UDK 621.31 ENJAAC 48 (1–6)1 – 462 ISSN 0013-7448

energija

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

Zagreb, prosinac 1999.

SADRŽAJ ENERGIJE U 1999. GODINI

	str.	br.
Prpić E. - Glavan B.: Zamjena sustava vođenja elektroenergetskog dijela postrojenja u HEP TE Rijeka 1x320 MW	3	1/99
Roche P.: Challenges and Strategies for Refurbishment of Power System Control Centres	13	1/99
Šander M.: Plinske turbine u toplanama-elektranama u Zagrebu	21	1/99
Žutobradić S. - Damianić M.: Koncepcija uzemljenja zvjezdišta mreža 1/990(20) kV u budućnosti	29	1/99
Jengić A.: Tehnologija prerade polimera specifične za elektroindustriju	35	1/99
Jelavić V. - Domac J.: Biomasa - izvor energije za obuzdavanje emisije stakleničkih plinova	41	1/99
Jakl F. - Jakl A.: Thermal and Mechanical Properties of Bare Conductors for Transmission Lines in Non-Steady State Conditions of Short Circuits	65	2/99
Monaghan J.: Sensible Observation on Present day Protection Techniques	71	2/99
Cvetković Z.: Pogled na obnovu prijenosne mreže u istočnom dijelu sustava Osijek	83	2/99
Sabolić D.: Temelji pokretnih radiokomunikacija - III. dio:	87	2/99
Baranović N. - Stepinac J. - Kljaić J. - Filpović B. - Babić D.: Revitalizacija sustava zaštite, upravljanja, mjerenja i telekomunikacija	101	2/99
Mišković A.: Analiza prijelazne pojave kod sinkronizacije generatora	113	2/99
Oroszki L. - Kovács G.: Status of the EMS/SCADA Upgrading Project of the Hungarian Electric Power System	137	3/99
Mandić M.: Osvrt na tarifni sustav za prodaju električne energije - moguća rješenja	143	3/99
Vuković V.: Organizacijske poteškoće NE Krško	151	3/99
Klepo.: KUEN-CTS - nacionalni program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava	159	3/99
Nevečerel D.: Kratki spoj u mreži Hrvatske 2000.-2010. godine	167	3/99
Wagmann L. - Kuliš I.-G. - Kosmač J.: Pilot projekt sustava za lociranje atmosferskih pražnjenja u realnom vremenu	181	3/99
Graham V.: Life extension of Telecommunications plant with Particular Reference to Power Line Carrier: a Case Study	205	4/99
Rukavina T. - Klepo M.: Naknada za korištenje prostora	209	4/99
Klepo M.: Metoda za utvrđivanje troškova i naknada priključka potrošača na centralizirani toplinski sustav	219	4/99
Bajić B.: Nove metode vibroakustičke dijagnostike kavitacije u turbinama	231	4/99
Protić R.: Utjecaj Kyoto protokola na globalna kretanja u energetici	241	4/99
Klečina F.: Bug 2000	253	4/99
Koskinen R.: How IVO in Finland Utilised Digital Transport Network as an comprehensive solution both for Power Telecommunication Needs	281	5/99
Goić R. - Lovrić M.: Planiranje rada termoelektrana i utjecaj cijena goriva na njihovo dispečiranje	289	5/99
Kolega V.: Uvod u Nacionalni Program energetske efikasnosti u zgradarstvu - $KUEN_{ZGRADA}$	297	5/99
Banić S.: Problematika kontrole ispravnosti odvodnika prenapona	311	5/99
Nevečerel D.: Optimalni preplet faza dvosistemskog voda	321	5/99
Sabolić D.: Uvod u genetičke algoritme	333	5/99
Rajić F.: Suvremeni računalski sustavi individualizirane obrade podataka i naplate troškova uporabe topline i vode	397	6/99
Toljan I. - Goić R. - Lovrić M.: Planiranje rada elektroenergetskog sustava sa "NPE" elektranom	383	6/99
Novaković I. - McEachern B.: Što je to kvaliteta električne energije?	389	6/99
Baranović N. - Vuletić N.: Problematika prijelaza u 2000. godinu opreme procesnog upravljanja HEP-a	377	6/99
Javornik-Vončina S.: Pregled IEEE-ovih normi za lokalne i gradske računalne mreže	405	6/99
Bajs D.: Sigurnost napajanja velikih gradova u R. Hrvatskoj električnom energijom	365	6/99

UDK 621.31

ENJAAC 48 (1) – (1999) – 1-62

ISSN 0013-7448

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 48 (1999) Zagreb 1999 Br. 1

SADRŽAJ

Roche P. – Connolly E.: Challenges and Strategies for Refurbishment of Power System Control centre (Professional paper) 3

Jengić A.: Tehnologije prerade polimera specifične za elektroindustriju (Pregledni članak) 13

Šander M.: Plinske turbine u toplanama-elektranama u Zagrebu (Stručni članak). 21

Prpić E. – Glavan B.: Zamjena Sustava vođenja Elektro-energetskog dijela postrojenja u HEP TE Rijeka 1 × 320 MW (Pregledni članak) 29

Jelavić V. – Domac J.: Biomasa – izvor energije za obuzdavanje emisije stakleničkih plinova (Prethodno priopćenje). 35

Žutobradić S. – Damianić M.: Koncepcija uzemljenja zvjezdišta mreža 10(20) kV u budućnosti (Stručni članak) . . . 41

Vijesti iz elektroprivrede. 49

Iz strane stručne literature. 55

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.

Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 1999 - 02 - 19

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992, a prema mišljenju istog ministarstva oslobođen je plaćanja poreza na promet (rješenje 532-03-1/5-92 od 3. studenoga 1992).

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

CHALLENGES AND STRATEGIES FOR REFURBISHMENT OF POWER SYSTEM CONTROL CENTRES*

Peter R o c h e and Eamonn C o n n o l l y, Ireland

UDK 621. 316.1:621.311.1
PROFESSIONAL PAPER

The paper briefly examines the business environment in which power utilities will operate in the immediate or middle distance future. The impact of the trend for vertically integrated utilities to be split into separate transmission, generation and distribution companies is considered.

The basic functionality needed for power system monitoring and control, either in the traditional vertically integrated company or in the unbundled entities, is described. The principal subsystems in a Power System Control Centre, viz. control centre hardware and software, telecommunications system and outstation equipment and power interfacing schemes are each described and examined.

The technological trends that have matured over the last decade are considered. The opportunities for reusing older generation equipment are considered.

The concept of a phased refurbishment or upgrading of a power system control centre is developed. Procurement strategies involving careful contract packaging and competitive tendering are examined. Fast track project implementation programmes designed to reduce the time gap between concept and commissioning to a minimum are presented.

Keywords: Control centre, SCADA, EMS, upgrade, telecommunications, RTUs.

1. INTRODUCTION

The basic engineering principles underlying generation, transmission and distribution of electrical energy have remained relatively static over the past few decades. However the application of modern real-time computing techniques to the field of power system control have greatly increased the reliability of supply to customers, the economy of power system operations and the finesse with which control room dispatchers can monitor and control the power system.

Those utilities that, for a variety of reasons, have not refurbished or upgraded their Power System Control Centres (PSCC) face particular challenges in their efforts to modernise their monitoring and control facilities. This paper analyses the main issues involved in the upgrading or refurbishment and based on experience derived from a significant number of PSCC upgrades and offers some advice on the best strategies to adopt.

2. VARIETY OF BUSINESS ENVIRONMENTS

The business environment in which system operator functions determines the responsibilities and authorities of a control centre. The power system industry organisational models that predominated through the 1960s and early 1980s can no longer be taken for granted, as increasingly the old vertically integrated utilities are being corporatised, unbundled or sold to private investors.

2.1. Old Vertically Integrated Utility

The traditional power utility was a single business combining generation, transmission and distribution activities. Business was conducted with the target of optimising the total company wide activities. Utility economics were founded on **costs**, not on **prices**.

---

* *Riječ glavnog urednika*

U Cavtatu je u listopadu 1998. godine održan III. simpozij HK CIGRE o sustavu vođenja elektoenergetskog sustava. Osnovna tematika simpozija bila je revitalizacija centara vođenja, revitalizacija sustava zaštite, upravljanja, mjerenja i telekomunikacija te realizacija ISDN mreže u elektroprivredi. Uz pet pozvanih autora referata prezentirano je i 38 redovnih referata od čega 13 inozemnih autora.

ENERGIJA će od ovog broja početi objavljivati neke od inozemnih referata kako bi čitatelji dobili uvid u inozemna iskustva na tom području. Pri tome treba naglasiti da autori dolaze kako iz zemalja tržišne privrede tako i iz zemalja u tranziciji što je za naše čitatelje od posebnog interesa. U prikazanim iskustvima ima onih koje bi se bez daljnjega mogla koristiti u našoj praksi, ali ih ima i upitnih. Na čitatelju je da se opredijeli na osnovi vlastitog iskustva što mu može donijeti prikazana inozemna praksa.

Svi inozemni referati bit će tiskani u originalnoj engleskoj verziji, kako je to u ostalom bilo i na simpoziju.

Z. C.

At the PSCC level the System Operator attempted to monitor and control the transmission and generation systems, with a view to achieving cost minimisation and optimum coordination of the combined activities. SCADA (supervisory control and data acquisition) was exercised in most utilities; the more advanced utilities additionally employed Energy Management Systems (EMS), incorporating economy and security optimisation functionality. In this type of organisation any financial transactions between the generation and transmission departments were internal and rarely involved žarm's length' transactions with external generation, transmission or customer entities.

2.2. Restructured Industry with many Participating Entities

Since the mid 1980s a wave of power utility restructuring has taken place with corporatisation and the unbundling of the generation, transmission and distribution businesses. The business focus of the new entities shifted towards profitability, maximisation of usage of assets and market positioning. The earlier attempts to optimise, for example, the combined operations of the generation and transmission systems were replaced by objectives of profit maximisation. Three fundamental changes in business practice were detectable: a) there was no longer a single business concerned with moving energy from the generators to the customer, b) there emerged a tendency to downsize the number of employees and to invest heavily in automation and c) transactions between the new utility entities were almost exclusively based on price and not on cost.

3. BUSINESS OBJECTIVES

All investment decisions are based to a large degree on the cost benefit returns that are achievable. In circumstances where other sectors of the utility are competing for scarce capital, any investment in the PSCC area must be carefully evaluated.

It is to be noted that in a competitive environment the žsystem operator' or technical operator may be quite separate from the žmarket operator', i.e. that entity charged with operating the commercial aspects of the market involving the bidding, scheduling, settlement and accounting systems.

3.1. Establish Essential Functionality at the Outset

It is clear that regardless of whether a new PSCC is being developed, or if an existing system is to be refurbished or upgraded, the following items must be identified with precision:

- the assets to be monitored and controlled must be clearly defined,
- the functionality required of the SCADA system must be defined,
- the functionality of any EMS package must be defined,
- a cost benefit analysis is needed to establish the financial viability of the proposed systems,
- criteria for the performance and response times of the PSCC should be established.

3.2. Improved Secure and Economic Operations

The basic objectives of any PSCC or SCADA system is to assist in the provision of a reliable, safe, secure and economical operation of the assets that are being operated and managed. In the case of a vertically integrated utility the PSCC will manage the generation and transmission systems. In an unbundled business the PSCC or the SCADA will be used žtechnically' to operate and manage the interconnected generation and transmission system, the transmission network alone or part of the distribution system, as appropriate.

The second level of objectives of any PSCC system is to further improve the reliability, (or security) and economical operation of the controllable network. Significant improvement in the security and economical operations will be achieved by use of EMS software incorporating state estimation, contingency analysis, unit commitment, economic dispatch and possibly Automatic Generation Control. However the PSCC packages that provide these features can be expensive and they can usually only be justified when the benefits accruing to improved dispatch of generation are high, typically only when thermal generation constitutes a significant portion of the total generation.

EMS functions can only be realistically implemented by the installation of powerful processors and complex software. As an intermediate stage of development, but with corresponding limitations in the extent of benefits achievable, off-line software can be utilised.

In a vertically integrated utility the security and economy functions will be based on costs and technical issues. In an unbundled utility the price of the services (be it watts, frequency regulation, spinning reserve, reactive power, etc.) will be the determining factor in place of cost. This is a fundamental difference and it calls for quite different software from the more traditional EMS packages. Indeed the cost of žmarket operations' software may be considerably more expensive than the cost of žtechnical operations' software.

3.3. Basis for Cost Justifying a SCADA System

In all circumstances where a SCADA / EMS system is being considered, a detailed cost benefit analysis will be carried out. The costs can be categorised under the headings of:

- control centre hardware and software,
- telecommunications system installed exclusively for the SCADA system,

- Remote Terminals Units (RTUs) in generating and transmission stations,
- Interfacing equipment in outstations, such as transducers, relays, cabling, etc.
- maintenance staff for software and hardware.

The principal benefits are likely to include:

- savings achievable by demanning substations,
- reduction in the volume of žnon supplied energy', noting that this has an internal benefit for the utility plus a national economic benefit which may far outweigh the utility's gain,
- increased utilisation of installed generation and transmission plant, leading to a deferral of the time for new investment.

It is worth noting that in unbundled utilities there is a strong tendency to invest heavily in capital equipment in order to increase manpower productivity levels.

3.4. Demanning of Substations

Demanning of substations is one of the major opportunities offered by modern remote monitoring and control schemes. Given that a normal complement of approximately 10 shift staff are required to man a substation around the clock, it is obvious that considerable savings can be achieved if satisfactory remote monitoring and control can be exercised. The main hurdles to overcome may be resistance by staff organisations to the loss of employment positions, or the political constraints that may prevent reassigning large numbers of staff, or even žletting them go'.

Nonetheless the issue of demanning substations must be confronted and satisfactorily resolved during the planning of an upgrade or replacement of a PSCC.

4. MAJOR CONTROL SYSTEM SUBSYSTEMS

Within the PSCC there are a number of major subsystems which must be carefully assessed and evaluated in the course of upgrading or refurbishing the system. The issues that arise are:

- what is the condition of the installed equipment,
- is it suitable for reuse or incorporation into a new system,
- will spare parts be available for the planned lifespan of the system,
- will the total life-time costs of the proposed system be minimised by reusing older equipment.

There probably will not be simple answers to the questions posed above - it may be necessary to seek competitive bids from competent contractors, allowing the market place to determine what the minimum cost solution is.

In the following sections the key features of each major subsystem are examined in the context of an upgrade or refurbishment of a PSCC.

4.1. Control Centre Hardware and Software

SCADA hardware and software is at the heart of any PSCC scheme. More so than in any other segment of the utility business, the pace of technological development has been exceptional, with the result that the lifetime of any system is measured in years rather than in the decades that apply to the lifetimes of switchgear, generators or civil works.

Three generations of SCADA technology can be roughly identified, viz. 1) electromechanical schemes usually involving point to point telemetry, 2) main frame computer or mini-computer based schemes with medium levels of functionality and 3) modern, multiprocessor architectures with distributed intelligence processors and high levels of functionality.

A key characteristic of modern SCADA and EMS systems is that they must be able to cater with: 1) an enlargement in numbers of locations to be monitored, 2) extensions in the level of functionality and 3) the procurement of new equipment and systems from a range of suppliers. These requirements have led to the identification of the benefits of an "Open System".

The long-term target of a PSCC is to commission an Open System, which is expandable, flexible, non-proprietary, highly reliable and modular in functionality. When this corporate vision of the PSCC characteristics is acknowledged, it is possible to assess how the different routes for developing the PSCC can enable a transition to be made from the current system to a modern, future-proof system.

4.1.1. *SCADA Functions*

Experience has shown that with a first generation telemetry system, using electromechanical or point to point technology, the control centre equipment offers negligible opportunities for reuse. Reuse of such equipment is not economic because its capabilities are so limited, the cost of interfacing to is so high and availability of spare parts will only become more problematical. As the associated software is intrinsically linked to the hardware, it too will have no real reusability.

Where second generation systems, employing mainframes or minicomputers, are available the outlook is not so bleak. It will be true that spare parts for the SCADA hardware will be increasingly hard to come by - this may well lead to a conclusion that the hardware at least must be replaced. It may well be that some of the software, especially customised modules, will be well worth retaining. But the basic SCADA software, which used memory so sparingly and which had to contend with very primitive Man Machine Interface hardware lacks a proper level of functionality.

It must also be remembered that a) the cost of maintaining the software, or extending the system to accommodate new substations, may be quite high, b) the cost of porting the software onto a new hardware platform

employing PCs or workstations may be high and c) the lack of modern Man Machine Interface hardware will, over time, increasingly preclude the use of the ergonomic features that enable dispatchers perform their job well. These considerations may lead to the conclusion that except for a few customised software modules, second generation hardware and software offers few opportunities for reuse.

4.1.2. *EMS Functions*

EMS applications are expensive to purchase, to install and commission and also to maintain and operate. Only when there is a clear financial benefit obtainable over the life-time of the product will it be possible to procure an EMS suite. The most frequently installed EMS applications are related to economy of operations and security of supply, using Unit Commitment, Economic Dispatch, State Estimation and Contingency Analysis packages.

There are a number of factors to be considered when assessing the merits of procuring an EMS suite. Firstly a very large volume of complex data is required, ranging from electrical parameters of the generation and transmission systems to complex cost and performance curves for generating plant - this data may not be available in many utilities. Secondly skilled and knowledgeable software staff are required to maintain and to keep EMS applications tuned and functioning. It is estimated that 3 - 6 dedicated staff are required to support a full suite of EMS applications. For those utilities which plan to operate Automatic Generation Control, it is necessary that relevant power plants have modern governor systems, without which AGC cannot function.

While on-line EMS schemes are attractive for technologists, considerable benefits can also be obtained from running similar applications in an off-line mode. It is possible to develop off-line programs to provide dispatch rooms with pseudo real-time generating schedules or to assist in determining which contingencies are likely to reduce the security of supply.

For many utilities faced with a major investment program in their PSCC, a phased series of developments may be preferable - in an early phase off-line EMS applications may be commissioned, then building on the experience gained on-line suites may be commissioned some time later.

4.2. Development and Procurement in Line with International Standards

The concept of an žOpen System' for the Control Centre per se was introduced earlier. An Open System should have the following features:

- the design should employ an underlying architecture that is openly published
- the hardware platform should comprise industry standard units, which can be sourced from a wide range of suppliers
- industry standard software packages should be used (i.e. Operating Systems, display and window managers, data base management systems, inter-processor communications protocols, etc.)
- customisation of basic software packages or hardware should be avoided if possible
- the SCADA and Advanced Power Applications Software should be portable onto a range of processors
- the system should employ industry standard protocols for communication both between the central system and RTUs and between processors within the central system
- detailed information should be publicly available on the interfaces between the vendor's SCADA software, Advanced Power Applications Software and database management system to allow for unhindered development of third party software packages
- there should be minimum degree of linkage between hardware and software designs.

4.2.1. *Standardised Communications Protocols*

Modern PSCCs are often configured in a hierarchy, with a National Control Centre at the apex of a triangular structure, Regional Control Centres forming the intermediate layer and Distribution Control Centres and Area Control Centres being at the base of the hierarchy. Radiating from each control centre will be a cluster of Remote Terminal Units. A complex flow of data takes place between the elements of this hierarchy, a flow which changes with time. It has been recognised that to allow flexible growth and the future development of such a hierarchy, and to prevent proprietary solutions dominating, a well organised communications protocol must be defined. Such a set of protocols has been defined by EPRI and this set has become the *de facto* standard to which all main vendors conform - these are the UCA / ICCP protocols (Utility Communications Architecture - Inter Control Centre Protocols).

Conformance with the UCA / ICCP and other IEC protocols such as IEC 870-5-101 ensure that the data flows between elements in the hierarchy of control centres take place in an organised and structured manner.

5. TELECOMMUNICATIONS

To many utilities contemplating upgrading or refurbishing their PSCC the scale of work and investment required in the telecommunications area can come as a shock. If for some reason, ongoing investment in telecommunications infrastructure has been neglected, there is no means of avoiding making up the deficit. The effort required to build up an adequate infrastructure can be costly and lengthy.

There are many benefits to be gained by taking a broad view as to how the development should take place, by looking across the total company and also by looking outside the company.

5.1. High Growth in Demand

Modern business applications demonstrate an unexpected greed for communications services. Modern PSCCs demand reliable and good quality data and voice links from the Control Centre to each major substation and generating plant. Yesterday's solutions of a few pilot cables, some leased PTT lines and a number of PLC links will not suffice in today's demanding world. It has been noted that the rate of growth of demand for telecommunications capacity normally exceeds the rate of growth of energy demand by, perhaps, a factor of 2. Thus significant resources need to be devoted to the planning, installation and maintenance of the telecommunications infrastructure.

5.2. Modern Digital Backbone is Vital

The development of a modern telecommunications infrastructure must be based on digital technology, as modern digital links offer improved levels of service and relatively low cost per circuit or per Mbit transported. Thus a strategic decision to base all investment on a long-term digital network is imperative.

A typical modern, digital telecommunications system has a high capacity, meshed network, interconnecting all major business centres and sources of traffic. The network will comprise a high capacity, flexible and robust backbone, which connects all major centres of business. From the major nodes on the backbone lower capacity links, perhaps not duplicated or meshed, will radiate to less important centres of business. Typical carriers on the digital backbone highways will be fibre optic cables, microwave radio links and/or high capacity leased digital links. Spurs connecting to the backbone will typically employ PLC, pilot cables, low capacity radio, simple leased lines, etc.

The cost justification for the type of telecommunications system described above is likely to come from the aggregation of the needs of all or most of the user groups in the utility. An opportunity emerging in recent times, in the circumstances when the public telecommunications utility is itself being deregulated, is that a joint venture with a competing carrier may enable sufficient investment to be undertaken which will also provide the power utility with an adequate telecommunications system.

5.3. Consider Voice and Data Needs

Operational control of a power network frequently requires voice communications between the PSCC itself and staff in outstations. The design of the PSCC, in its totality, must include the provision of adequate voice communications facilities as well as data communications facilities.

The design of the communications system should take account of the aggregated data and voice needs. Such an approach will yield a distinctly more economicy. Modern digital communications technology very conveniently offers means of combining voice and data in a seamless and cost effective manner, using a 2Mbit/s stream as a basic building block.

5.4. Benefits of Considering Corporate or Multi-Entity Needs

Estimates have been made that within a power utility, 1% - 2% of a company's total assets are invested in the telecommunications infrastructure. This is a formidable amount of investment, and if the PSCC is the leading department calling for the investment, on its own the scale of capital required can be overwhelming.

The PSCC can now take the opportunity of sharing the benefits and the costs of a žcorporate' telecommunications network with other departments. Within modern utilities the demand for telecommunications services from all departments shows a very high rate of growth, with services needed in the following areas:

- voice communications between major centres of business (i.e. telephony services),
- real-time data for SCADA schemes,
- facsimile capabilities between all locations,
- Information Technology (computing) applications, e.g. materials management, personnel information, management information systems, which will ultimately access all business locations,
- links between accounting centres and customer service locations for customer accounting and billing systems,
- voice communications for operations and maintenance of the generation and distribution systems.

In an unbundled industry additional requirements arise for the exchange of demand forecasts, bids from generators, metering information, settlement and accounting data, etc. The àggregation of the needs of all departments will greatly ease the task of cost justifying the development of a žcorporate' telecommunications system, to the benefit to the PSCC.

The trend to unbundle the vertically integrated utility has tended to undermine the case for a žcorporate' telecommunications network. Nonetheless other partners can be found who may wish to collaboratively develop a geographically widespread network of the type needed by the PSCC. Leasing of ždark fibres' or cost sharing of developments with public telecommunications companies may be a route by which the PSCC can develop a suitable network. Indeed where a competitive public telecommunications market exists, it may well be possible to lease the communications links that the PSCC requires.

6. CONTROL EQUIPMENT IN SUBSTATIONS

In considering the refurbishment of PSCC, an important element is the substation equipment, which includes not just the remote terminal equipment (RTUs) but also the substation protection, control and instrumentation equipment. In a typical utility, the substation equipment may range from the very old (i.e. electro-mechanical relays) to the very modern (microprocessor controlled state-of-the-art protection equipment). In some cases, the range of RTUs and protection equipment within a single substation might present a summary of the complete history of the evolution of substation design!

In considering the condition and future serviceability of existing equipment, a utility must decide clearly where the boundary lies between PSCC refurbishment and substation refurbishment. At one end of the spectrum, the limit of PSCC may simply be the replacement (or installation) of RTU equipment while at the other, the complete replacement of the substation protection, control and instrumentation might be proposed. The setting of this boundary will have a profound impact on the overall costs of the substation-related element of the PSCC refurbishment. It is important therefore, to set out the basis and decision guidelines for any such refurbishment, e.g.

- boundaries for the substation refurbishment associated with the PSCC
- basic design standards to be met, such as surge isolation levels, control voltages, switching capacities for isolating and interposing relays, ratings for transducers, etc.
- installation standards, including standard wiring schemes, cable segregation and identification, grounding arrangements, etc.
- international standards for surge withstand and isolation, electromagnetic compatibility, etc.
- future maintainability of equipment, especially the staff skills necessary to operate and maintain modern protection and PC based substation control systems.

6.1. Traditional Substation Interface

While great advances have taken place in the development of digital protection and integrated control systems, the fact remains that in many cases the mass replacement of all existing control and protection equipment cannot be justified. In such cases, the retrofitting or replacement of RTUs in a substation must be carried out so as to ensure the maximum reliability from existing equipment.

In all cases of retrofit or refurbishment of RTUs attention needs to be given to interfacing equipment, power supplies and associated telecommunications equipment and careful design is required so as to provide:

- appropriate interfaces between the existing substation equipment and the RTU,
- galvanic isolation for surges and overvoltages,
- standardisation of interfaces, so that different designs of substation and equipment are presented to the RTU in a similar manner,
- that the RTU equipment can be introduced into the substation with minimum disruption to existing equipment and wiring,
- facilities for commissioning, operation and maintenance of the substation are catered for by the provision of test and isolation points.

6.2. Integrated Control and Protection

In the case where the substantial replacement of control and protection equipment is justified, or in the case of a new substation, the option of an Integrated Control and Protection (ICP) system can be considered. In an ICP system, control and monitoring of line bays, transformers, etc. is accomplished typically by using bay level controllers which interface directly with the bay protection devices. The bay controllers are linked to a PC based substation control system (SCS) which provides a user interface for the operation of the substation. The SCS can also provide a direct link to the PSCC, possibly eliminating the traditional RTU.

In such systems, the inherent capability of modern protection equipment is utilised to the full in order to:

- reduce duplication of equipment as far as practical,
- eliminate the need for large hard-wired control panels or mosaics,
- provide additional information which was previously too expensive or impractical to provide, such as metering on all three phases, short circuit current levels, estimates of distance to fault, etc.
- provide similar levels of detail at the substation controller level and the PSCC
- simplify the design of substations by allowing each feeder, transformer, etc. by allowing standard designs for each type of bay/equipment,
- provide access to maintenance and analysis functions from a single centralised point within the substation (or even remotely over a dial-up connection to the SCS).

However, the level of standardisation at the moment is such that only a small number of single-vendor systems can provide anything like the closely coupled ideal system described above.

6.3. Standards for RTU Protocols

The situation regarding standards for RTU protocols has improved very considerably over the last number of years. It is now feasible to consider the purchase of PSCC and RTUs from separate suppliers and to be assured that the two equipments will inter-operate correctly with each other. Provided a utility is not tied to a

particular "legacy" protocol, there are only a limited number of protocols which should be considered, namely DNP 3.0 or IEC 870-5-101. There are arguments for and against both of these protocols; DNP is probably better developed and supported but is only a de facto standard; IEC is an international standard but is lagging behind DNP by one or two years in terms of implementations.

Given the variations that exist even within these "standard" protocols, it is important for the utility to have a clear specification and definition of the actual implementation of the protocol to be used for their SCADA system. This is particularly important where the PSCC and RTUs are being procured from separate suppliers, where a clear mutually agreed conformance statement is crucial in ensuring that the PSCC and RTUs will work properly together.

6.4. Standards for Communication Between Devices within Substations

While there are some standards for communication between devices in substations (i.e. between the substation control system, protection relays and RTUs), these standards are not complete and there are too many of them. The choices for communication between an RTU and other substation devices are many and range from international standards designed specifically for substation applications (IEC 870-5-103, VDEW 6, etc.), general "process" standards (e.g. the various fieldbus standards) and finally proprietary protocols (LonTalk, SPABUS, K-Bus/Courier, etc.).

While it is still feasible to use data communications as a substitute for hard-wiring between the RTU and intelligent substation equipment, this option may require considerable custom development to enable all of the devices to be able to communicate. Some specialist suppliers can provide RTUs which can support many of the common proprietary protection relay protocols, as well as the emerging international standard protocols. In most of these cases custom development is required with its associated significant testing effort to ensure absolute compatibility.

6.5. Power Supplies

The reliability of any substation control or SCADA equipment is directly dependent on the quality of the power supply available. Over the years there has been an increase in the number of devices which require auxiliary DC power (protection relays, communicating devices, etc.). While in general the power consumption requirements of SCADA and telecommunications equipment has reduced, this has been more than offset by the increase in the number of other power system devices which require a constant DC supply. The key points to be considered in the design are:

- standby arrangements for AC supply (main and alternate, diesel back-up)
- DC voltage and capacity requirements,
- the need to maintain isolation between DC supplies used for powering of electronic equipment and that used for operation of trip/close coils on switchgear or for contact wetting where wiring is susceptible to induced voltages,
- the DC distribution needs to facilitate maintenance and extensions to the substation.

7. PHASED DEVELOPMENTS

Utilities faced with a significant scale of PSCC upgrading or refurbishment may not be able to access all of the funds required to complete their plans. Hence a phased series of developments may have to be undertaken, linked to the availability of funds. Indeed the breaking down of the total upgrading into a number of phases will significantly ease the management, engineering and accounting burden on the utility. It has been found that the development of a significant SCADA / EMS system places very large demands on the utility's staff such that the availability of suitable staff may be the main bottleneck to completing the upgrading.

7.1. Prioritisation of Phases

Where phased developments are proposed the following guidelines are offered:

- develop a strategic plan which provides a long-term vision of the scope and capabilities of the PSCC,
- identify the core elements of the project and assign a high priority to them,
- identify those activities which have the highest financial return and give them a high priority,
- commissioning of a SCADA system should precede the commissioning of any EMS schemes.

In the table below a set of phased developments for a typical PSCC are proposed.

Phase	PSCC Developments	Outstation Developments	Telecom Developments
1	Procure basic SCADA system	Install RTUs in major S/S and power plants	Develop stage 1 of digital backbone
2	Extend SCADA to all trans & gen stations	Install RTUs in other locations	Develop stage 2 of digital backbone
3	Procure EMS functions	Install AGC features in larger power plants	Extend network to smaller stations

8. PROCUREMENT STRATEGIES

The upgrading or refurbishment of a PSCC is a major undertaking for any utility. The future performance of the power system control will be determined by the actions taken at the outset.

The upgrading of the PSCC can be broken into 7 stages:

1. select an experienced engineering manager to act as project manager and delegate to him adequate resources and authority,
2. prepare conceptual designs and definitions of scope and functionality required,
3. derive budgetary costs and decide on whether a single phase of multi-phase development will be undertaken,
4. prepare Bid Documents including technical specifications,
5. invite competitive bidding and select contractor,
6. monitor project implementation and system commissioning,
7. put in place ongoing maintenance and upkeep of PSCC systems by in-house staff.

To ensure that decisions are taken wisely and advantage is taken of the experience acquired throughout the power utility industry the following preliminary steps are advocated:

- talk to other utilities about their experiences and approach to the whole field of system control,
- talk to suppliers and then talk to references sites that they volunteer,
- remember that small local companies may be technically advanced in some areas, but they are unlikely to have the range of experience that larger multinational companies have acquired,
- be aware that the life expectancy of telecommunications and substation equipment is up to 15 years.

8.1. Contract Packaging

The initial preparation of budgetary prices will assist in determining the number of phases needed to complete the upgrading or refurbishment. The funds that are available, together with the prioritisation of needs as implicitly presented in section 7.1, will determine the scope of the various phases. The definition of a contract package will require the following:

- identification of the exact scope of the contractor's work,
- clear understanding of the responsibilities and inputs expected from the PSCC itself or other parts of the utility,
- clear and unambiguous definitions of physical and contractual boundaries of the project,
- clear definition, though not necessarily publicly released, of the scope of future contract phases,
- realistic time targets for completion of the particular phase of the project.

The inputs required from the PSCC itself will inevitably be significant. The PSCC will be expected to a) continue to perform its normal duties, b) collect and present critical data, such as single line diagrams, network parameters, c) make staff available to interact with the contractor and to review and approve designs, attend progress meetings, factory acceptance tests and site acceptance tests and d) to attend training courses. These demands will place a temporary but unavoidable burden on the staff of the PSCC and such demands should not be underestimated. This will be a period of considerable stress, but also a period of skill enhancement and learning and a period of professional satisfaction, perhaps more in retrospect than at the present moment!

8.2. Competitive Tendering

The procurement of a modern PSCC, or even a modest upgrade, is a complex and demanding activity. In order to obtain the most economical solution to the challenges facing the PSCC the following steps are recommended:

- prepare a clear statement of functional requirements setting out ***what*** is to be achieved and avoid defining ***how*** the issues are to be solved,
- avoid specifying unnecessary customised solutions where a bidder's standard product may meet the majority of the PSCC needs,
- prepare detailed bid documents which set out the products and services required,
- consider placing a turnkey contract to firmly place responsibility for total product delivery on a single contractor,
- invite a wide range of suitably qualified contractors to submit bids,
- prepare bid evaluation procedure in advance,
- evaluate bids in a transparent and rational manner.

9. PROJECT TIMETABLE

It seems to be almost a fundamental law of the universe that whatever plans are laid out, the implementation of the plan will take longer than was envisaged. The planning and implementation of a PSCC project is no different in principle from any other large project, except for two characteristics, viz. 1) the level of detail in the design will be greater and 2) the extent to which the purchaser must become involved will be significantly different from projects in other work areas. The major steps involved in an upgrade or refurbishment of a PSCC, and the time typically required to complete them, is shown below:

Step No.	Description	Time Required	Cumulative Time
1	Prepare Conceptual Plans and Budgetary Prices	3 months	3 months
2	Identify Source of Funds	6 months	9 months
3	Appoint Consultant	3 months	12 months
4	Prepare Bid Documents	3 months	15 months
5	Competitive Bidding & Contract Award	6 months	21 months
6	Data Collection and Design	6 months	27 months
7	Manufacturing and Testing	9 months	36 months
8	Site Installation & Commissioning	6 months	42 months
9	Take-over by PSCC		42 months

IZAZOVI I STRATEGIJE ZA OBNOVU UPRAVLJAČKIH CENTARA ELEKTROENERGETSKIH SUSTAVA

Kratko je ispitano okruženje u kojem će djelovati elektroprivredna poduzeća u bliskoj i srednjoročnoj budućnosti . Razmatra se učinak trenda dijeljenja vertikalno integriranih elektroprivrednih poduzeća u odvojena poduzeća za prijenos, proizvodnju i distribuciju.

Opisana je osnovna funkcionalnost potrebna za praćenje i upravljanje elektroenergetskim sustavom, kako u tradicionalno vertikalno integriranom poduzeću tako i u izdvojenim subjektima. Pojedinačno su opisani i razmotreni glavni sustavi u upravljačkom centru elektroenergetskog sustava, tj. sklopovlje i programska podrška, telekomunikacijski sustav i vanjska oprema te načini elektroenergetskog povezivanja.

Razmotrene su mogućnosti za daljnje korištenje opreme starije generacije.

Izrađen je koncept obnove ili revitalizacije upravljačkog centra elektroenergetskog sustava po fazama. Ispitane su strategije nabave koje podrazumijevaju pažljivo sastavljanje ugovorenih paketa i javni natječaj. Postavljeni su programi za brzu provedbu projekta kojima je cilj smanjenje vremenskog razmaka između koncepta i puštanja u rad.

HERAUSFORDERUNGEN UND STRATEGIE DER ERNEUERUNG VON VERWALTUNGSZENTREN DES STROMVERSORGUNGSSYSTEMS

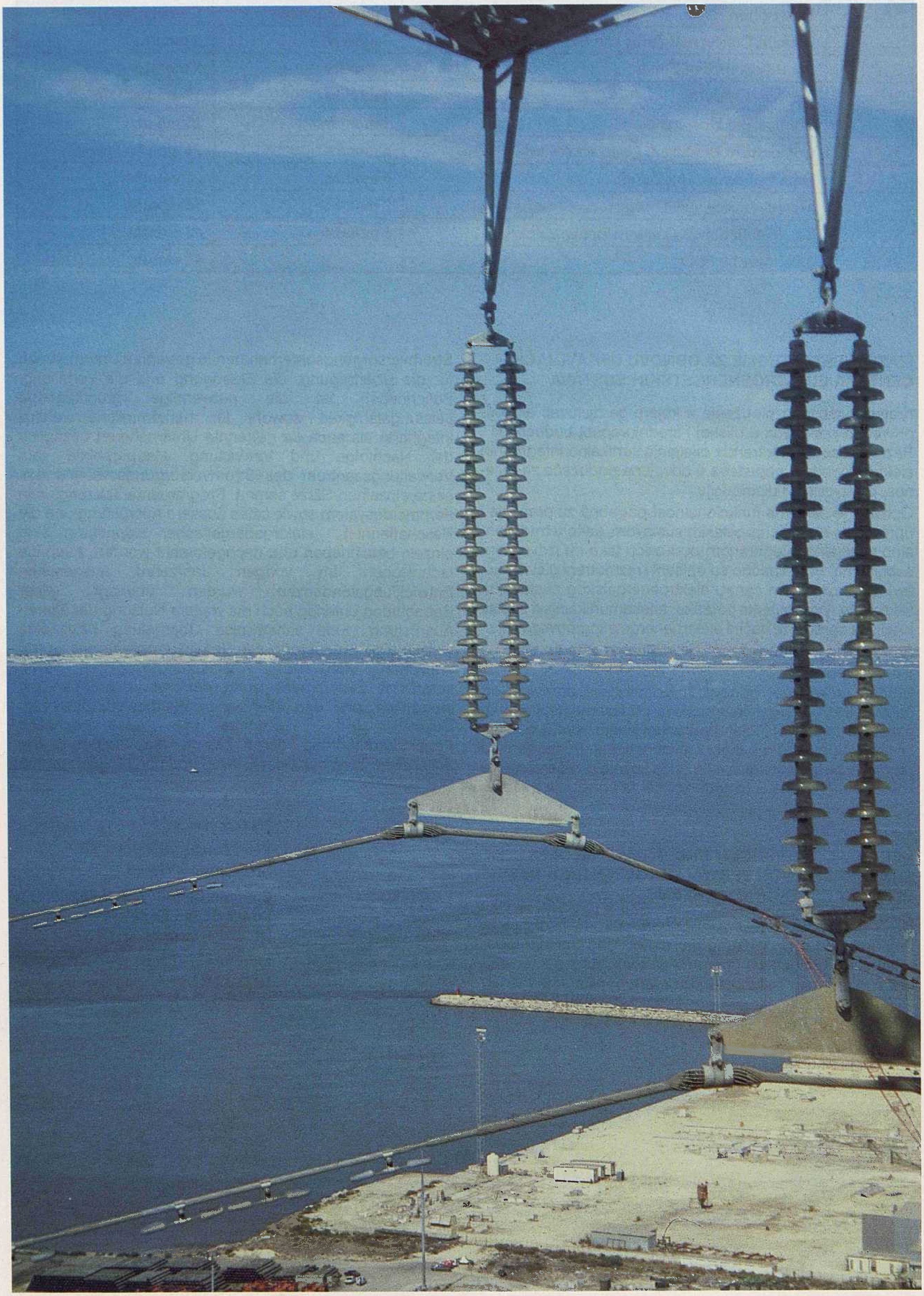
Der Betriebssystem-Umkreis von Stromversorgungsunternehmen mit Wirkung in naher und mittelfristiger Zukunft ist kurzgefasst überprüft worden. Beobachtet wird die Wirkung der Teilungstendenz von vertikal integrierten Stromversorgungsunternehmen in getrennte Unternehmen für die Übertragung, die Erzeugung und die Verteilung. Beschrieben ist die notwendige grundlegende Leistungsfähigkeit sowohl für herkömmliche vertikal integrierte als auch für getrennte Unternehmen bezüglich der Nachfolge und Verwaltung. Hauptgebilde vom Verwaltungszentrum des Stromversorgungssystems d.h. seine einzelnen Sätze sammt Programunterstützung, sein Fernmeldesystem sowie seine äussere Ausrüstung und die Beschaffenheit elektroenergetischer Koppelung sind einzeln beschrieben und nachgeforscht worden. Auch die technischen im vorigen Jahrzehnt ausgereiften Entwicklungstendenzen wurden überlegt. Einer Betrachtung unterlag auch die weitere Nutzung der älteren Ausrüstung. Eine schrittweise Überholung bzw. eine vollständige Erneuerung des Verwaltungszentrums wurde entworfen. Man hat Anschaffungsvorgehen sowie sorgfältige Zusammensetzung der Vertragsgruppen mit inbegriffen, und den öffentlichen Wettbewerb überprüft. Gesetzt sind Programme für eine schnelle Projektdurchführung, deren Zweck die Verengung der Zeitspanne zwischen dem Entwurf und der Inbetriebnahme ist.

Naslov pisaca:

Peter Roche, dipl. ing.
St. Stephen's Green

Eamonn Connolly, dipl. ing.
Lower Grand Canal St.
Dublin 2, Ireland

Uredništvo primilo rukopis:
1998-12-22.



TEHNOLOGIJE PRERADE POLIMERA SPECIFIČNE ZA ELEKTROINDUSTRIJU

Adela J e n g i ć, Zagreb

UDK 621.312:678.674
PREGLEDNI ČLANAK

Prikazane su tehnologije prerade polimera specifične za elektroindustriju. Opisani su postupci impregnacije i zalijevanja kojima se polimeri apliciraju na namote strojeva i transformatora u procesu proizvodnje.

Ključne riječi: polimeri, prerada, tehnologija.

1. UVOD

U časopisu ENERGIJA br. 6. iz 1997. prikazana su mjesta potrošnje polimernih materijala u elektroindustriji.

Dio tih materijala dolazi kao proizvod uobičajenih načina prerade polimera, koji neæe biti obrađeni ovim člankom. Bit će prikazane samo tehnologije prerade polimera specifične za elektroindustriju.

To su prvenstveno: 1. impregnacija
2. zalijevanje

2. IMPREGNACIJA

2.1. Pojam (namjena) i zahtjevi

Impregnacija je postupak unošenja impregnacijskog laka ili impregnacijske smole u namote ili dijelove namota električnih rotirajućih strojeva ili transformatora, koji nakon otvrdnjavanja daju kompaktnu cjelinu. Na taj način zadovoljeni su zahtjevi koji se postavljaju na svaki impregnant:

a) mehaničko učvršćenje namota
b) izoliranje slabih mjesta u namotu (koji mogu nastati pri preradi) čime se povećava izolacijska vrijednost cijelog namota
c) ispunjenje šupljina u utorima, što omogućuje bolji prijelaz topline
d) zaštita namota pod utjecajem okoline.

2.2. Postupci impregnacije

Impregnirati se mogu ili dijelovi namota ili cijeli namoti. Na izbor postupka utječe vrsta i veličina motora koji se impregniraju, ali i organizacija tehnološkog postupka izrade motora. Izbor vrste impregnacije i tipa impregnanta ovisi i o vrsti namota. Namoti mogu biti izrađeni:

1. iz lak-žice
2. od profilnih Cu-vodiča izoliranih tinjčevim (ili nekim drugim) izolacijskim trakama.

2.2.1. *Impregnacija namota od lak-žice*

Ovisno o veličini strojeva impregnacija se provodi komadno ili serijski. Veličina strojeva (ili njihovih dijelova) uvjetuje i izbor tehnološkog postupka, a postupci su sljedeći:

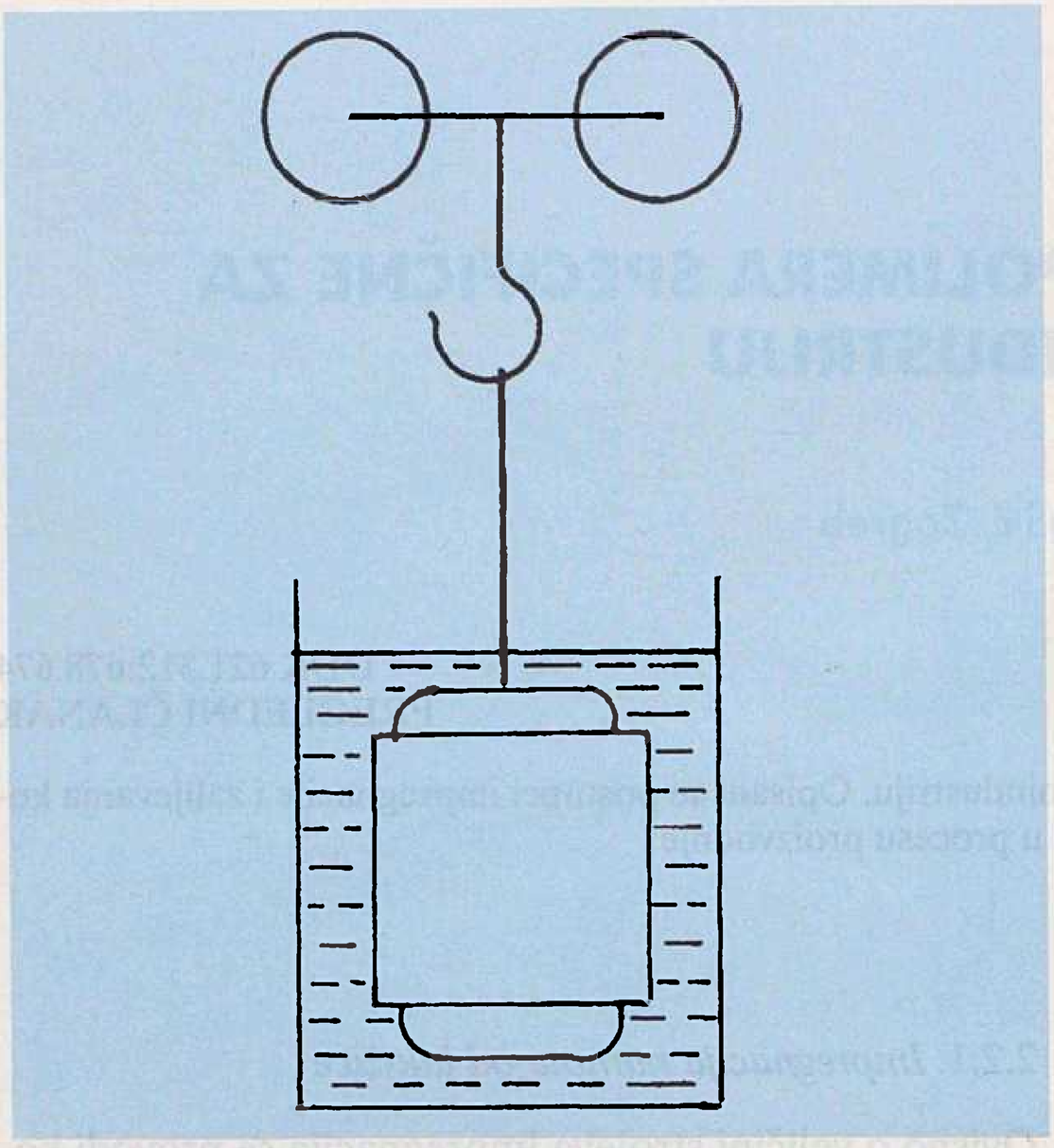
1. uranjanjem pod normalnim pritiskom na sobnoj temperaturi
2. uranjanjem pod vakuumom na sobnoj ili povišenoj temperaturi
3. prokapavanjem
4. najnovije, uranjanjem zagrijanih namota pod normalnim pritiskom uz dodatno otvrdnjavanje zagrijavanjem UV-zrakama.

2.2.1.1. Kod postupka impregnacije uranjanjem namoti se uranjaju u tekući impregnant (obično na sobnoj temperaturi) i nakon otkapavanja otvrdnjavaju na povišenoj temperaturi. Manje jedinice se obično otvrdnjavaju u ventiliranim pećima ili pod infracrvenim grijačima. Veće jedinice moguće je otvrdnjavati zagrijavanjem strujno, preko namota. Shema postupka uranjanja prikazana je na sl. 1. (komadno) i na sl. 4. u protočnom uređaju.

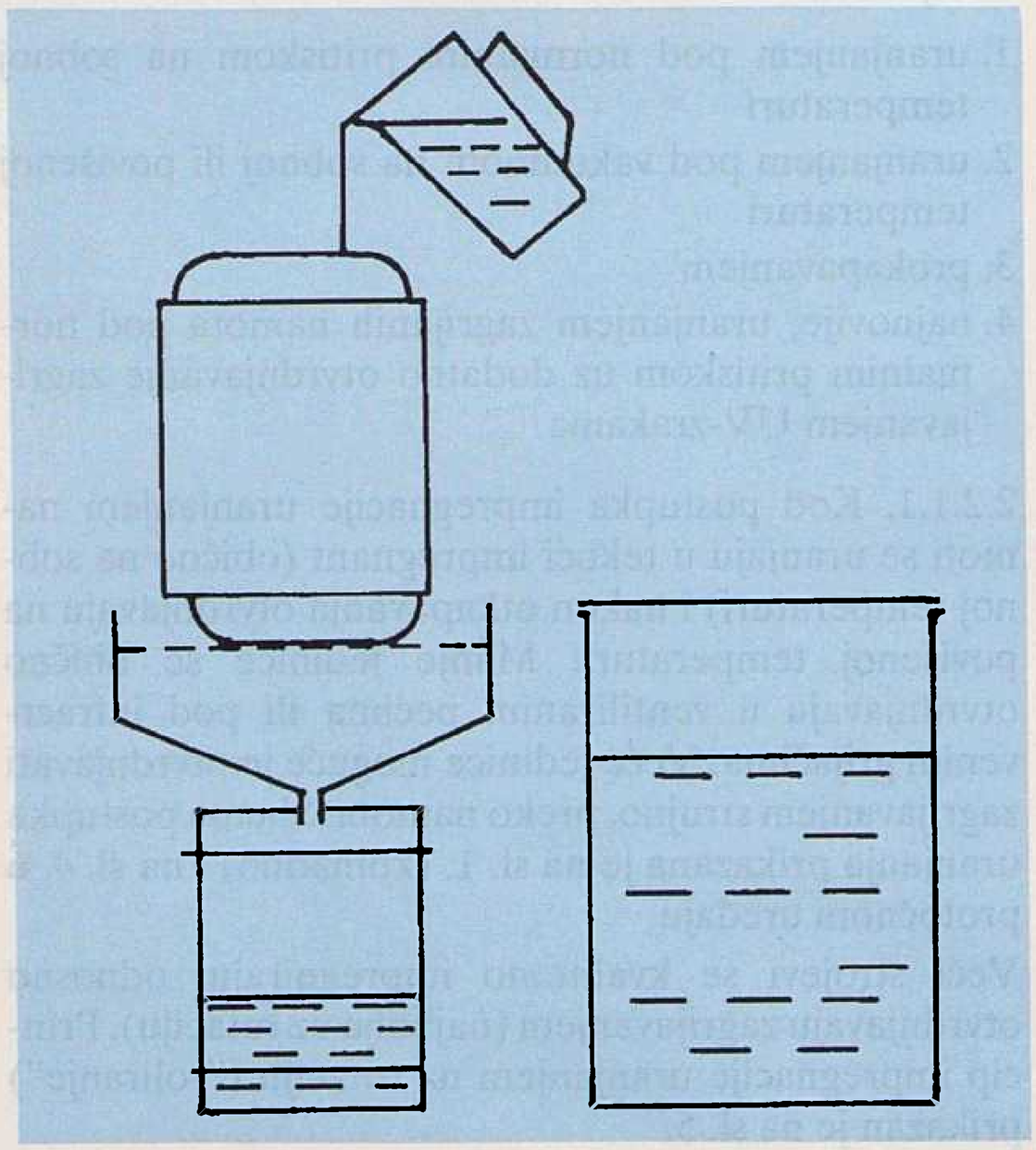
Veći strojevi se kvalitetno impregniraju, odnosno otvrdnjavaju zagrijavanjem (najbolje uz rotaciju). Princip impregnacije uranjanjem uz rotaciju ("roliranje") prikazan je na sl. 5.

Ako nije moguće primijeniti nijedan od navedenih postupaka, kao najmanje preporučljiv moguć je postupak impregnacije polijevanjem prikazan shematski na sl. 2. Otvdnjavanje se izvodi kao kod uranjanja.

2.2.1.2. Impregnacija uranjanjem pod vakuumom provodi se u slučaju kad je nužno postići vrhunsku kvalitetu i kod gusto punjenih namota (naročito s tankom lak-žicom), jer se na taj način postiže dobro prodiranje impregnanta u namot. Namoti (ili strojevi), koje treba impregnirati, stave se u kotao, kome se može isisati



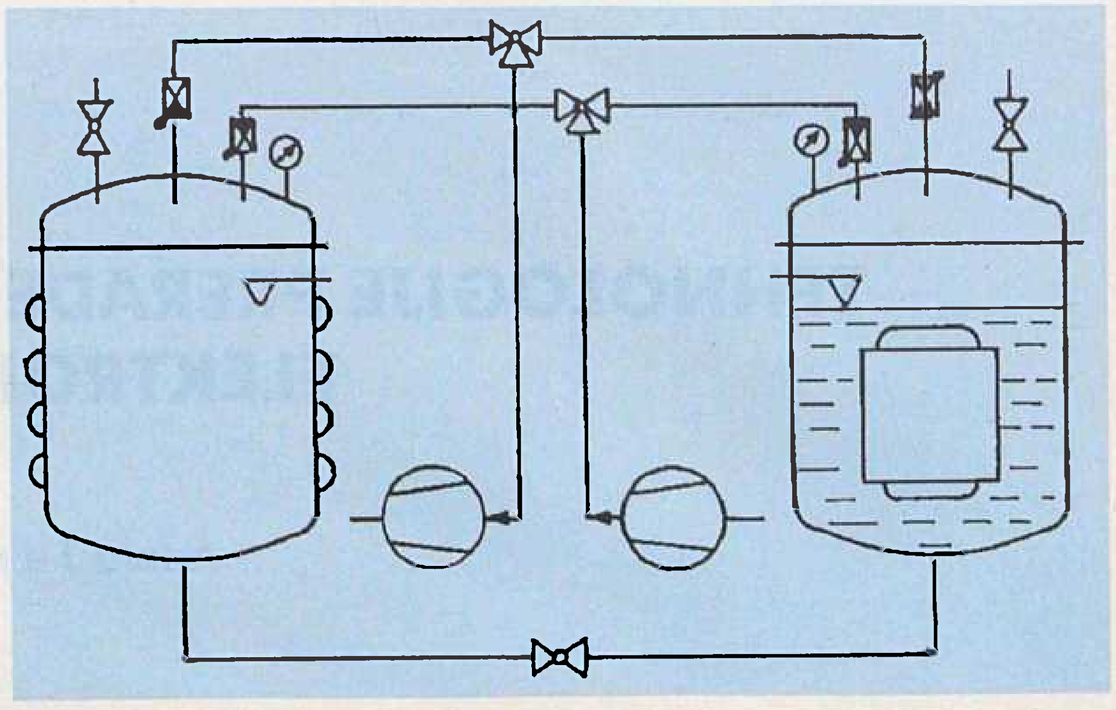
Slika 1. Shema impregnacije uranjanjem pod normalnim pritiskom



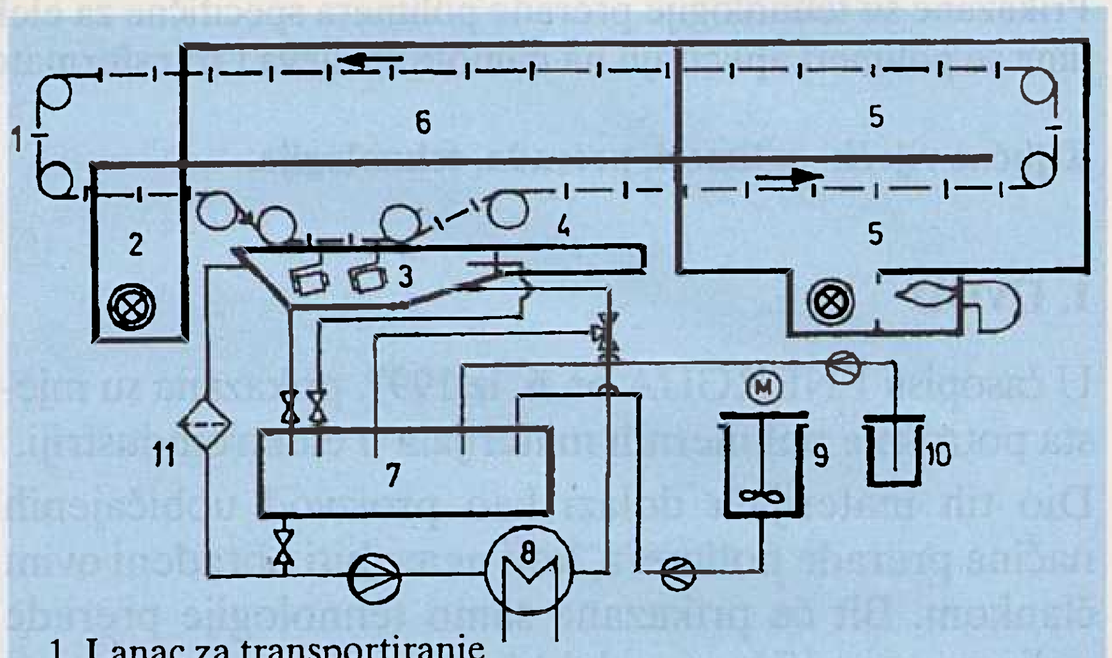
Slika 2. Shema impregnacije polijevanjem

zrak. Nakon postizanja željenog vakuuma u kotao se dovodi impregnant, koji ispuni sve šupljine, u kojima je bio zrak. Prema potrebi nakon vakuuma može se u impregnacijski kotao dovesti i zrak pod pritiskom. Na taj način se impregnant natisne u eventualno zaostale šupljine i takav se postupak naziva vakuum-tlačna impregnacija.

Shema impregnacije pod vakuumom prikazana je na sl. 3.



Slika 3. Shema impregnacije uranjanjem pod vakuumom



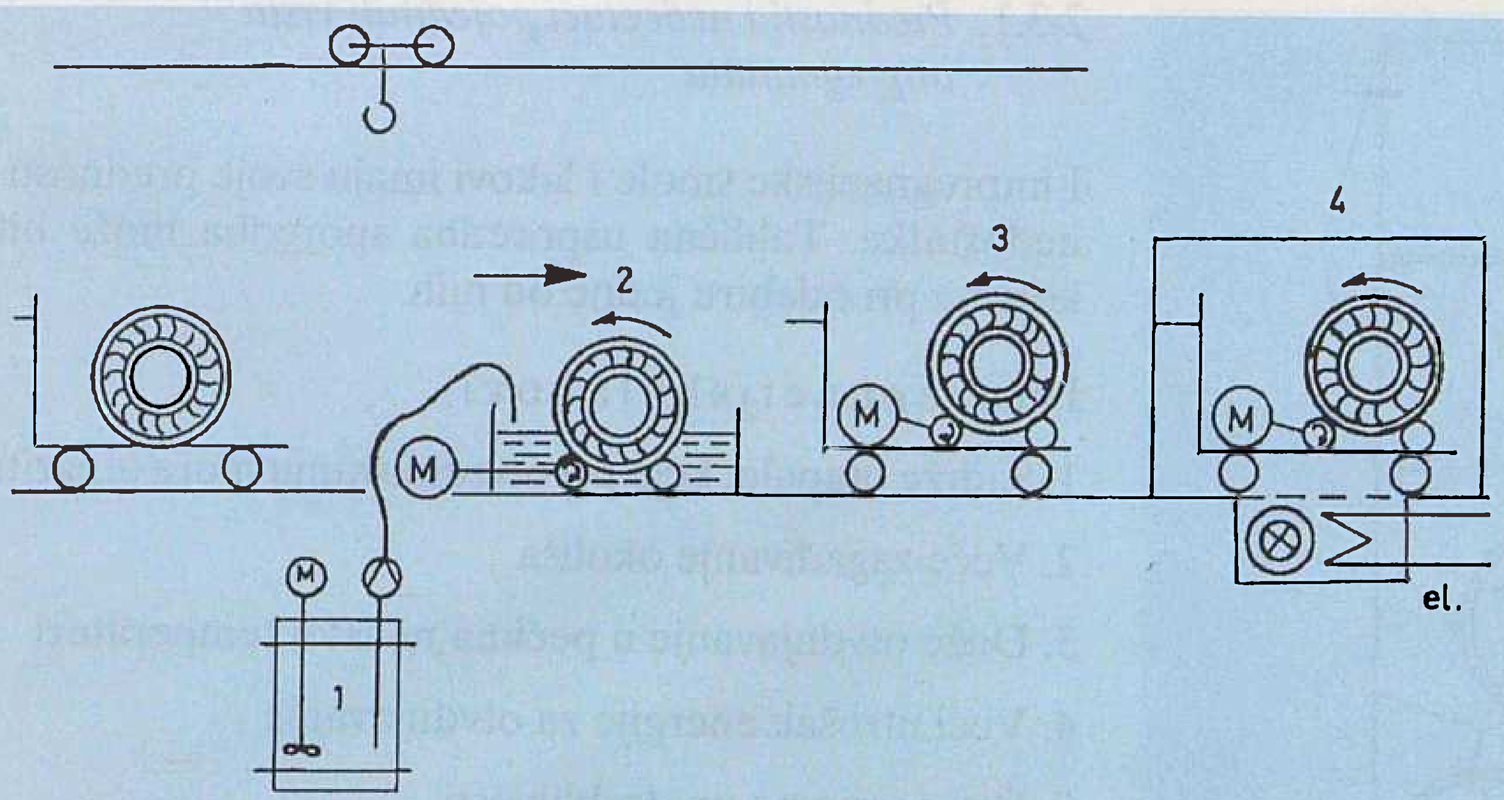
1. Lanac za transportiranje
2. Komora za predgrijavanje
3. Kotao za uranjanje
4. Kotao za otkapavanje
5. Protočna peć
6. Tunel za hlađenje
7. Spremnik za impregnacijsku smolu
8. Temperiranje smole
9. Posuda za miješanje
10. Spremnik za stirol
11. Filtar

Slika 4. Shema protočnog uređaja za impregnaciju uranjanjem

2.2.1.3. Pod impregnacijom prokapavanjem podrazumijeva se postupak, kojim se namot zagrije na potrebnu temperaturu, a impregnant se u tankom mlazu nanosi (kapanjem) na jednom kraju namota sve dok ne počne izlaziti na drugom (donjem) kraju. Tada se namot zagrijava na potrebnu višu temperaturu (preko namota ili infracrvenim grijačima) sve dok impregnant ne otvrdne. Za vrijeme impregnacije i otvrdnjavanja objekt polako rotira. Zbog toga impregnant dobro prodire u sve dijelove namota i postigne se vrlo dobra kvaliteta impregnacije. Shema impregnacije prokapavanjem prikazana je na sl. 6.

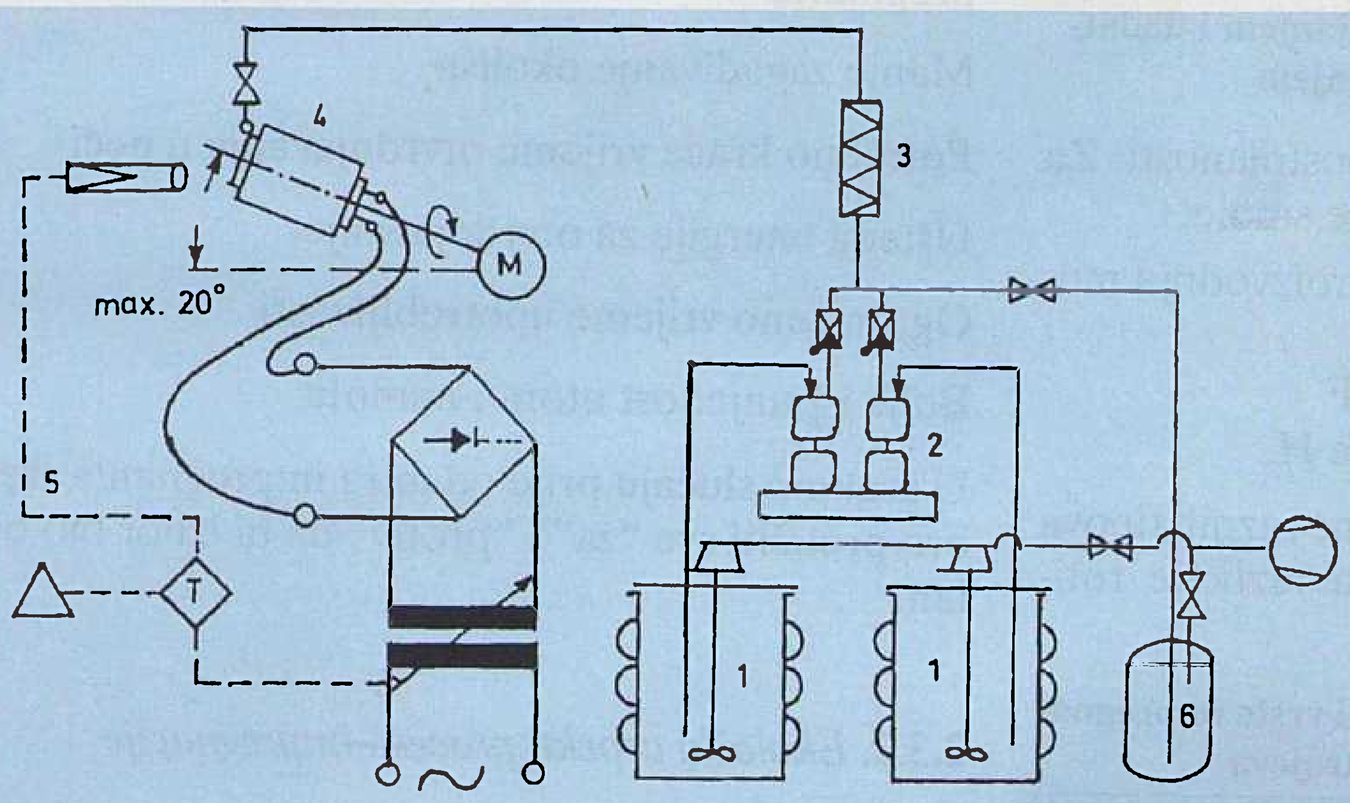
2.2.1.4. Najnoviji razvijeni postupak impregnacije je impregnacija uranjanjem vrućeg namota uz dodatno otvrdnjavanje UV-zrakama. Pri tome se vrući namoti uranjaju pri sobnoj temperaturi, u posebno sintetiziranu impregnacijsku smolu.

Toplina u namotu pomaže da smola prodre u sve dijelove namota. Nakon otkapavanja namot se strujno



1. Spremnik za miješanje i čuvanje impregnanta
2. Uranjanje uz roliranje
3. Otkapavanje
4. Otvrdnjavanje

Slika 5. Shema impregnacije uranjanjem uz roliranje



1. Spremnici za impregnant
2. Pumpe za doziranje
3. Statički mješač
4. Mjesto za prokapavanje
5. Regulacija temperature preko IR-senzora
6. Otapalo za ispiranje

Slika 6. Shema impregnacije prokapavanjem

grije i smola u namotu brzo otvrdne. Razvijena toplina ipak nije dovoljna da se zagrije i paket limova pa se smola na paketu otvrdnjava dodatnim UV-zrakama. Shema ovog postupka prikazana je na sl. 7.

2.2.2. *Impregnacija namota izrađenih od Cu-profila izoliranih tinjčevim i drugim izolacijskim trakama*

Ovaj tip namota primjenjuje se u visokonaponskim motorima i generatorima. Zbog teškog prodiranja impregnanta kroz više slojeva izolacijskih traka u ovom slučaju je obvezna impregnacija pod vakuumom.

Uređaji za impregnaciju ovog tipa namota mogu biti različitih izvedbi, a prilagođeni su veličini i obliku vodiča (namota), koji se impregniraju. Tako su i za impregnaciju generatoskih štapova konstruirani posebno prilagođeni uređaji za impregnaciju pod vakuumom kao i odgovarujuće naprave za otvrdnjavanje. Impregnirani štapovi oblikuju se i otvrdnjavaju pod povišenom temperaturom u zagrijanim prešama i posebnim pećima.

2.3. Impregnanti

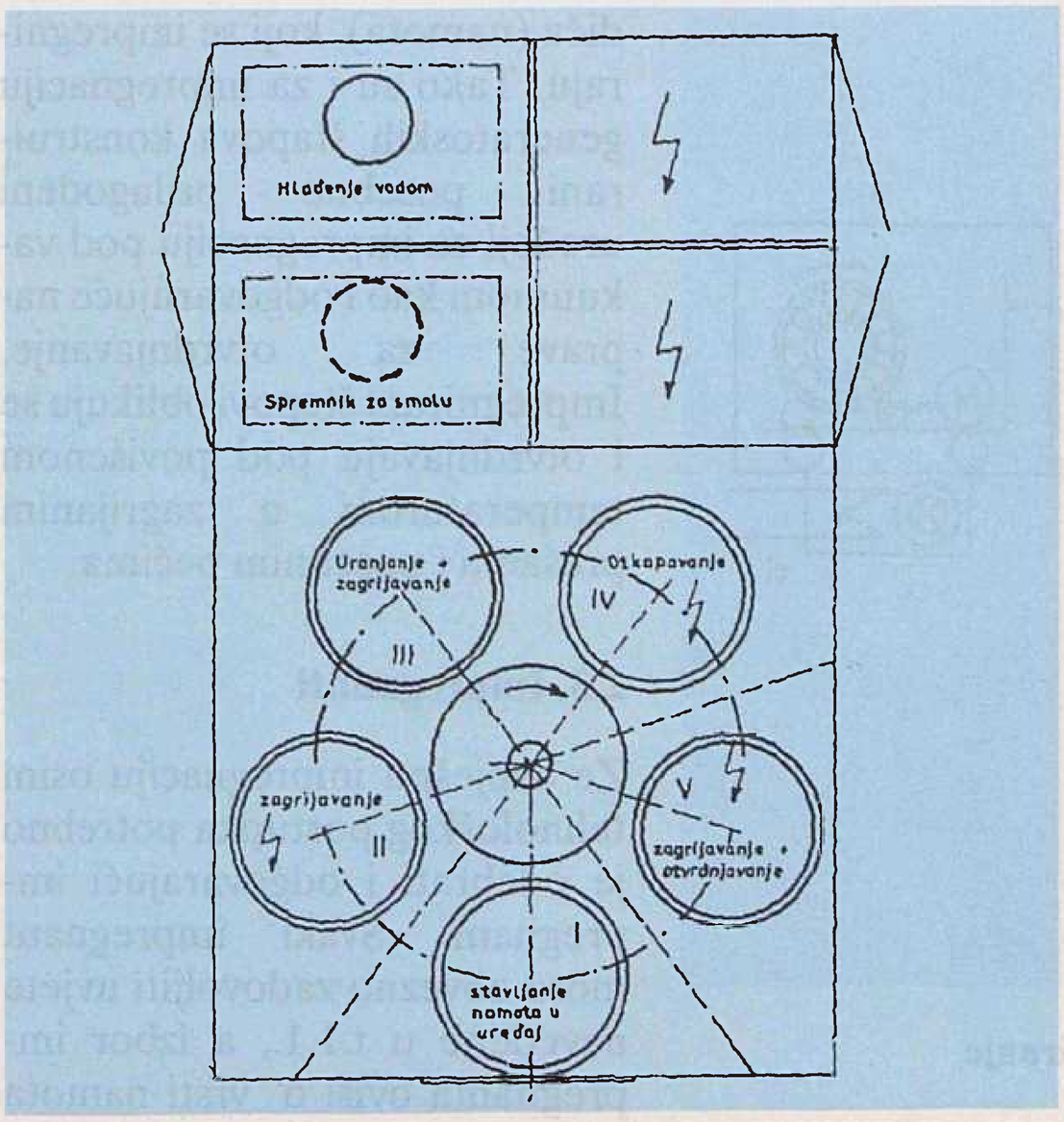
Za uspješnu impregnaciju osim tehnološkog postupka potrebno je odabrati i odgovarajući impregnant. Svaki impregnant mora obvezno zadovoljiti uvjete navedene u t.1.1., a izbor impregnanta ovisi o vrsti namota koji se impregniraju i o odabranom postupku impregnacije. Pri odabiru impregnanta treba također voditi računa i o materijalima prethodno ugrađenim u namotu, tj. o njihovoj kompatibilnosti s impregnantom.

Prvi poznati i dugo vremena nezamjenjivi impregnant bila je alkoholna otopina šelaka. U današnje vrijeme šelak ne može ispuniti povećane zahtjeve, pa se za impregnaciju rabe novi sintetizirani materijali. Suvremeni impregnanti mogu se podijeliti u dvije osnovne grupe - impregnacijske lakove i impregnacijske smole.

Impregnacijski lakovi su otopine smola u organskim otapalima, koja se u postupku impregnacije treba iz namota odstraniti. To je i tehnološki i ekološki problem, a time i financijski.

Impregnacijske smole su tvorevine novijeg datuma. Ne sadrže klasična otapala već samo reaktivna, koja pri otvrdnjavanju impregnanta ulaze u reakciju. Zbog toga daju kompaktnije namote, obično se brže otvrdnjavaju, pa su i ekonomski i ekološki pogodnije.

Prije odluke o primjeni impregnanta treba dobro proučiti sve prednosti i nedostatke svakoga od njih. Općenito se može reći, da se za visokoserijsku proizvodnju (motora i transformatora) za impregnaciju koriste impregnacijske smole. U maloserijskoj proizvodnji i u popravcima preporučljivije je upotrijebiti impregnacijske lakove zbog dužeg vremena upotrebljivosti. Izbor vrste smole/laka ovisi i o drugim



Slika 7. Shema impregnacije vrućim uranjanjem i dodatnim otvrdnjavanjem UV - zračenjem

zahtjevima, prvenstveno o toplinskoj postojanosti. Za impregnaciju se upotrebljavaju slijedeće smole:

- poliestermidske - za visokoserijsku proizvodnju motora topl. Kl. F
- epoksidne - za VN namote topl. Kl. F
- silikonske - za motore toplinske klase H.

U tablici 1 su prikazane moguće primjene raznih tipova smola uz odgovarajuće tehnologije za različite rotirajuće strojeve.

Tablica 1. Preporučljivi načini ipregnacije i vrste impregnacijskih smola za razne tipove rotirajućih strojeva

Primjer primjene	Uranjanje EP	UP	Si	Prokapavanje EP	UP
Univerzalni motori do oko 0.5 kW	-	-	-	+	++
(kućanstvo i alatni strojevi)					
Izmjenični motori do oko o.5 kW	-	++	-	-	+
(motori za crpke i pneumatski motori)					
Trofazni motori do veličine 71	-	++	-	-	++
(industrijski i pogonski motori)					
Trofazni motori veličine 80...355	-	++	-	-	+
(industrijski motori i motori za					
kemijsku industriju)					
Istosmjerni strojevi 1...1000 kW	+	++	-	-	-
(motori za dizalice pogonski)					
Visokonaponski strojevi	++	+	-	-	-
Vučni strojevi	++	+	++	-	-
++ preporučuje se + moguće - nije uobičajeno					

2.3.1. *Prednosti i nedostaci pojedinih vrsta impregnanata*

I impregnacijske smole i lakovi imaju svoje prednosti i nedostatke. Tablična usporedba sporedba može biti korisna pri odabiru jedne od njih.

I m p r e g n a c i j s k i l a k o v i

1. Sadrže otapalo, koje pri otvrdnjavanju mora otpariti
2. Veće zagađivanje okoliša
3. Duže otvdnjavanje u pećima na istoj temperaturi
4. Veći utrošak energije za otvdnjavanje
5. Dugo vrijeme upotrebljivosti
6. Slabija ispunjenost utora i unutrašnjosti namota

I m p r e g n a c i j s k e s m o l e

Sadrže reaktivno otapalo, koje samo djelomično otpari, a većim dijelom ulazi u reakciju umrežavanja impregnanta

Manje zagađivanje okoliša

Potrebno kraće vrijeme otvrdnjavanja u peći

Ušteda energije za otvrdnjavanje

Ograničeno vrijeme upotrebljivosti

Bolja ispunjenost utora i namota

U svakom slučaju prije odabira impregnanta treba dobro proučiti sve "za" i "protiv" da bi izbor bio optimalan.

2.3.2. *Ekološki aspekti procesa impregnacije*

Osim tehničko-tehnoloških aspekata procesa impregnacije, potrebno je voditi računa i o utjecaju na okoliš.

Pri otvrdnjavanju impregnacijskih lakova oko 50% ukupnog impregnanta čini otapalo, koje ispari u okoliš. Zbog toga je nužno u pogonu impregnacije ugraditi efikasnu ventilaciju, a najbolje je (u slučaju velike proizvodnje) ugraditi postrojenje za kondenzaciju otparanog otapala. Time se otpareno otapalo može ponovo koristiti, a umanjuje se zagađivanje okoliša.

Poliestermidske smole sadrže reaktivno otapalo (najčešće stiren), koji pri otvrdnjavanju ulazi u reakciju i umrežava se sa smolom. Jedan dio otapala ipak odalazi u okoliš pa ga također treba odstraniti. Stiren je posebno neugodan jer ima vrlo nizak prag osjetljivosti na mirise i njegova se prisutnost osjeti već u najnižim koncentracijama. Osim toga postoje i propisi o najnižoj dopuštenoj koncentraciji otapala u zraku.

Epoksidne smole nemaju mirisa, ali se pokazalo da je dosta ljudi alergično na epoksidne smole, pa kao i u prethodnim slučajevima treba stogo voditi računa o mjerama higijensko-tehničke zaštite.

Silikonske smole također nemaju mirisa, a i upotrebljavaju se u manjim količinama. Za silikonske lakove vrijede ista pravila kao i za ostale lakove, jer također sadrže otapala, koja moraju pri otvrdnjavanju otpariti.

3. ZALIJEVANJE

3.1. Namjena i zahtjevi

Zalijevanje je drugi tipični postupak prerade polimera u elektroindustriji. Svrha zalijevanja je zaštita aktivnih dijelova uređaja od vanjskih utjecaja oblačenjem u tanji ili deblji sloj nekog polimernog materijala, koji ujedno služi i kao elektroizolacija.

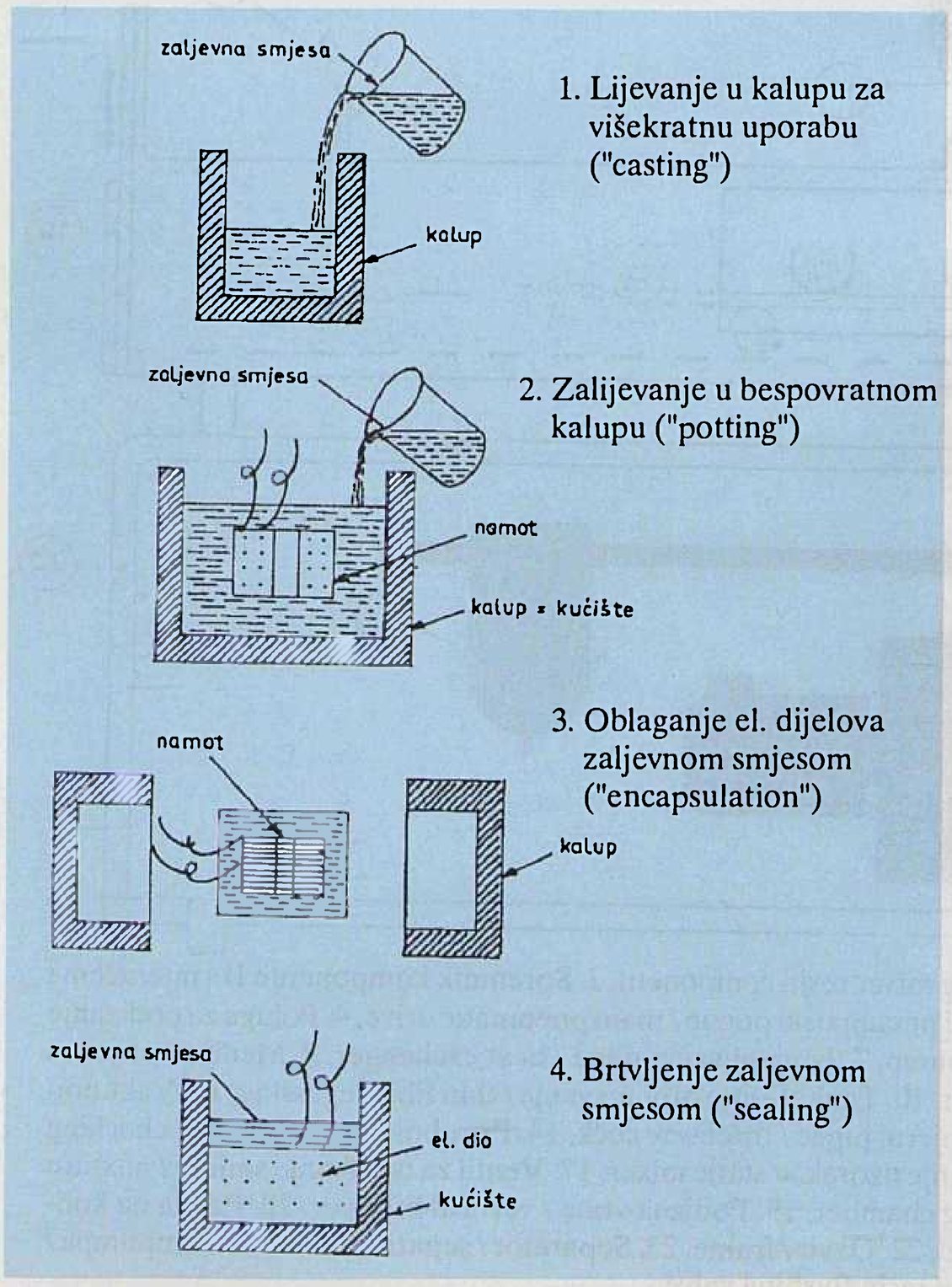
Polimerni materijali, koji služe za zalijevanje moraju posjedovati odereñena mehanička, elektroizolacijska i toplinska svojstva, postojanost na kemikalije i atmosferilije te lakoću prerade.

3.2. Tehnološki postupci zalijevanja

U praksi razlikujemo dva osnovna postupka zalijevanja:

a) ručno (komadno)

b) strojno (serijski)



Slika 8. Tipični postupci lijevanja / zalijevanja u elektroindustriji

Prema načinu zalijevanja razlikujemo:

1. lijevanje u kalupu za višekratnu uporabu (engl. "casting")
2. zalijevanje u bespovratnom kalupu ("potting")
3. oblaganje el. dijelova zaljevnom smjesom u dvodjelonom kalupu za višekratnu uporabu ("encapsulation")
4. brtvljenje el. sklopova zaljevnom smjesom.

Shematski su ovi načini prikazani na sl. 8.

Princip rada pri zalijevanju je, da se zaljevna smjesa priredi u nekoj posudi i da se dijelovi zalijevaju pod uvjetima specifičnim za svaku pojedinu smjesu.

Na sl. 9. prikazan je princip rada jednog uređaja za serijsko lijevanje, koji ima i spremnike za pripremu zaljevne smjese. I miješanje i lijevanje moguće je pod vakuumom.

Treba napomenuti, da se svi dijelovi električkih uređaja, koji rade pod visokim naponom moraju zalijevati pod vakuumom. To je nužno, da se iz zaljevne mase odstrane mjehurići zraka, koji bi mogli prouzročiti nehomogenost materijala u otvrdnutom stanju. Pod visokim naponom na tim nehomogenim mjestima može doći do parcijalnih izbijanja, koja predstavljaju početke degradacije zaljevnog materijala.

3.3. Vrste zaljevnih smjesa

Pod zaljevnim smjesama podrazumijevaju se mješavine sintetskih smola, otvrñivača (aktivatora reakcije) i različitih dodataka

Sintetske smole koje se najčešće upotrebljavaju su:

- epoksidne
- poliuretanske
- silikonske i (rjeñe)
- poliesterske.

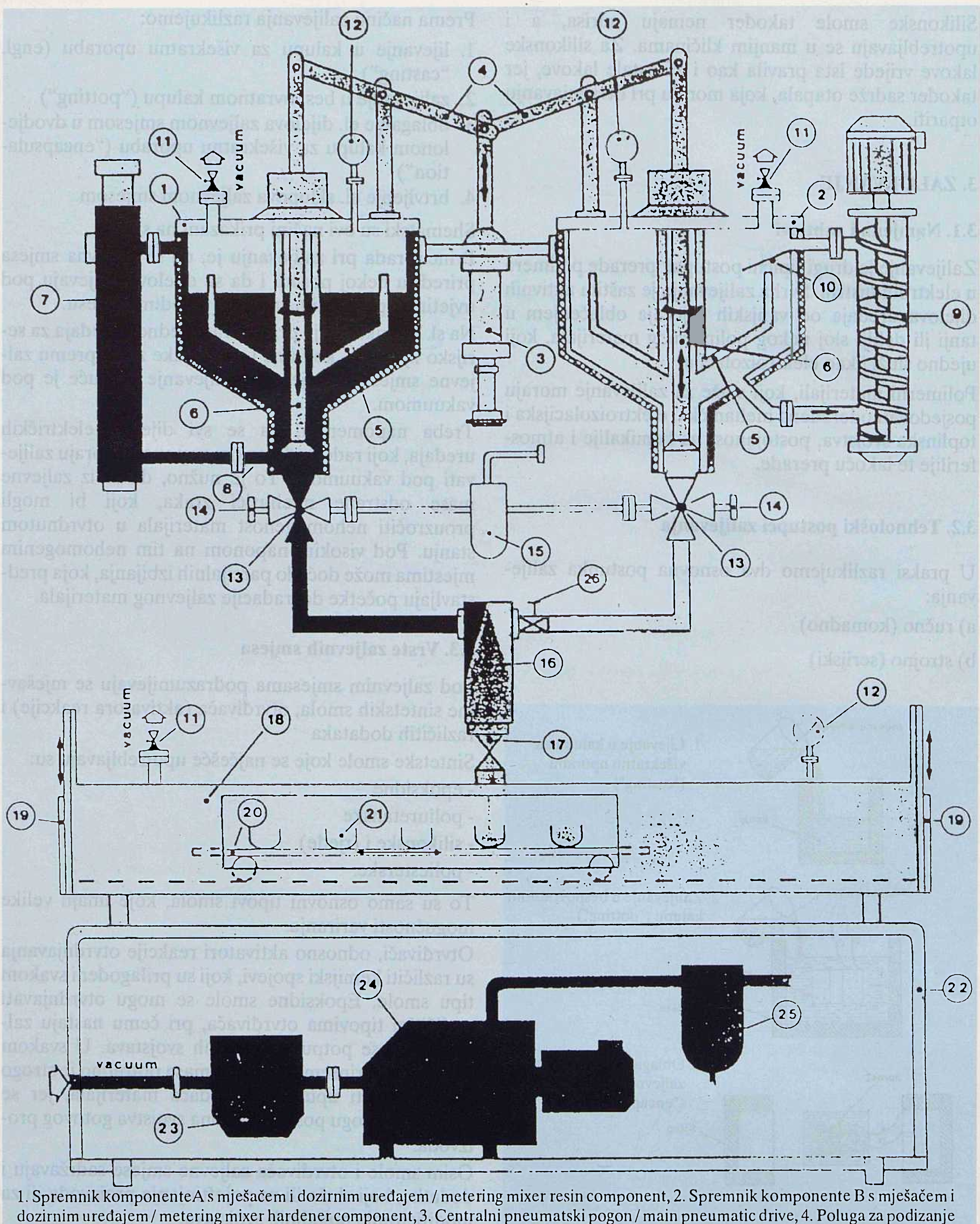
To su samo osnovni tipovi smola, koje imaju velike mogućnosti variranja.

Otvrñivači, odnosno aktivatori reakcije otvrdnjavanja su različiti kemijski spojevi, koji su prilagoñeni svakom tipu smole. Epoksidne smole se mogu otvrdnjavati različitim tipovima otvrñivača, pri čemu nastaju zaljevne smjese potpuno različitih svojstava. U svakom slučaju, pri pripremi zaljevnih masa potrebno je strogo se pridržavati uputa proizvoñača materijala, jer se samo tako mogu postići porebna svojstva gotovog proizvoda.

Osim smole i otvrñivača zaljevne smjese sadržavaju i dodatke, koji služe ili za pojeftinjenje proizvoda ili za modificiranje pojedinih svojstava.

Za pojeftinjenje se u zaljevne smjese dodaju različita (mineralna) punila kao što su kremeno brašno, Al-oksid, dolomitno brašno i sl. Osim pojeftinjenja dodatkom punila postižu se i različita svojstva.

Pored punila (ovisno o tipu zaljevne smjese) mogu se dodavati ubzivači reakcije otvdnjavanja, fleksibilizatori, pigmenti i dr. Sintetske smole, koje se upo-



1. Spremnik komponenteA s mješačem i dozirnim uređajem / metering mixer resin component, 2. Spremnik komponente B s mješačem i dozirnim uređajem / metering mixer hardener component, 3. Centralni pneumatski pogon / main pneumatic drive, 4. Poluga za podizanje / lever roddings, 5. Mješač / agitator, 6. Pumpa za doziranje / dosing pump, 7. Izmjenjivač topline / heat exchanger, 8. Medij za prijenos topline / heat transferrant circuit, 9. Pužni transporter / screw conveyor, 10. Tankoslojno otplinjavanje / thin film degassing, 11. Vakuumski ventil /vacuum valve, 12. Vakuummetar / vacuum gauge, 13. Trosmjerni pipac / threeway cock, 14. Prirubnica za testiranje / checking flange, 15. Spremnik za otapalo / solvent tank, 16. Prirubnica za uzimanje uzoraka / static mixer, 17. Ventil za ispuštanje smjese / mixture outlet valve, 18. Komora za lijevanje pod vakuumom / vacuum casting chamber, 19. Podizna vrata / vertical lift door, 20. Paleta na kolicima za lijevanje / pallet on carrier, 21. Kalup za lijevanje / casting mold, 22. Okvir / frame, 23. Separator / separator, 24. Vakuumpumpa / vacuum pump, 25. Ispusni filtar / exhaus filter, 26. Ventil za ispiranje / resin flushing valve

Slika 9. Shema uređaja za serijsko zalijevanje uz mogućnost pripreme zaljevne smjese i rad pod vakuumom

trebljavaju za zaljevne smjese obično ne sadrže otapala, ali im se mogu dodavati tzv. reaktivni razrjeđivači. To je slučaj kod epoksidnih smola, kojima se svojstva mogu najlakše modificirati. Zato se epoksidne smole kupuju obično odvojeno, a zaljevne smjese formuliraju sami korisnici. Moguće je kupiti i gotove smjese, koje su nešto skuplje.

Poliuretanske zaljevne smjese kupuju se obično kao gotove formulirane smjese, jer su jako osjetljive na prisustvo vlage, pa im je priprema priblematična. Silikonske zaljevne smjese se kupuju također već formulirane.

Izbor zaljevne smjese za primjenu u pojedinom proizvodu ovisi o mnogo faktora:

a) željenim svojstvima
b) raspoloživoj opremi
c) ekonomskim zahtjevima
d) ekološkim zahtjevima.

Ekološki zahtjevi kod zaljevnih smjesa nisu tako veliki kao pri impregnaciji, ali se ne smiju zanemariti mjere zaštite pri radu specifične za svaku zaljevnu smjesu.

4. ZAKLJUČAK

I impregnacija i zalijevanje su specifične tehnologije nužne u procesu izrade rotirajućih strojeva i transformatora. Svaka od ovih tehnologija ima svoje specifične zahtjeve, koji se za postizanje konačnog proizvoda moraju zadovoljiti. Prije izbora vrste impregnanta (odnosno zaljevne smjese) treba dobro proučiti sve zahtjeve za gotovim proizvodom i mogućnosti prerade. To utječe i na izbor tehnologije prerade, koja ima odraza i na kvalitetu konačnog proizvoda, također na okoliš i u krajnjem slučaju na financijski efekt. Posebno treba voditi računa o tome, da se ovdje radi o materijalima, koji mogu imati i utjecaj na okoliš i na zdravlje radnika. Zbog toga se obvezatno treba pridržavati mjera zaštite pri radu s ovim materijalima.

LITERATURA

[1] W. OBURGER: "Die Isolierstoffe der Elektrotechnik", Springer Verlag 1957.

[2] P. RILLER: 25. "Technisches Presskoloqium der AEG", Okt. 11/18 1990.

[3] Tehnički podaci firme “Huebers” iz Bocholta, Njemačka

[4] A. JENGIĆ: "Istraživanje mogućnosti zamjene laka Voltateks E 1141 novim impregnantom topl. kl. F" (interni rad za KONČAR - IET)

[5] A. JENGIĆ: "Analiza mogućnosti zamjene EP-zaljevne smjese poliuretanskima za zalijevanje mjernih transformatora" (interni rad za KONČAR - IET)

[6] E. SCHUHLEIN: "Grundsatzliche Uberlegungen zum gleichzeitigen Einsatz von Trank- und Giessmitteln sowie Flachenisolierstoffe" (Referat na BASF Farben+Fasern Trank- und Gieessmittel- Tagung u Hamburgu 1974.)

[7] H. LEE and K. NEVILLE: "Handbook of Epoxy Resins"

SPECIFIC POLYMER PROCESSING TECHNOLOGIES IN ELECTRIC INDUSTRY

Specific polymer processing technologies in electric industry are presented. Impregnation and filling procedures are described, which are used for polymer application on machine and transformer windings in the production process.

VERARBEITUNGSVERFAHREN VON POLYMEREN FÜR DIE ELEKTROINDUSTRIE

Dargesstellt sind Verarbeitungsverfahren von Polymeren welche für die Elektroindustrie spezifisch sind. Beschrieben sind Impregnier- und Gieß- Verfahren welche im Maschienen- und Transformatoren- Fertigungsvorgang für Wicklungen verwendet werden.

Naslov pisca:

Adela Jengić, dipl. ing.
Končar – Institut za elektrotehniku
Baštijanova b.b.
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-01-21.

ELKA

UTEMELJENA 1927. god.

PROIZVODNI PROGRAM

- ENERGETSKI KABELI
- SAVITLJIVI I INSTALACIJSKI VODOVI I KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIMA
- SAVITLJIVI I INSTALACIJSKI VODOVI I KABELI IZOLIRANI ELASTOMERIMA
- BRODSKI KABELI
- KABELI I KONEKTORI ZA AERODROMSKE INSTALACIJE
- TELEKOMUNIKACIJSKI KABELI
- SIGNALNO-UPRAVLJAČKI, MJERNI I KABELI ZA INFORMATIČKE MREŽE
- RUDARSKI KABELI
- KABELI ZA ZAVARIVANJE
- SPECIJALNI VODOVI I KABELI
- KONFEKCIONIRANI VODOVI IKABELI
- KONFEKCIONIRANI KABELI I VODOVI
- LAKIRANA ŽICA
- ALUMINIJSKA, ALU-ČELIČNA I UŽAD OD ALUMINIJSKIH LEGURA
- ZAŠTITNA UŽAD SA SVJETLOVODNIM NITIMA (OPGW)
- ČELIČNA UŽAD I PRIVEZICE ZA DIZALICE, BRODOVE I DRUGE NAMJENE
- IZOLACIJSKI MATERIJALI



Planeta Zemlja...

Čovjek...

Kabeli...

ELKA d.d.
Tvornica električnih kabela
Žitnjak bb, 10 000 ZAGREB
TEL: 01/ 233 22 00
FAX: 01/22 38 98

ELKA
TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA

POGON I: ELKA-METALNA UŽARIJA, BIOGRADSKA BB, 23 000 ZADAR; ■ TEL.: + +385 (023) 43 69 22; FAX: + +385 (023) 44 16 72

POGON II: ELKA-MIKROKABEL, TUGONICA BB, 49 247 ZLATAR BISTRICA; ■ TEL.: + +385 (049) 48 14 22; FAX: + +385 (049) 46 11 39

PLINSKE TURBINE U TOPLANAMA-ELEKTRANAMA U ZAGREBU

Mr. sc. Miroslav Š a n d e r, Zagreb

UDK 621.165.001:697.34
STRUČNI ČLANAK

Termoelektrane-toplane u Zagrebu uvode u svoja postrojenja plinske turbine u kombiniranom kogeneracijskom procesu. Ovdje se plinska turbina promatra izdvojena iz procesa u svrhu prikaza same plinske turbine s njenim posebnim tehničkim osobinama, njenim prednostima i nedostacima. Uz opći teorijski uvod prkazana su tekuća i plinovita goriva plinskih turbina. U novim plinskim turbinama mogu se upotrijebiti praktički svi naftni derivati, uz određene uvjete i ograničenja. Plinske turbine u EL-TO Zagreb s oznakom MS5001 su starije turbine snage 2x25 MW, a plinske turbine u TE-TO Zagreb s oznakom MS6001FA ili 6FA su zadnje u nizu tzv. GE F tehnologije.

Sustavi izgaranja su izvedeni za pogon sa zemnim plinom pri čemu on ima svojstvo dobrog paljenja, stabilnog izgaranja s visokim stupnjem djelovanja i dugim životnim vijekom u svim pogonskim uvjetima. Reduktori između plinskih turbina i električnih generatora smanjuju brzinu vrtnje na vrijednost koju zahtijeva generator. Dani su tehnički podaci o turbinama i opisane glavne komponente.

Ključne riječi: plinska turbina, aksijalni kompresor, komore izgaranja, konstrukcija lopatica i hlađenje, troškovi održavanja, fleksibilnost goriva.

1. UVOD

Termoelektrane toplane u Zagrebu se obnavljaju uvodeći u svoja postrojenja jedan novi tip turbostrojeva; plinsku turbinu. Hrvatska Elektroprivreda doduše već ima iskustvo s plinskim turbinama (Osijek, Dujmovača i neke manje turbine) ali ovdje se radi o dugoročnim rješenjima u kombiniranom i kogeneracijskom procesu. EL-TO Zagreb je započeo radom, dok bi TE-TO trebao započeti radom u bliskoj budućnosti. O radu u kombiniranom procesu već je objavljeno dosta radova, a da se je pri tome iz žiže interesa ispustio sam stroj; plinska turbina s njenim posebnim tehničkim osobinama, njenim prednostima i nedostacima.

Jednostavne plinske turbine s otvorenim ciklusom široko su prodrle u elektroprivrede većih industrijskih zemalja. Kako nisu mogle ni po jediničnoj snazi, niti po iskoristivosti konkurirati velikim parnim turbinama, uvedene su kao jedinice za vršna opterećenja.

Zbog visokog specifičnog potroška topline plinske turbine u otvorenom ciklusu nisu mogle konkurirati parnim turbinama elektroprivrede kad bi se uspoređivale pri trajnom pogonu. One u otvorenom procesu ostaju strojevi samo za vršna opterećenja, koji su u pogonu mali broj sati godišnje [1].

Sa stajališta elektroprivrede plinske turbine uzete same za sebe imaju ove prednosti:

- vrlo niske investicijske troškove
- slobodan izbor termoelektrane, čak i u središtu naseljenih mjesta uz minimalno zauzimanje terena, iznimno brz start
- mogućnost pune automatizacije, daljinskog upravljanja, pa i rad bez osoblja.

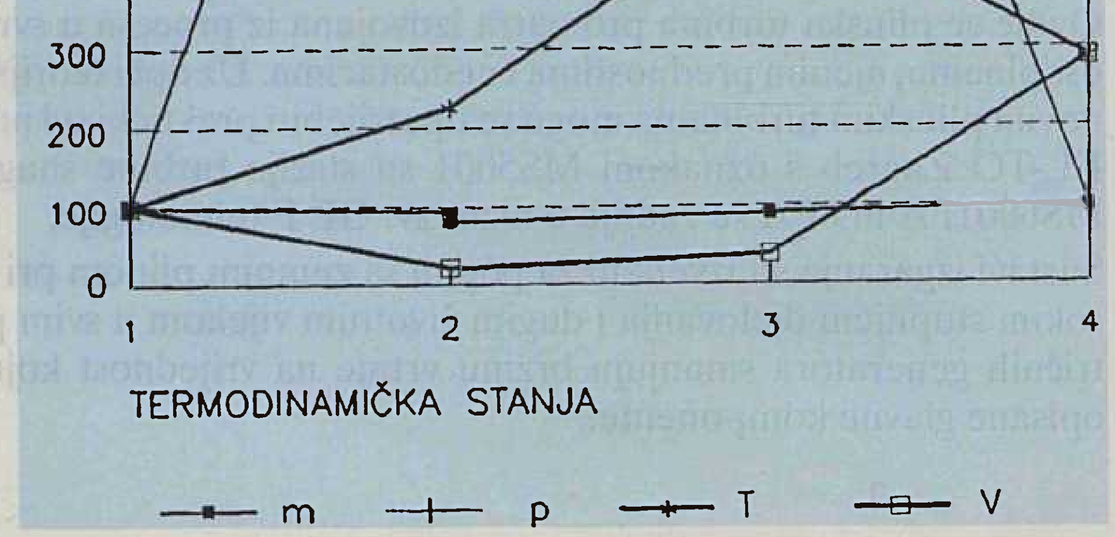
Relativno niski tlakovi radnog medija, visok broj okretaja, rad bez pulzirajućih inercijskih sila u usporedbi s klipnim motorima te neusporedivo manja komora za izgaranje od kotlovnice pri parnom turbinskom ciklusu, daju nižu specifičnu masu postrojenja uspoređivši ga s drugim toplinskim strojevima:

- veliki dizel-motori - 22 do 44 kg/kW
- parne turbine - 11 do 25 kg/kW
- plinske turbine - 0,15 do 6 kg/kW

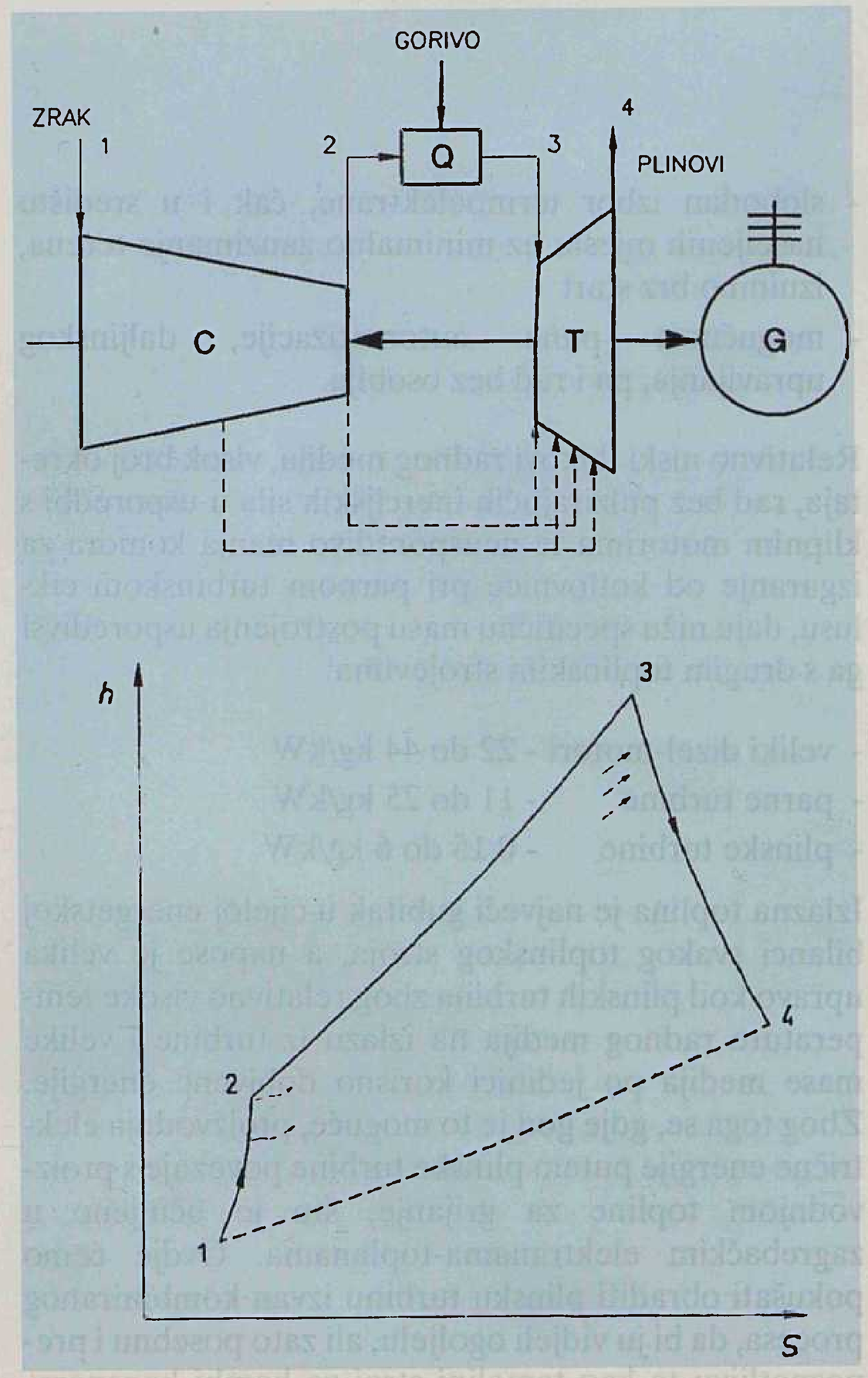
Izlazna toplina je najveći gubitak u cijeloj energetskoj bilanci svakog toplinskog stroja, a napose je velika upravo kod plinskih turbina zbog relativno visoke temperature radnog medija na izlazu iz turbine i velike mase medija po jedinici korisno dobivene energije. Zbog toga se, gdje god je to moguće, proizvodnja električne energije putem plinske turbine povezuje s proizvodnjom topline za grijanje, što je učinjeno u zagrebačkim elektranama-toplanama. Ovdje ćemo pokušati obraditi plinsku turbinu izvan kombiniranog procesa, da bi ju vidjeli ogoljelu, ali zato posebnu i prepoznatljivu te kao temeljni stroj za kombi kogeneracijsko postrojenje.

2. PLINSKA TURBINA - TEORIJA

Sl. 1 pokazuje osnovni plinskoturbinski ciklus. Sl. 2 pokazuje promjenu tlaka, temperature, mase i volumenskog protoka kroz tipičnu zemaljsku plinsku turbinu. Kompresor uvlači zrak kroz usisni filtar s relativno malim padom tlaka. Zrak se komprimira [1-2] te se isporučuje u komoru izgaranja gdje gorivo direktno izgara. Relativno mall pad tlaka i veliki porast temperature (2-3) se zbiva duž komore izgaranja. Visokotemperaturni plinovi izgaranja imaju puno veći volumen nego zrak koji je ušao u komoru izgaranja pa je stoga njihov produkt pxV ili sposobnost da obave mehanički rad znatno veći. Oni ekspandiraju u turbini (3-4) proizvodeći veću snagu od one koju troši kompresor. Turbina pogoni kompresor, a višak rada svladava mehaničke gubitke, te uravnotežava opterećenje. Ispušni plinovi koji napuštaju turbinu su na tlaku nešto većem nego što je atmosferski, ali zato imaju znatno veću temperaturu (2). Gledajući sl. 2 dobro je primijetiti da je volumenski protok koji ulazi u komoru izgaranja 16%, a onaj koji ulazi u turbinu 39%, od kompresorskog ulaznog protoka. Približno 244% povećanja u volumenskom protoku za vrijeme



Slika 2. Termodinamička stanja u idealnom procesu plinske turbine



Slika 1. Idealni model procesa u plinskoj turbini

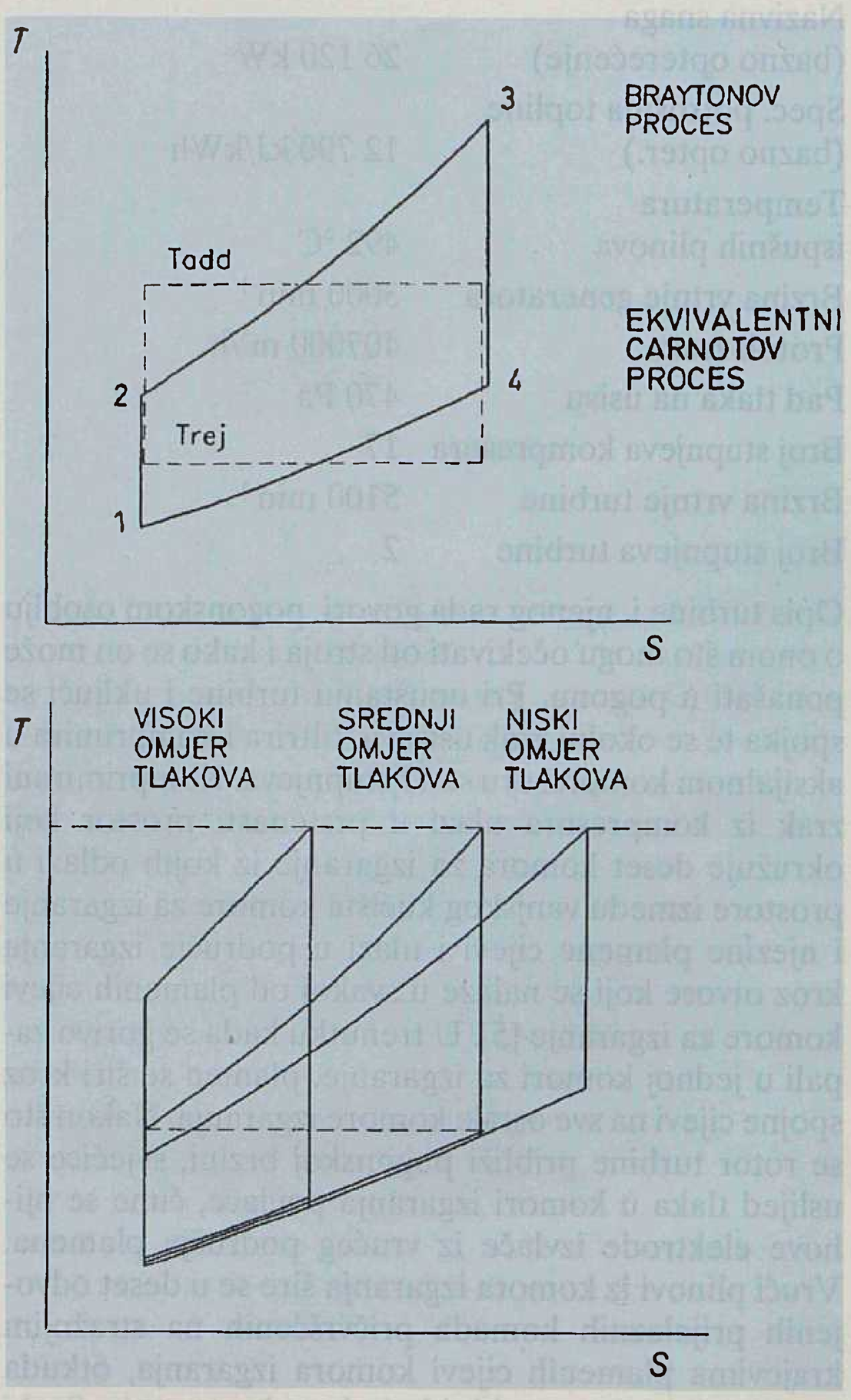
izgaranja pod visokim tlakom omogućava turbini da proizvodi dovoljnu snagu za pogon kompresora, svladavanje gubitaka, te isporuku izlazne snage [3]. Turbinski Braytonov proces prikazan u odnosu na Carnotov idealni dan je na sl. 3, gdje se također vide promjene u T-S dijagramu za različite omjere tlakova.

3. GORIVO PLINSKIH TURBINA

Plinske turbine mogu koristiti široki raspon plinovitih i tekućih goriva no u većini slučajeva nastoji se upotrebljavati gorivo s ograničenim sadržajem nepoželjnih spojeva i elemenata.

Dakle da se spriječi erozija lopatica, korozija materijala i taloženje u krugu plinova izgaranja, gorivo za postrojenje s plinskom turbinom mora imati određena svojstva.

Općenito, u plinovitim gorivima koroziju izazivaju sumpor i alkalijski metali (natrij i kalij). Gorivo sadrži sumpor u obliku sumporovodika (H_2S) i slobodnog sumpora, a alkalijski se metali sa zrakom unose u proces. Sumpor izaziva koroziju cijevi i ventila kojima se gorivo dovodi u komoru izgaranja, te izmjenjivača topline. U dovodnim dijelovima postrojenja korozija se sprječava upotrebom antikorozijskih legura, a metalne će se površine u kotlu na ispušne plinove od nje sačuvati ako se temperatura ispušnih plinova održava iznad temperature rosišta sumporne kiseline. Dijelovi turbine s najvišim temperaturama izvrgnuti su koroziji kad plinovi izgaranja istodobno sadrže sumpor i alka-



Slika 3. Braytonov proces

lijske metale. Ti elementi za vrijeme izgaranja stvaraju natrijev sulfat, a on izaziva intenzivnu koroziju lopatica u turbini. Stoga je znatno važnije ograničiti sadržaj alkalijskih metala u zraku nego udio sumpora u gorivu. U zagrebačkom slučaju u plinovitom gorivu nema sumporovodika (H_2S) i slobodnog sumpora pa je ova opasnost izbjegnuta.

Što se tiče tekućih goriva u plinskim turbinama mogu se upotrijebiti praktički svi naftni derivati uz određene uvjete i ograničenja.

Gorivo mora imati stanovita fizikalna svojstva, čistoću i viskoznost. Prije nego što se dovede u komoru izgaranja mora se filtrirati. Za lakše derivate mehaničke nečistoće ne smiju premašiti dimenzije od 5 μm, a za teške derivate 25 μm. Mehaničke nečistoće, naime, skraćuju životni vijek pumpa za gorivo i turbinskih lopatica. Lakši se derivati na ulazu u komoru izgaranja raspršuju mehanički ili pomoću niskotlačnog zraka i ne moraju se pregrijavati iznad temperature okoline, a teži na temperaturu od 50 do 120°C, ovisno o viskoznosti goriva [4].

Kemijski sastav tekućih goriva, a posebno pepela, od najveće je važnosti za plinske turbine zbog visokih temperatura plinova izgaranja. Nepovoljni kemijski sastav goriva u najboljem slučaju uzrokovat će smolasta taloženja na turbinskim lopaticama, a u nepovoljnijim uvjetima korozija bitno skraćuje životni vijek dijelova izvrgnutih visokim temperaturama. To, međutim, ne znači da sva tekuća goriva moraju biti posebno pripremljena ili pročišćena prije uporabe u plinskim turbinama.

Pet kemijskih elemenata u gorivu najviše utječe na njegove osobine. To su: vanadij, natrij, kalij, olovo i kalcij. Prva četiri izazivaju koroziju pri visokim temperaturama, a svih pet elemenata uzrokuje taloženje na turbinskim lopaticama, koje je teško ukloniti. Zbog toga se turbini snaga smanjuje. Premda je utjecaj svih pet elemenata znatan, na ograničenosti uporabe težih derivata uglavnom utječe količina natrija i vanadija. Ta dva elementa mogu se tolerirati samo u vrlo malim količinama (sasvim općenito natrij + kalij 5 ppm i vanadij 2 ppm). Za vrijeme izgaranja nastaju osim toga spojevi (natrijev sulfat), natrijev vanadat, vanadijev pentoksid), koji su polurastaljeni i aktivni već pri temperaturi od 630°C. Korozijsko djelovanje znatno je intenzivnije pri još višim temperaturama, pri kojima danas rade plinske turbine. Ako gorivo sadržava natrija i vanadija više nego je dopušteno, jedino je rješenje da se opasni suvišak tih elemenata odstrani prije uporabe. Kod zagrebačkih turbina (u oba slučaja), natrij + kalij + litij su težinski ograničeni na 1 ppm, olovo na 1 ppm, vanadij na 0.5 ppm te kalcij na 2 ppm.

Natrij, kalij i kalcij najčešće se pojavljuju u slanoj vodi, a ona se ili crpi zajedno sa sirovom naftom ili je rezultat onečišćenja za prijevoza morem. Takve vode, međutim, nema u lakim derivatima, zbog razlike u gustoći, što omogućuje da se ona lako odvoji od goriva. Budući da se uz pomoć određenih dodataka ne može spriječiti nepovoljno djelovanje tih kemijskih elemenata, valja ih ukloniti iz goriva prije izgaranja. Iz srednje teških derivata slana voda se izdvaja elektrostatičkim postupkom, destilacijom ili centrifugiranjem. To je moguće uz dovoljnu razliku u gustoći između derivata i slane vode. Taj uvjet, međutim, nije ispunjen za teške derivate, pa prije pročišćavanja valja vodi povećati gustoću dodavajući magnezijev sulfat.

Vanadija ima u sirovoj nafti i on nakon prerade ostaje u teškim derivatima. Zbog toga je u njima njegova koncentracija znatna, a vrlo je mala u lakšim derivatima. Vanadij je rastopljen u ulju, pa mu se koncentracija ne smanjuje ispiranjem. Još uvijek nema ekonomične metode kojom bi se on kemijski odstranio, pa se njegovo negativno djelovanje sprječava dodavajući magnezijev sulfat. Naime magnezijevi spojevi povećavaju temperaturu taljenja pepela. Vodena otopina magnezijeva sulfata dodaje se gorivu u mješalici s raspršivanjem neposredno prije nego što se ono dovede u komoru izgaranja. Osobito je važno da se tako nastala smjesa odmah ubrizga u komoru kako bi se onemogućilo da se vodena otopina odvoji od goriva.

Laki se derivati mogu normalno upotrijebiti za pogon plinskih turbina jer je udio natrija, vanadija i ostalih metala u njima manji od 1 ppm (manje od 0,0001 %). Teži se derivati moraju posebno pripremati, ovisno o količini metala koju sadrže. Kod novih plinskih turbina tekuće gorivo je sporedno te se upotrebljava kao pričuva i za prijelazna stanja.

U HEP-ovom slučaju glavno gorivo je zemni plin sastava:

N_2	(vol %)	1.27
CO_2	"	0.07
C1	"	96.66
C2	"	0.91
C3	"	0.32
iC4	"	0.05
n-C4	"	0.06
i-C5	"	0.01
iC5	"	0.01
Gustoća, na 15°C	kg/m^3	0.70060
Rel. Gustoća (zrak=1)		0.57160
Plin. Konstanta	J/kgK	502.96
Molekularna masa		16.53
GOV (S.U.)	kJ/m^3	37,907
DOV (S.U.)	kJ/m^3	34,149

Tekuće gorivo No.2 (NO2-GT) je zamjensko i za prijelazna stanja a specifikacija mu je:

Gustoća pri 15°C , max.	kg/m^3	870
Donja ogrjevna vrijednost, minimum	kJ/kg	42.75
Kinematski viskozitet, pri 50°C	cSt	3.5-8.0
Točka skrućivanja, maksimum	°C	0
Plamište (PM), minimum	°C	60
Koksni ostatak, maksimum	masa. %	0.1
Voda i , maksimum	vol. %	0.1
Sumpor, maksimum	masa. %	0.5
Ostatni pepeo, maksimum	masa. %	0.01
Natrij +Kalij, maksimum	ppm	0.5
Olovo, maksimum	ppm	1.0
Vanadij, maksimum	ppm	0.5
Kalcij, maksimum	ppm	2.0
Nikal, maksimum	ppm	1.0
Ba+Mn+P, maksimum	pm	2.0

4. PLINSKA TURBINA U EL-TO

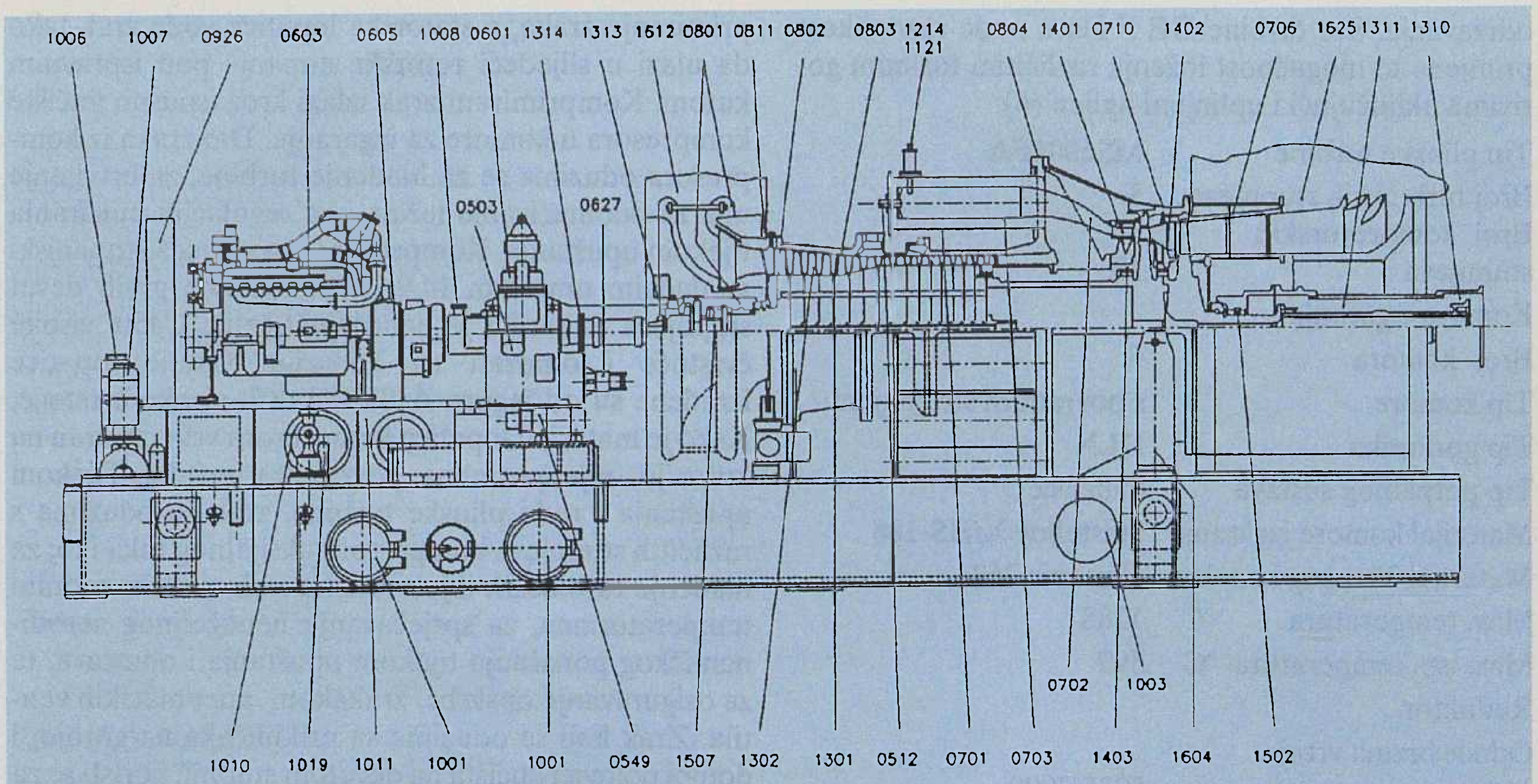
Osnovni podaci o plinskoj turbini (sl. 4) u EL-TO su:

Model	PG 5371 (PA)
Tip	jednoosovinski
Broj	2 kom
Smjer okretanja	u smjeru kazaljke na satu
Nazivna snaga (bazno opterećenje)	26 120 kW
Spec. potrošnja topline (bazno opter.)	12 790 kJ/kWh
Temperatura ispušnih plinova	492 °C
Brzina vrtnje generatora	3000 min^{-1}
Protok zraka	407000 m^3/h
Pad tlaka na usisu	470 Pa
Broj stupnjeva kompresora	17
Brzina vrtnje turbine	5100 min^{-1}
Broj stupnjeva turbine	2

Opis turbine i njenog rada govori pogonskom osoblju o onom što mogu očekivati od stroja i kako se on može ponašati u pogonu. Pri upuštanju turbine i uključi se spojka te se okolni zrak usisava, filtrira i komprimira u aksijalnom kompresoru sa 17 stupnjeva. Komprimirani zrak iz kompresora ulazi u prstenasti prostor koji okružuje deset komora za izgaranje iz kojih odlazi u prostore između vanjskog kućišta komore za izgaranje i njezine plamene cijevi i ulazi u područje izgaranja kroz otvore koji se nalaze u svakoj od plamenih cijevi komore za izgaranje [5]. U trenutku kada se gorivo zapali u jednoj komori za izgaranje, plamen se širi kroz spojne cijevi na sve ostale komore izgaranja. Nakon što se rotor turbine približi pogonskoj brzini, svjećice se uslijed tlaka u komori izgaranja povlače, čime se njihove elektrode izvlače iz vrućeg područja plamena. Vrući plinovi iz komora izgaranja šire se u deset odvojenih prijelaznih komada pričvršćenih na stražnjim krajevima plamenih cijevi komora izgaranja, otkuda struje dalje prema turbini koja ima dva stupnja. Svaki stupanj sastoji se od niza statorskih sapnica iza kojih dolazi niz rotorskih lopatica. U svakom nizu sapnica povećava se kinetička energija mlaza, što prati pad tlaka, dok se u slijedećem redu pokretnih lopatica dio kinetičke energije mlaza na turbinskom rotoru pretvara u mehanički rad. Nakon prolaza kroz rotorske lopatice drugog stupnja plinovi se usmjeravaju u ispušno kućište i difuzor koji sadrži seriju skretnih lopatica koje skreću plinove iz aksijalnog u radijalni smjer, smanjujući na taj način gubitke u ispušnom kućištu. Vrtnja osovine koja se postiže na ovaj način koristi se za okretanje rotora generatora koji proizvodi električnu energiju.

Sustav izgaranja je tipa s povratnim protokom, a obuhvaća 10 satelitskih komora za izgaranje koje imaju komponente: plamene cijevi, protočne rukavce, prijelazne komade i spojne cijevi. Detektori plamena, spojne cijevi, sapnice goriva i upaljači svjećica također su dio ukupnog sustava [5].

Vrući plinovi izgaranja iz područja reakcije prolaze kroz područje termičke absorpcije, a potom u područje razrjeđenja gdje se dodatni zrak miješa s plinovima izgaranja. Mjerni otvori u zoni razrjeđenja omogućavaju ulazak točne količine zraka koja hladi plinove na



0503 SKLOP ZA IZVRŠTAVANJE
0512 SAPNICA ZA GORIVO
0549 STROJ ZA OKRETANJE
0601 POMOĆNI REDUKTOR
0603 POKRETAČKI MOTOR
0605 PRETVARAČ ZAKRETNOG MOMENTA
0627 PUMPA UPRAVLJAČKOG ULJA
0701 KOMORA IZGARANJA
0702 PRIJELAZNI KOMAD
0703 SKLOP OBLOGE I POKLOPCA
0706 SKLOP ISPUŠNOG OKVIRA
0710 TURBINSKO KUĆIŠTE
0801 KOMPRESORSKI ULAZ & KUĆIŠTE LEŽAJA BR. 1
0802 KOMPRESORSKO PREDNJE KUĆIŠTE
0803 KOMPRESORSKO STRAŽNJE KUĆIŠTE
0804 SKLOP KOMPRESORSKOG ISPUŠNOG KUĆIŠTA
0811 PROMJENLJIVA IZVEDBA ULAZNE SKRETNE LOPATICE
0926 MJERNI MONTAŽNI ORMAR
1001 HLADNJAK ULJA ZA PODMAZIVANJE
1003 HLADNJAK ZRAKA ZA RASPRŠIVANJE
1006 POMOĆNA PUMPA ULJA ZA PODMAZIVANJE
1007 SIGURNOSNA PUMPA ULJA ZA PODMAZIVANJE
1008 PUMPA RASHLADNE VODE
1010 GLAVNI FILTAR ULJA ZA PODMAZIVANJE
1011 FILTAR REGULACIJSKOG ULJA
1019 ELEKTROMAGNETSKI VENTIL ZA IZVRŠTAVANJE
1121 DETEKTOR PLAMENA
1214 SVJEĆICA
1301 STATORSKA SKRETNA LOPATICA KOMPRESORA
1302 ROTORSKA LOPATICA KOMPRESORA
1310 POGONSKA SPOJKA
1311 ZAŠTITNI SKLOP, POGONSKA SPOJKA
1313 POMOĆNA SPOJKA
1314 ZAŠTITNI SKLOP, POMOĆNA SPOJKA
1401 TURBINSKA SAPNICA 1. STUPNJA
1402 TURBINSKA SAPNICA 2. STUPNJA
1403 SKLOP NOSIVOG PRSTENA 1. STUPNJA
1502 SKLOP LEŽAJA BR. 2
1507 SKLOP ODRIVNOG LEŽAJA
1604 VIJČANA I KLINASTA IZVEDBA
1612 USISNI OTVOR
1625 ISPUŠNI OTVOR

Slika 4. Plinska turbina EL-TO

željenu temperaturu. Po duljini plamene cijevi i u kapi plamene cijevi nalaze se otvori čija je funkcija da osiguraju zračni film za hlađenje stijenki plamene cijevi i kape. Prijelazni komadi usmjeravaju vruće plinove iz plamene cijevi prema sapnicama turbine.

Dok traje upuštanje, bitno je da se signal postojanja ili nepostojanja plamena prenese sustavu vođenja. Stoga se koristi sustav za praćenje plamena, koji se sastoji od dva senzora koji su ugrađeni na dvije susjedne komore izgaranja i elektronskog pojačala koje se postavlja na turbinsku upravljačku ploču.

Nakon uspostave plamena, ako se na oba senzora uspostavi napon koji definira gubitak (ili nepostojanje) plamena, signal se šalje na relejnu ploču turbinskog elektronskog upravljačkog kruga, gdje pomoćni releji u krugovima za ispad loženja, upuštanja, itd., isključuju turbinu.

Reduktor između plinske turbine i generatora smanjuje brzinu vrtnje na vrijednost koju zahtijeva generator. Ulazne i izlazne osovine vertikalno su pomaknute.

Reduktor je izveden s kosim ozubljenjem. Reduktor i pripadni cjevovodi ulja za podmazivanje postavljeni su na okvir temelja koji ima istu širinu i visinu kao okvir postolja plinske turbine. Paketno kućište, po izgledu slično onome za plinsku turbinu, postavljeno je preko reduktorskog sustava.

Zahtjevi za podmazivanje kod elektrana s plinskim turbinama podmiruju se pomoću uobičajenih sustava za podmazivanje s prisilnim optokom. Ovaj sustav podmazivanja, sa spremnikom, pumpama, hladnjakom, filtrima, ventilima i različitim uređajima za upravljanje i zaštitu, osigurava normalno podmazivanje i odvođenje otpadne topline iz plinske turbine.

5. PLINSKA TURBINA U TE-TO ZAGREB

Plinska turbina u TE-TO ZAGREB s oznakom MS6001FA ili 6FA je zadnja u nizu tzv. GE F tehnologije a za snagu 70 MW te se isporučuje u izvedbi 50 ili 60 Hz. Turbina 6FA je po zakonitostima aerodinamičke sličnosti razvijena iz MS7001FA i MS9001FA u poduzeću GENERAL ELECTRIC (6). Projektirana tako da troškovi montaže budu minimalni a sama montaža jednostavna te da u pogonu omoguće brzi start, MS6001FA je vrlo pouzdana, raspoloživa i učinkovita turbina. Pored toga niski su joj troškovi

održavanja. Sve turbine GE F klase nude raznolikost primjene te mogućnost loženja različitim fosilnim gorivima uključujući i uplinjeni ugljen (6).

Tip plinske turbine	MS6001FA
Broj turbinskih stupnjeva	3
Broj kompresorskih stupnjeva	18
Komore izgaranja	
Broj komora	6
Tip komore	s povratnim strujanjem
Tip gorionika	DLN
Tip potpalnog sustava	Svijećice
Materijal komore izgaranja	Hastelloy X/HS-188
Materijal izlaznog kanala	Nimonic 263
Max. temperatura °C	1288
Max. isp. temperatura °C	597
Reduktor	
Odnos brzina vrtnje 1/min/1/min	5235/3000
Momenti Inercije	
Za sve mase vezane na generatorsku osovinu ($J = MD^2/4$)	
Generator J kgm²	2920
Turbina J kgm²	1793
Mase postrojenja (Težine)	
Turbinska masa kg	99775
Generatorska masa kg	145 200
Sustav usisa zraka (ISO uvjeti)	
Protok zraka, m³/s	167
Pad tlaka Pa	1020

Parametri pl. turbine 6FA (zemni plin)

Br.	Parametar	Jedinica	Vrijednost	
1	Postotak maksimalne trajne snage plinskih turbina	%	100	80
2	Maksimalna trajna snaga kod 50 Hz, 0.80 - 0.85 faktora snage mjereno na stezaljkama generatora	MW	71.27	57.02
6	Srednja ispušna temperatura plina iz turbine	°C	594+/-6	603+/-6
9	Specičfini potrošak topline u otvore nom procesu	kJ/kWh	10340	11080
10	Stupanj djelovanja	%	34.8	32.5

U kompresoru MS6001FA zrak se komprimira postupno pomoću niza naizmjeničnih rotirajućih (rotorskih) i stacionarnih (statorskih) aerodinamički oblikovanih lopatica koje rade pod istim uvjetima kao i 7FA. Rotorske lopatice daju silu potrebnu za komprimiranje zraka, a statorske lopatice vode zrak tako da ulazi u slijedeći rotorski stupanj pod ispravnim kutom. Komprimirani zrak izlazi kroz ispušno kućište kompresora u komore za izgaranje. Dio zraka iz kompresora oduzima se za hlađenje turbine, za brtvljenje ulja za podmazivanje ležaja i za regulaciju pulziranja tijekom upuštanja. Kompresor je osamnaeststupanjski s tlačnim omjerom 14,9:1. Za lopatice prvih devet stupnjeva materijal je nehrđajući čelik, C450, visoke čvrstoće i otporan na koroziju. Ostale lopatice izrađene su od legure AISI 403+Cb visoke čvrstoće. Kako je materijal lopatica kompresora vrlo otporan na koroziju, nije potrebna površinska zaštita. Tijekom upuštanja i rada plinske turbine, zrak se oduzima s različitih stupnjeva kompresora aksijalnog toka i to; za hlađenje turbinskih dijelova izloženih visokim radnim temperaturama, za sprječavanje nepoželjnog aerodinamičkog ponašanja tijekom upuštanja i obustava, te za osiguravanje opskrbe zrakakom pneumatskih ventila. Zrak koji se oduzima sa priključaka na gornjoj i donjoj polovici kućišta na devetom stupnju koristi se za hlađenje turbinskih sapnica i prostora kola trećeg stupnja. Zrak koji se oduzima na trinaestom stupnju koristi se za hlađenje sapnica drugog stupnja, a tijekom upuštanja i obustave koristi se za kontrolu pulsiranja. Jednako kao kod oduzimanja za deveti stupanj, ventili kojima se kontrolira oduzimanje zbog kontrole pulsiranja pri upuštanju i obustavi pogona zatvaraju se za vrijeme pogona tako da se osigura maksimalna energija na izlaznoj osovini. Zrak koji se oduzima na sedamnaestom kompresorskom stupnju struji prema prednjoj turbinskoj osovini. Zrak struji do provrta za turbinski rotor preko privodnih lopatica, nakon čega se koristi za hlađenje turbinskih lopatica prvog i drugog stupnja (sl. 5.)

U MS6001FA se koristi sustav izgaranja s povratnim strujanjem, sa 6 individualnih komora. Komore izgaranja raspoređene su po periferiji kompresorskog ispušnog kućišta. Ovaj sustav uključuje i sapnice za gorivo, sustav paljenja svjećica, detektor plamena i spojne cijevi komora izgaranja.

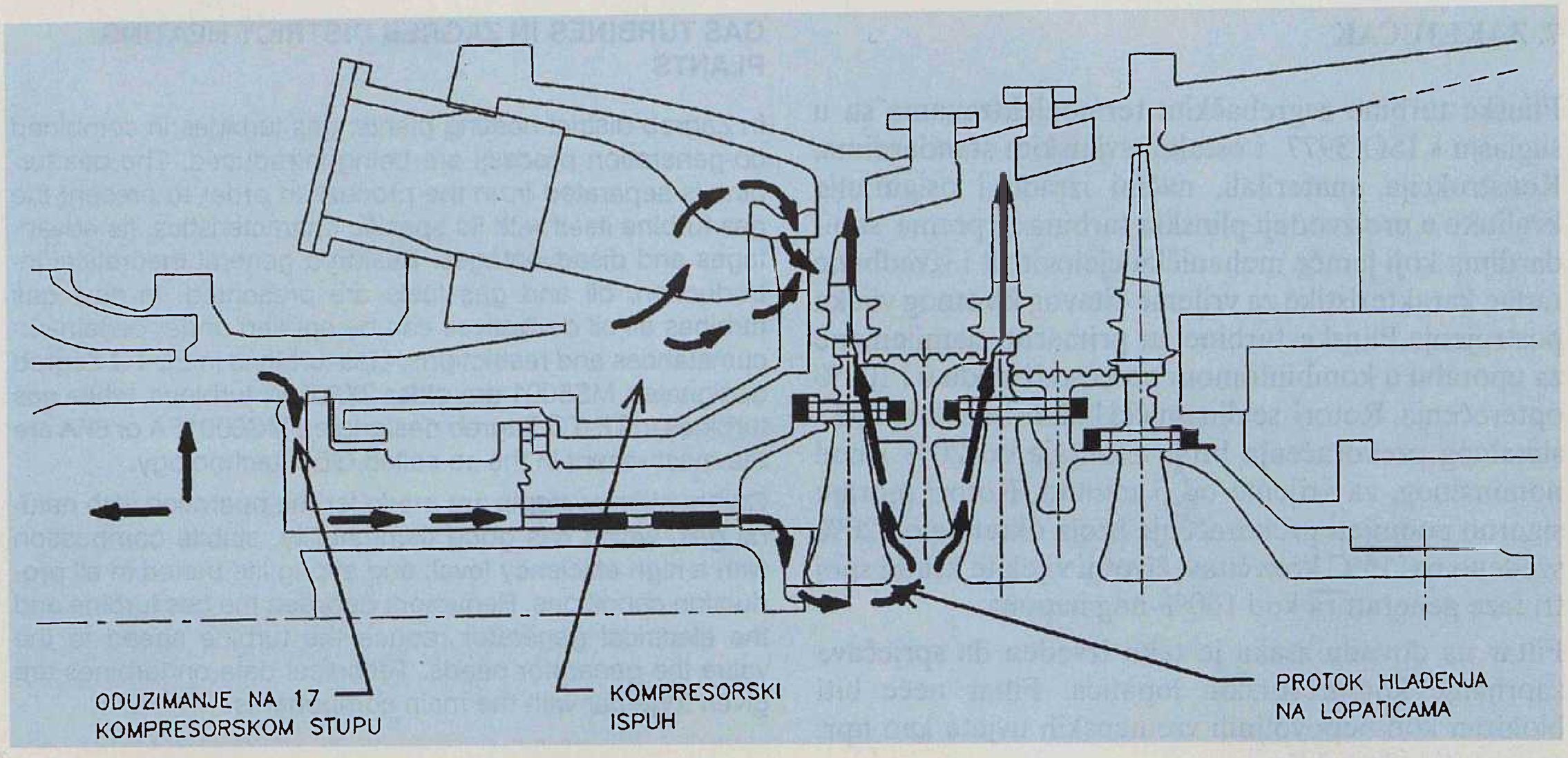
Spojne cijevi povezuju svaku komoru izgaranja sa susjednom na obje strane. Prijelazni komadi povezuju plamene cijevi sa turbinskim sapnicama.

Sustav vođenja kontinuirano prati postojanje ili nepostojanje plamena. Hlađeni detektori plamena su smješteni u nekoliko komora izgaranja.

Sustav izgaranja sa suhim smanjenjem NOx je jednostupanjski sustav izgaranja s više komora, a radi pri uporabi oba goriva; zemnog plina i tekućeg goriva.

Ubrizgavanje zemnog plina se provodi kroz difuzijske kanale dok se ubrizgavanje tekućeg goriva provodi samo na vrhu komora izgaranja. Kanal za ubrizgavanje vode je sastavni dio sapnice goriva te se koristi za snižavanje emisije NOx u slučaju pogona na tekuće gorivo.

U trostupanjskoj turbini se energija vrućeg plina pretvara u mehaničku energiju.



Slika 5. Sustav unutarnjeg hlađenja

Turbinski rotor je hlađen relativno hladnim zrakom oduzetim na 17. stupnju (sl 5). Ovaj zrak se koristi za hlađenje prvog i drugog stupnja lopatica, diskova i odstojnika.

Lopatice prvog stupnja se hlade na principu prisilne konvekcije zrakom, a sam način hlađenja je prema sličnosti s hlađenjem zrakoplovnih motora.

Plinskoturbinsko postrojenje MS6001FA ima dva radijalna ležaja koji nose rotor plinske turbine te jedan dvosmjerni odrivni ležaj koji održava aksijalni položaj rotora u odnosu na stator. Ležaji su smješteni u dva kućišta: jedan na usisu, a drugi u središtu ispušnog kućišta. Svi ležaji su podmazivani uljem pod tlakom koji se dobavlja iz glavnog sustava za podmazivanje uljem. Zaštita ležajeva je pomoću senzora vibracija i termoparova koji mjere temperaturu ulja na ispustu.

Dva glavna turbinska ležaja su tlačno podmazivani uljem koje se dobavlja uređajem za podmazivanje. Kao zaštitna mjera cjevovodi dovoda ulja su smješteni unutar cjevovoda pražnjenja ulja. Takav postupak se zove cijev u cijevi, a prednost mu je što u slučaju propuštanja cjevovda ulje neće biti izgubljeno i neće zalijevati susjednu opremu tako da se izbjegne moguća opasnost od požara.

6. VOĐENJE PLINSKOTURBINSKIH POSTROJENJA

Sustav regulacije na plinskim turbinama je SPEEDTRONIC (Mark IV na starijoj u EL-TO, a Mark V na TE-TO). SPEEDTRONIC je mikroprocesorski regulacijski sustav s 40 godina iskustva i razvoja [7]. Jezgro ovog sustava su 3 identična upravljačka procesora <R>, <S>, <T>. Svi algoritmi, zaštitne funkcije te sekvencijsko upravljanje se obavljaju preko ovih procesora. Izlazi zaštite idu preko <P> modula koji se sastoji od trostruko redundantnih procesora <X>, <Y>, <Z>. Tri upravljačka procesora dobivaju podatke od trostruko redundantnih kritičnih osjetila. Osjetila koja mjere nekritične vrijednosti mogu biti dvostruko ili jednostruko redundantna. SPEEDTRONIC obavlja funkcije

Regulacije
- pri upuštanju
- opterećenja i brzine vrtnje
- temperature
- privodnih lopatica kompresora
- izgaranja
- uzbude generatora
- sinkronizacije
- emisije.

Sekvencijalno upravljanje
- pomoćni sustavi turbine
- upuštanje, pogon i obustava
- čišćenje i potpala
- izmjene goriva
- upravljanje alarmima
- sinkronizacija
- praćenje događanja.

Zaštita
- prekomjerna brzina vrtnje
- previsoka temperatura
- vibracije
- gubitak plamena
- monitoring izgaranja
- protupožarna zaštita
- niski tlak ulja.

7. ZAKLJUČAK

Plinske turbine zagrebačkim termoelektranama su u suglasju s ISO 3977 i ostalim svjetskim standardima. Konstrukcija, materijali, načini izrade i osiguranje kvalitete u proizvodnji plinskih turbina su prema standardima koji jamče mehaničku cjelovitost i izvedbene radne karakteristike za vrijeme čitavog životnog vijeka postrojenja.Plinske turbine su primarno namijenjene za uporabu u kombiniranom procesu između 0 i 100% opterećenja. Rotori se dinamički balansiraju kod maksimalnog prekoračenja broja okretaja od 20% iznad nominalnog, za vrijeme od 5 minuta. Rotori moraju sigurno podnijeti prekoračenje broja okretaja od 20% svedeno na 15°C kroz čitav životni vijek te kratki spoj tri faze generatora kod 100%-nog napona.

Filtar na dovodu zraka je tako izveden da sprječava zaprljanje kompresorskih lopatica. Filtar neće biti blokiran kod nepovoljnih vremenskih uvjeta kao npr. snijega ili ledene kiše.

Sustav za izgaranje je izveden za pogon sa zemnim plinom pri čemu on ima svojstvo dobrog paljenja, stabilnog izgaranja s visokim stupnjem djelovanja i dugim životnim vijekom u svim pogonskim uvjetima.Plinska turbina se također može ložiti i tekućim gorivom.

Sustav za izgaranje zadovoljava zahtjeve o emisiji plinova, a rješava se ubrizgavanjem pare ili suhim gorionicima. Sustavi su tako izvedeni da omogućavaju laganu inspekciju unutrašnjih dijelova i održavanje.

LITERATURA

[1] B. STANIŠA "Prilog optimalnom projektiranju plinsko-turbinskih postrojenja" Strojarstvo 5,6 Zagreb, prosinac, 1993.

[2] R. D. ARCHER i M. SARLOS "Introduction to aerospace propulsion", Prentice Hall, New Yersey 1996.

[3] M. A. ELMASRI i R.W. FOSTER PEGG "A Design of gas turbine Combined Cycle and Cogeneration systems", Firenca , Thermoflow, 1995.

[4] W. I. ROWEN "Operating Characteristics of Heavy Duty Gas Turbines in Utility Service", GE, Schenectady,NY 1988.

[5] EGT " Tehnički opis PG5371" EGT, Essen 1992 .

[6] R.A. ANDERSON "MS6001FA- An advanced Technology 70 MW-Clas 50/60 Hertz turbine" GE, Schenectady,NY 1995.

[7] D. JOHNSON i R.W. MILLER "SPEEDTRONIC Mark V Gas Control System" GE, Schenectady,NY 1995.

GAS TURBINES IN ZAGREB DISTRICT HEATING PLANTS

In Zagreb district heating plants, gas turbines in combined co-generation process are being introduced. The gas turbine is separated from the process in order to present the gas turbine itself with its specific characteristics, its advantages and disadvantages. Beside a general theoretical introduction, oil and gas fuels are presented. In new gas turbines all oil derivatives can be applied under certain circumstances and restrictions. Gas turbines in EL-TO Zagreb designated MS5001 are older 2X25MW turbines, while gas turbines in TE-TO Zagreb designated MS6001FA or 6FA are the most recent in the so called GE F technology.

Combustion systems are made for the operation with natural gas, which has good flammability, stabile combustion with a high efficiency level, and a long life period in all production conditions. Reductors between the gas turbine and the electrical generator reduce the turbine speed to the value the generator needs. Technical data on turbines are given together with the main components.

GASTURBINEN IN WÄRME-KRAFTWERKEN IN ZAGREB

Wärme-Kraftwerke in Zagreb fügen Gasturbinen in kombinierte Gas-Dampf Processe Ihrer Anlagen ein. Zwecks Darstellung ihrer besonderen Eigenschaften, ihrer Vorteile und Nachteile, wird die Gasturbine selber hier aus dem Process ausgeklammert betrachtet. Es sind, neben der allgemeinen Einführung, flüssige und gasformige Brennstoffe dargestellt. In den neuen Gasturbinen können, bestimmte Bedingungen und Begrenzungen berücksichtigend, alle Erdölderivate verwendet werden. Gasturbinen im Werk EL-TO Zagreb welche Bezeichnung MS5001 tragen, sind ältere Maschinen mit 2×25 MW Leistung , die Turbinen aber im Werk EL-TO Zagreb mit Bezeichnung MS6001FA oder 6FA gehören der Reihe der neuesten im sogenannten F-Verfahren der Firma General Electric gefertigten.

Verbrennungsanlagen mit Eigenschaften guter Zündbarkeit, beständiger Verbrennung, hohem Wirkungsgrad und langer Lebensdauer in allen Betriebsbedingungen sind für den Erdgasbetrieb ausgeführt. Untersetzungsgetriebe zwischen Gasturbinen und Generatoren setzen die Drehgeschwindigkeit auf den vom Generator verlangten Betrag herab. Gegeben sind technische Angaben von Turbinen und deren Hauptbestandteile beschrieben.

Naslov pisca:

mr. sc. Miroslav Šander, dipl. ing.
Elektroprojekt
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1998-12-22.

ZAMJENA SUSTAVA VOĐENJA ELEKTRO-ENERGETSKOG DIJELA POSTROJENJA U HEP TE RIJEKA 1 × 320 MW

Emil P r p i ć – mr. sc. Boris G l a v a n, Rijeka

UDK 621.316.1:621.311.22
PREGLEDNI ČLANAK

U remontu 1998. godine u termoelektrani Rijeka izvedena je cjelovita zamjena Sustava vođenja Elektro-energetskog dijela postrojenja - od zamjene periferne opreme i razvodnih kutija do uvođenja centralnog upravljačkog sustava. Osim 220 kV rasklopišta, 6 kV, 0,4 kV i 24 Vdc razvoda i podrazvoda, energetskih transformatora, generatora te sustava besprekidnog napajanja, novi sustav vođenja obuhvatio je i generatorska postrojenja hlađenja vodikom, brtvljenja vodika uljem i hlađenja statora vodom.

Ovaj članak opisuje pripremu ovog zahvata, od izrade baze signala i njihove organizacije, preko suradnje s dobavljačem u razradi proširenja centralnog računalnog upravljačkog sustava *INFI 90* tvrtke *Elsag Bailey Hartmann & Braun*, kojim se u TE Rijeka dosad vode turbina, pomoćna kotlovnica i spremnici goriva, pa do odabira i pripreme povezivanja postojeće i nove računalne nadzorne i upravljačke opreme drugih proizvođača s centralnim INFI sustavom.

Ključne riječi: baza podataka, elektro-energetsko postrojenje, signali, sustav vođenja.

1. UVOD

Već tijekom zamjene Sustava vođenja turbine u remontu 1995. godine, kada je u TE Rijeka prvi put implementiran *Bailey INFI 90* digitalni sustav vođenja, razmatrana je zamjena Sustava vođenja Elektro-energetskog dijela pogona i generatorskih postrojenja. Nakon zadovoljavajućih rezultata koje je novi INFI 90 sustav pokazao u eksploataciji, kako na turbini, tako i u pomoćnoj kotlovnici (gdje je ugrađen u remontu 1996. godine) započeto je planiranje i priprema daljnjeg proširenja u svrhu zamjene postojećeg Sustava vođenja Elektro-energetskog dijela pogona.

Ovaj je zahvat bio planiran za remont 1997. godine koji, međutim, zbog prilika u elektro-energetskom sustavu, nije proveden. Zbog toga je cjelokupan posao izveden u remontu 1998 (lipanj).

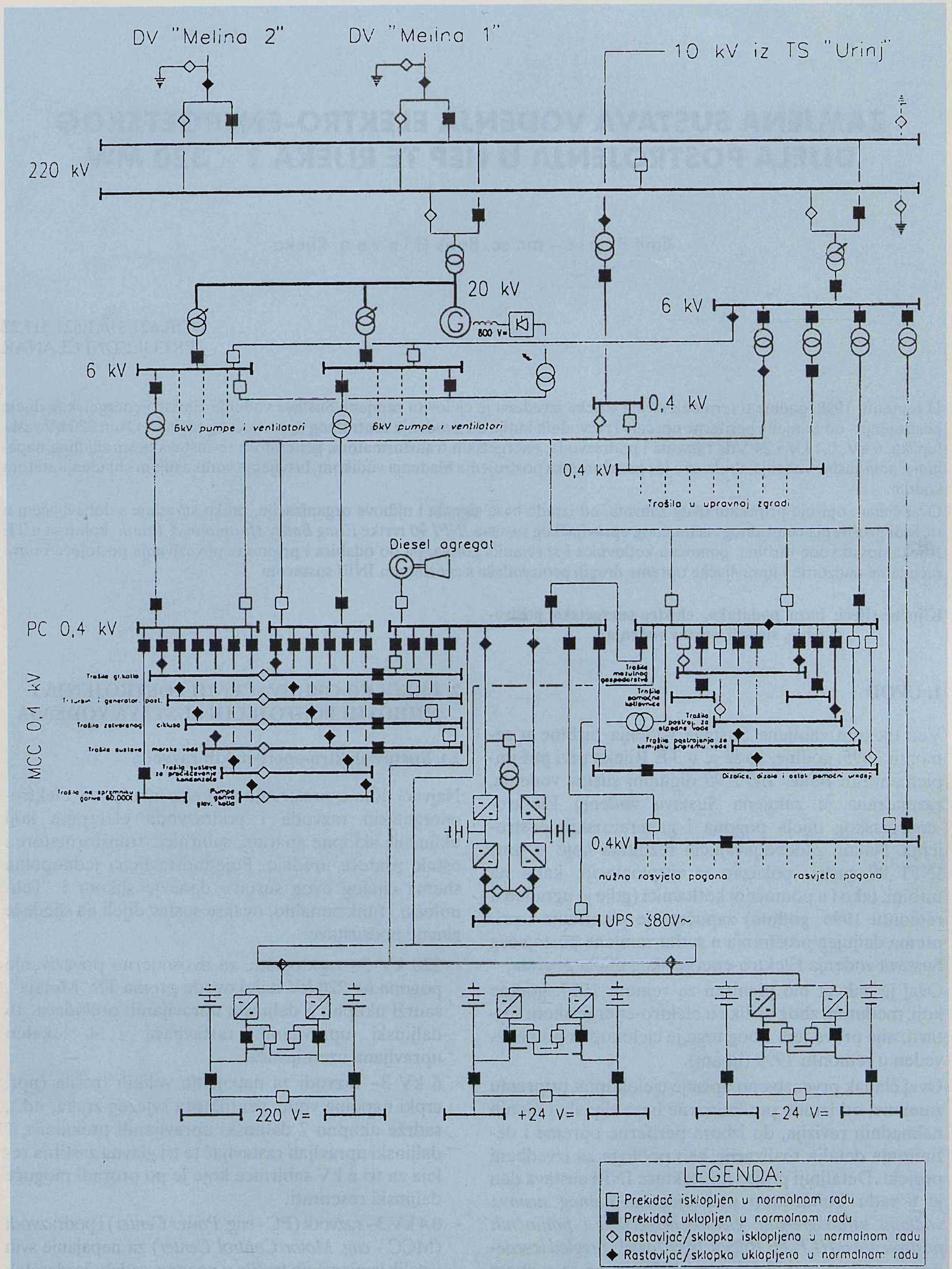
Ovaj članak prvenstveno opisuje cjelokupnu pripremu zamjene, od izrade preliminarne baze signala i njenih naknadnih revizija, do izbora periferne opreme i definiranja detalja realizacije kao podloga za izvedbeni projekt. Detaljniji prikaz arhitekture INFI sustava dan je u radu "*Arhitektura središnjeg računalnog sustava vođenja turboagregata, elektroenergetskih i pomoćnih postrojenja u HEP TE Rijeka 1x320 MW - pregled izvedenog stanja*", autora B.Glavan i E.Prpić, pa se u ovom radu sama arhitektura INFI sustava opisuje samo koliko je nužno za cjelovit i jasan opis planirane implementacije.

2. PREGLED OBUHVAĆENIH POSTROJENJA I NJIHOVIH POSTOJEĆIH SUSTAVA VOĐENJA

2.1. Sustav elektro-energetskih razvoda

Najveći udio u proširenju svakako ima sustav elektro-energetskih razvoda i podrazvoda elektrane koji uključuje sklopne aparate, sabirnice, transformatore i ostale prateće uređaje. Pojednostavljena jednopolna shema cijelog ovog sustava dana je slikom 1. Tehnološki i funkcionalno, ovaj se sustav dijeli na sljedeće glavne podsustave:

- 220 kV 3~ rasklopište, za dvosmjerno povezivanje pogona na 220 kV dalekovode prema TS "Melina", sadrži ukupno 5 daljinski upravljanih prekidača, 16 daljinski upravljanih rastavljača i 4 lokalno upravljana uzemljivača;
- 6 kV 3~ razvodi za napajanje velikih trošila (npr. crpki napojne vode, ventilatora svježeg zraka, itd.), sadrže ukupno 7 daljinski upravljanih prekidača, 1 daljinski upravljan rastavljač te tri glavna zaštitna releja za tri 6 kV sabirnice koje je po proradi moguće daljinski resetirati;
- 0,4 kV 3~ razvodi (PC - *eng. Power Center*) i podrazvodi (MCC - *eng. Motor Control Center*) za napajanje svih ostalih izmjeničnih trošila u pogonu, sadrže šezdesetak pretežno daljinski upravljanih prekidača, tridesetak pretežno lokalno upravljanih rastavljača te upravljanje i signalizaciju interventnog diesel agregata;



Slika 1. Pojednostavljena jednopolna shema elektro-energetskog razvoda TE Rijeka

- razvodi istosmjernog napona 220 V= koji se koristi kao upravljački napon sklopnih aparata na rasklopištu i svim izmjeničnim razvodima i podrazvodima i kao upravljački napon za većinu solenoidnih ventila u pogonu, sadrže 7 lokalno upravljanih prekidača;
- razvodi istosmjernog napona ±24 V= koji se koristi za napajanje većeg dijela centralne upravljačke opreme cijelog pogona, sadrže 14 lokalno upravljanih prekidača;
- razvod neprekidnog napajanja 220 V~ za uređaje od vitalnog značaja za sigurnost pogona (tzv. UPS - *eng. Uninterrupted Power Supply*), sadrži 8 lokalno upravljanih sklopki i prekidača.

Stari sustav upravljanja i nadzora nad sklopnim aparatima na rasklopištu i trofaznim izmjeničnim razvodima bio je izveden u ožičenoj logici, korištenjem opreme *Siemens Simatic S3* i klasičnog operaterskog pulta sa sinoptičkom jednopolnom shemom u središnjoj komandnoj sobi pogona. Razvodi istosmjernog napajanja su u potpunosti izvedeni s isključivo lokalnim ručnim upravljanjem i tek najnužnijom sinoptičkom signalizacijom na vertikalnoj ploči centralne komandne sobe.

Dvije jedinice neprekidnog napajanja tvrtke *Sicon* isporučene su s vlastitim, autonomnim sustavom automatike. Za nadzor njihovog rada koriste se samostojeći sinoptički paneli isporučeni uz UPS jedinice. Paneli su smješteni u centralnoj komandnoj sobi, a s UPS jedinicama komuniciraju digitalnom serijskom vezom (RS232) po posebnom komunikacijskom protokolu.

Sva analogna mjerenja, kao što su naponi na sabirnicama, struje, snage, itd. bila su ostvarena preko središnjeg sustava za prikupljanje podataka (DAS - *eng. Data Acquisition System*), s dodatnim analognim pokazivačima na operaterskom pultu u centralnoj komandnoj sobi.

Sastavni dio ovog sustava također čine i slijedeći, opsegom znatno manji, ali također vrlo bitni podsustavi:

- generatorska mjerenja, s pogonskom kartom generatora kao autonomnim uređajem, i zaštite, s glavnim relejem zaštite kojeg je po proradi moguće daljinski resetirati;
- sustav uzbude generatora 800 V= s uzbudnim transformatorom, ispravljačem, prekidačem i regulacijom uzbude s obzirom na tlak vodika kao rashladnog plina;
- sustav za sinkronizaciju generatora, s automatskim sinkronoskopom te instrumentima i tipkama za ručnu sinkronizaciju;
- sustav nadzora temperatura energetskih transformatora i njihovog hlađenja te autonomnih regulacija napona sekundara 6 kV energetskih transformatora
- za ove je regulatore napona automatski rad automan, a moguće je daljinsko ručno upravljanje.

Upravljanje i nadzor ovih podsustava djelomično je bilo riješeno ožičenom logikom *Simatic S3* opreme, a djelomično neposrednim ožičenjem do instrumenata na vertikalnoj ploči u centralnoj komandnoj sobi.

2.2. Pomoćna generatorska postrojenja

Pomoćna generatorska postrojenja, poimence Sustav hlađenja rotora vodikom, Sustav brtvljenja vodika uljem i Sustav hlađenja statora vodom, bila su vođena i upravljana svojim lokalnim autonomnim, pretežno pneumatskim sustavima regulacije. Gotovo sva ova oprema bila je smještena u pogonu, s izuzetkom autonomnog regulatora temperature vodika koji se nalazi u centralnoj komandnoj sobi.

Veza ovih postrojenja s centralnim sustavom vođenja sastojala se od četiri trostruko redundantna signala (nizak protok statorske vode, visoka temperatura statorske vode, niska razlika tlaka brtveno ulje - vodik i visoka temperatura hladnog vodika) koji, među ostalima, aktiviraju zaštitu i izbacuju generator i turbinu iz rada, tri zbirna alarma, te nekolicine signala za upravljanje dvjema crpkama statorske vode i dvjema crpkama brtvenog ulja. Ovaj dio bio je implementiran ožičenom logikom u *Simatic S3* sustavu.

Ostale funkcije regulacije i upravljanja na ovim postrojenjima, od kojih su najvažnije regulacije temperature i tlaka statorske vode, analiza čistoće vodika, i praćenje relevantnih temperatura, tlakova i protoka, bile su riješene lokalno.

Iako ova postrojenja, gledajući ukupan broj obrađivanih signala, čine samo oko 10% cijelog opsega posla, ipak priprema na ovom dijelu je iziskivala nesrazmjeran udio rada. Prvenstveno zato što je na njima bila potrebna zamjena gotovo cjelokupne periferne opreme budući da je većina postojeće pneumatska. Osim toga, dobar dio ovih postrojenja zbog prisutnosti vodika predstavlja drugu zonu opasnosti od ekspolozije zbog čega je potrebna suradnja i konzultiranje sa S-komisijom.

Osim gore spomenutog, postoji još i sustav nadzora temperatura generatorskih štapova. Stari je sustav izveden autonomno, uređajem koji preko multipleksora prikuplja mjerenja temperatura svih generatorskih štapova, bilježi ih i alarmira u slučaju prekomjernog porasta neke temperature. Zbog velike količine mjerenja čija je uloga čisto nadzorna, ovaj se sustav neće neposredno povezivati s INFI 90 sustavom. Planira se zamjena multipleksora i prikupljanje podataka nezavisnim računalom PC arhitekture. Opremu i programsku podršku izradit će se i ugraditi neovisno o ostalim aktivnostima. Povezivanje ovog sustava prema operateru opisano je u poglavlju 3.2.

3. PLANIRANJE I PRIPREMA ZAMJENE SUSTAVA VOĐENJA

3.1. Izrada baze signala

Da bi se što lakše pripremili i organizirali svi podaci vezani uz postojeći i budući sustav vođenja - signali, njihova funkcija, ožičenje, propagacija, dokumentacija u kojoj su prikazani, podaci o perifernoj opremi, itd.,

kreirana je relacijska baza podataka korištenjem SQL-kompatibilnog programskog paketa *Microsoft Access 7.0*. Izrada ove baze i njeno popunjavanje bili su prvi korak u pripremanju zamjene sustava vođenja. U posljednje dvije godine ona je, uz izvjesne izmjene i stalne dogradnje u strukturi, narasla na ukupno 1150 signala s vezanim podacima u četiri glavne tablice s desetak međusobnih relacijskih veza.

Za svaki signal u ovoj bazi čuvaju se podaci o njegovom tipu, funkciji, podsustavu kojem pripada, postojećem ožičenju, budućem ožičenju, eventualnom pripadajućem perifernom uređaju, referenci na funkcionalno-logičku shemu koja ga obrađuje, referenci na programsku dokumentaciju i programskoj adresi buduće INFI 90 implemetacije, eventualnom broju istog signala u Sustavu za prikupljanje podataka i kronološku registraciju događaja, itd.

Zbog učestalih izmjena "u hodu" i nedostatka vremena, sama baza sadrži izvjesnu količinu podatkovnih i relacijskih redundancija (neki podaci impliciraju iste informacije, odnosno neke inherentne relacije nisu formirane vezanjem dviju tablica, već višestrukim ponavljanjem sadržaja u nekoliko polja jedne tablice). U planu je, nakon probnog rada, u sklopu izrade dokumentacije izvedenog stanja, načiniti temeljitu reviziju strukture baze i podataka u njoj u svrhu njenog optimiranja prije konačnog pohranjivanja na optički medij zajedno s elektroničkim kopijama nacrta i shema.

3.2. Plan dogradnje i izmjena sustava INFI 90 - sklopovska implementacija

Bailey INFI 90 je digitalni sustav modularne hijerarhijske arhitekture s tri organizacijske i najnižom, procesnom, odnosno perifernom razinom. Iznad periferne razine nalazi se razina osnovnih programabilnih modula, tzv. MFP-ova (*eng. MultiFunctional Processor*). Svaki je MFP u stvari kompletno računalo na bazi *Motorola* MC68k obitelji mikroprocesora i, u skladu sa svojim programom, obavlja zadaće upravljanja i regulacije nad određenim dijelom pogona s kojim komunicira putem svojih ulazno-izlaznih modula povezanih na tzv. *slave* sabirnicu. Više MFP-ova povezanih na tzv. *controlway* sabirnicu čine iduću razinu - PCU (*eng. Process Control Unit*). Uobičajeno je da je jedan PCU organiziran tako da cjelovito obavlja istovrsne funkcije u upravljanju ili tako da obuhvaća jednu tehnološku cjelinu u pogonu. Svi PCU-ovi su povezani na tzv. *plant loop* - komunikacijsku petlju koja spaja logički i fizički dislocirane cjeline INFI sustava - kako PCU-ove, tako i operaterska računala i terminali, inženjerske radne stanice (za programsko konfiguriranje i podešavanje), komunikacijska sučelja prema drugim sustavima itd.

U TE Rijeka INFI sustav je prije zamjene sustava vođenja elektroenergetskog dijela imao sljedeću konfiguraciju:

Plant loop:

OIS 11 - operatersko računalo u Pomoćnoj kotlovnici

OIS 42A - operatersko server-računalo (stavit će se u funkciju tijekom ovog posla)

OIS 42B - operatersko server-računalo (radit će u *hot stand-by* redundanciji s OIS 42A)

OIC 42A - terminal operatera turbine u centralnoj komandnoj sobi

pisač alarmne liste

Sustav vođenja turbine:

PCU 01 - automatsko upravljanje pokretanjem turbine

PCU 02 - sustav turbinskih zaštita (TPS)

PCU 03 - digitalna elektro-hidraulička regulacija brzine vrtnje i tereta (DEHC)

PCU 25 - Sustav vođenja Pomoćne kotlovnice i spremnika goriva 60.000 m^3

U suradnji sa stručnjacima tvrtke *Elsag Bailey Hartmann & Braun* definirane su sljedeće odrednice za sklopovsku implementaciju dogradnje:

Upravljanje generatorskim postrojenjima je, zbog relativno malog broja signala i tehnološke povezanosti, ugrađeno u postojeću PCU-ove Sustava vođenja turbine, i to tehnološke zaštite generatora u PCU 02 i ostalo u PCU 03. Ovo je izvedeno uz minimalne ili nikakve sklopovske preinake.

Sva upravljanja, analogna mjerenja i veći dio signalizacije sustava elektro-energetskih razvoda izvedena su u novom PCU 05, koji sadrži četiri modula, od kojih je jedan namijenjen isključivo za serijsku komunikaciju s UPS uređajima. Izrazito velik broj signala koji su vezani u ovaj PCU (njih oko 850) diktira razmjerno velik prostor koji će sklopovlje fizički zauzimati, najvećim dijelom zbog veličine modula s priključnim stezaljkama (TU - *eng. Termination Unit*).

Stotinjak najbitnijih digitalnih signala čija je isključiva svrha signalizacija prikupljani su u posebnom, također novom, PCU 06. Korištenjem tzv. SER (*eng. Sequence of Events Recorder*) modula ovi se signali kronološki obrađuju s milisekundnom preciznošću. Najvažniji razlog uvođenju ovakvog modula paralelno postojećem Sustavu za kronološku registraciju događaja je mogućnost centralizirane analize svih relevantnih događaja na elektro-energetskim razvodima gdje se, u slučaju ispada ili kvara stvari odvijaju znatno brže nego u tehnološkim procesima pa je retroaktivna rekonstrukcija slijeda događaja korištenjem više nesinkroniziranih zapisa nemoguća.

Također je ugrađen novi operaterski terminal za uklopničara. Ovaj je, kao i postojeći terminal, povezan autonomnom *ethernet* mrežom s oba operaterska računala čime je omogućena potpuna redundancija i računala i terminala. Za desetak tipkala za nuždu i ručnu sinkronizaciju ugrađena je također i ručna konzola.

Osim ovoga, ugrađen je i veliki zaslon s projektorom tvrtke *Barco* za prikaz procesnih shema svih postrojenja upravljanih INFI sustavom. *Barco* projektor je povezan s INFI sustavom kao zaslon trećeg operaterskog terminala koji se u nuždi može koristiti umjesto bilo kojeg od drugih dvaju terminala za operatere. Međutim, kako sam projektor ima mogućnost prihvata dvaju nezavisnih, video-signala, predviđeno je i preklapanje na sliku s računala za nadzor temperatura statorskih štapova. Budući da je samo računalo smješteno izvan centralne komandne sobe, program za nadzor temperatura bit će napisan tako da sve relevantne informacije za operatera prikazuje na jednoj slici čime će se izbjeći potreba za operaterskom interakcijom s računalom.

3.3. Izrada funkcionalno-logičkih shema, shema regulacije i procesnih shema kao podloga za programsku implementaciju

Kako bi se osigurala što točnija i sigurnija programska implementacija u novom INFI sustavu, bilo je potrebno izraditi sheme koje predstavljaju potpunu i točnu specifikaciju njene funkcionalnosti. S obzirom da je stara funkcionalnost automatskog upravljanja i regulacija zadovoljavala zahtjeve, podloge za programsku implementaciju u novom sustavu načinjene su na temelju postojeće logike upravljanja i struktura regulacija. Jedine su izmjene načinjene u dijelu vezanom za automatsku sinkronizaciju s obzirom na to da novi uređaj za automatsku sinkronizaciju naručen u kompletu s INFI opremom ima donekle drugačije izvedenu interakciju s operaterom od postojećeg.

Sve sheme izrađene su korištenjem programskog paketa *AutoCAD R13*, uz upotrebu blokova s opisnim atributima sadržaja vezanog s odgovarajućim poljima u bazi signala. Ova dokumentacija čuva se i u elektroničkom obliku, na optičkom mediju, i to u DWG i DXF formatu. Korištenjem nekoliko relativno jednostavnih programiranih funkcija razvijenih za ovu svrhu moguće je lako i brzo povezivanje DXF datoteka s bazom signala i ažuriranje, kako podataka u bazi, tako i atributa blokova u shemama (za reviziju izvedenog stanja i buduće revizije). Drugim riječima, uz upotrebu blokova s atributima programski povezanim s bazom signala omogućeno je jednostavno dvosmjerno ažuriranje.

Osim funkcionalno-logičkih shema i shema regulacije, koje predstavljaju podlogu za programsku implementaciju automatskog upravljanja i regulacije, ovdje spadaju i procesne sheme kao podloga za mimičke dijagrame, odnosno vizualizaciju procesa na operaterskim terminalima. Procesne sheme elektro-energetskih razvoda zapravo su detaljnija verzija sheme dane slikom 1. Njihovim se mimičkim dijagramima služi uklopničar na svom terminalu. S druge strane, generatorska postrojenja podpadaju pod odgovornost operatera turbine. Kao primjer procesne sheme ovog dijela, slika 2 prikazuje procesnu shemu Sustava brtvenog ulja generatora.

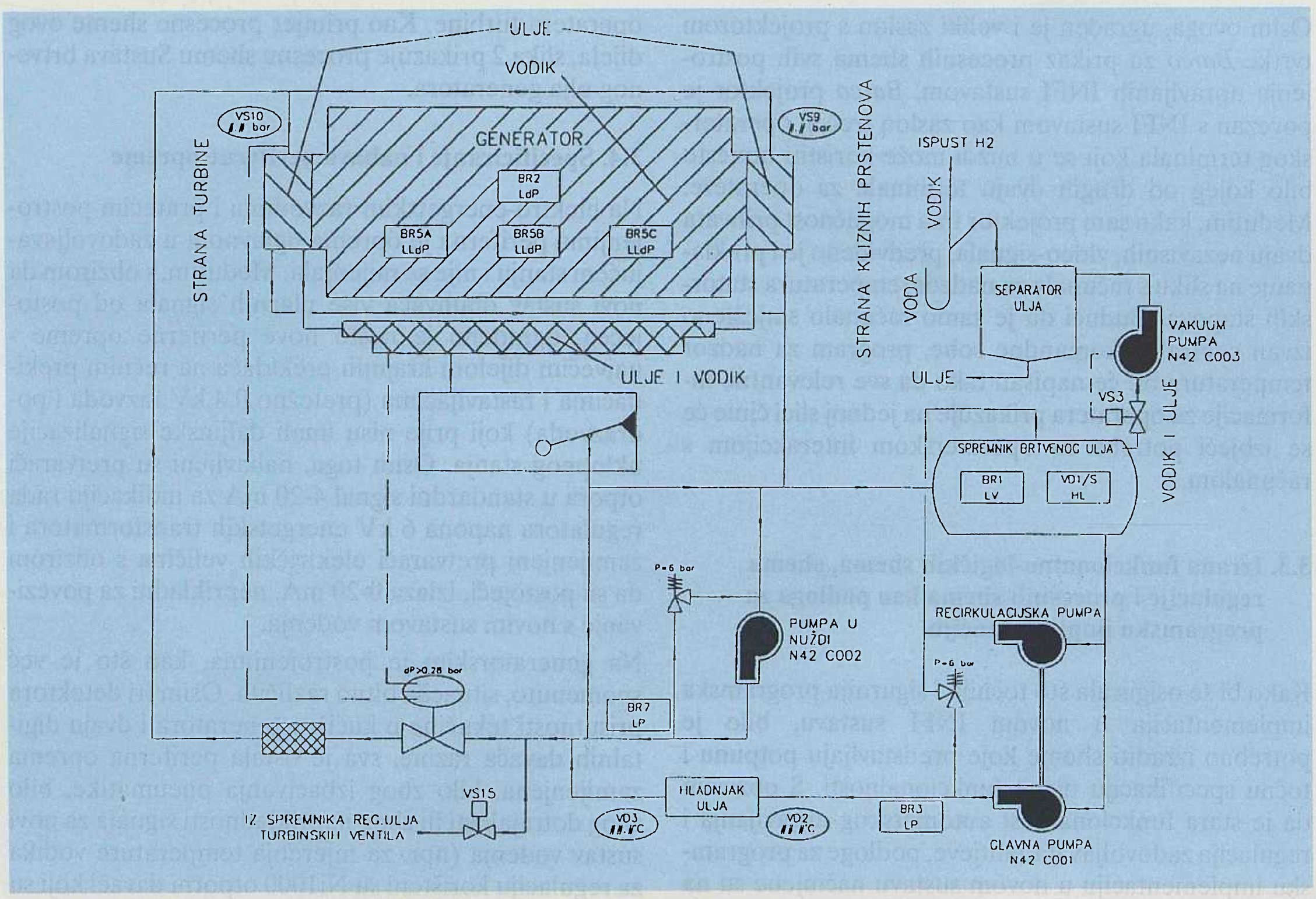
3.4. Specificiranje i nabava periferne opreme

Na elektro-energetskim razvodima i pratećim postrojenjima periferna je oprema uglavnom u zadovoljavajućem stanju i nije se mijenjala. Međutim, s obzirom da novi sustav obuhvaća više ulaznih signala od postojećeg, ugrađeno je nešto nove periferne opreme - najvećim dijelom krajnjih prekidača na ručnim prekidačima i rastavljačima (pretežno 0,4 kV razvoda i podrazvoda) koji prije nisu imali daljinske signalizacije uklopnog stanja. Osim toga, nabavljeni su pretvarači otpora u standardni signal 4-20 mA za indikaciju rada regulatora napona 6 kV energetskih transformatora i zamijenjeni pretvarači električkih veličina s obzirom da su postojeći, izlaza 0-20 mA, neprikladni za povezivanje s novim sustavom vođenja.

Na generatorskim je postrojenjima, kao što je već spomenuto, situacija bitno različita. Osim tri detektora prisutnosti tekućine u kućištu generatora i dvaju digitalnih davača razine, sva je ostala periferna oprema zamijenjena, bilo zbog izbacivanja pneumatike, bilo zbog dotrajalosti ili zbog neprikladnosti signala za novi sustav vođenja (npr. za mjerenja temperature vodika za regulaciju korišteni su Ni1000 otporni davači koji su zamijenjeni standardnim Pt100 davačima). Među raznim digitalnim davačima, mjernim osjetilima i pretvaračima i nekolicinom izvršnih članova ističu se *Siemens Sipart* pozicionatori pneumatskih ventila kojima su zamijenjeni postojeći elektro-pneumatski pozicionatori regulacijskih ventila temperature i tlaka statorske vode i temperature vodika, te dva digitalna analizatora vodika tvrtke *Maihak* koji su zamijenili postojeće, a imaju mogućnost mjerenja čistoće i vodika, i inertnog plina (CO_2) kojim se generator puni u zastojima. Naravno, sva periferna oprema smještena u zoni opasnosti od eksplozije izvedena je i sukladno propisima o protueksplozivnoj zaštiti - zaštićena ili oklopom, ili intrinsičnim protueksplozivnim električkim barijerama.

4. REALIZACIJA

Osim koordinacije montažnih radova i međusobno, i s ostalim remontnim aktivnostima, najzahtjevniji problem bilo je upravljanje i nadzor nad elektro-energetskim razvodima tijekom zamjene. U tom periodu nije bilo nikakvog daljinskog nadzora niti upravljanja, a bilo je potrebno održavati velik broj napajanja, kako zbog remontnih radova, tako i zbog funkcioniranja dijelova pogona koji su morali raditi (npr. Pomoćna kotlovnica, Postrojenje za preradu otpadnih voda, kompresori instrumentalnog zraka, itd.). Sve u svemu, može se reći da se je radilo o vrlo zahtjevnom zahvatu, kako organizacijski, tako i operativno.



Slika 2. Pojednostavljena procesna shema sustava brtvenog ulja generatora

ELECTRIC POWER CONTROL SYSTEM REHABILITATION IN HEP TPP RIJEKA 1X320MW

During maintenance in 1988, a complete refitting of the electric power control system in TPP Rijeka was realised – ranging from peripheral equipment and junction boxes replacement to the introduction of a new control system. Beside a 220 kV switchyard, 6 kV, 0.4kV and 24 Vdc grids, power-electrical transformers, the generator and the UPS system, the new control system also includes generator auxiliaries: cooling hydrogen, hydrogen sealing oil, and stator cooling water systems.

This paper describes the preparation of the procedure, beginning with signal database and organisation, the cooperation with the supplier in the expanding and upgrading of the central computer system INFI 90 by Elsag Bailey Hartmann & Braun, which is now used in TPP Rijeka to control the turbine, auxiliary boilers and fuel storage tanks. It concludes with the suppliers' existing and new supervisory and control computer equipment selection and incorporation with the central INFI system.

DER AUSTAUSCH DES STEUEUNGSSYSTEMS DES ELEKTROENERGETISCHEN TEILES DER ANLAGE 1 × 320 MW IM DAMPFKRAFTWERK RIJEKA DER KROATISCHEN ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT

Gelegentlich der Überholung im Dampfkraftwerk Rijeka ist das Steueungssystem des elektroenergetischen Teiles der Anlage komplett - vom Austausch der Randausrüstung und den Verteilungsdosen bis zur Einführung der zentralen Steuerung - neu eingerichtet worden. Neben der 220 kV-Schaltanlage, der 6 kV-; 0,4 kV-; und 24 V Gleichstrom-Verteilung und der Unterverteilung, den Leistungsumspannern, Generatoren und dem System stätiger Einspeisung, hat das neue Steuerungssystem auch wasserstoffgekühlte Generatorenanlagen, Öldichtungen für Wasserstoff und Wasserkühlungen der Ständerwicklungen umfasst.

Beschrieben ist die Vorbereitung dieses Unterfangens, angefangen mit der Schaffung der Signalbasis und deren Organisation, über die Zusammenarbeit mit dem Zulieferer in der Bearbeitung des zentralen digitalen Steuerungsystems INFI 90 -der Firma Elsag Baily Hartmann & Braun- mit welchem schon die Turbine, das Behelfskesselhaus und die Brennstoffbehälter im Betrieb sind, bis zur Auswahl und Vorbereitung der Koppelung bestehender und neuer digitaler Überwachungs- und Steuerungsausrüstung anderer Hersteller mit dem zentralen INFI System.

Naslov pisaca:

Emil Prpić, dipl. ing.
mr. sc. Boris Glavan, dipl. ing.
Pogon TE Rijeka, Urinj bb
51211 Kostrena, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1998-06-11.

BIOMASA - IZVOR ENERGIJE ZA OBUZDAVANJE EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA

Vladimir J e l a v i ć – Julije D o m a c, Zagreb

UDK 620.9:57.088
PRETHODNO PRIOPĆENJE

Biomasa može imati dvostruku ulogu u obuzdavanju emisije stakleničkih plinova prema ciljevima UNFCCC i to kao izvor energije za zamjenu fosilnih goriva te kao skladište ugljika. U dosadašnjem razmatranju mogućih ponora ugljika i metoda za smanjivanje emisije nije se pridavala dovoljna pažnja korištenju energije biomase. Suvremene tehnologije omogućavaju značajnu, tržišno isplativu i trajnu (obnovljivu) proizvodnju energije iz biomase koja omogućava i brojne dodatne pozitivne učinke. U radu se razmatraju najvažniji aspekti vezani uz korištenje energije biomase i obuzdavanje emisije stakleničkih plinova te je proračunat današnji i mogući budući doprinos biomase u smanjenju emisije u Hrvatskoj.

Ključne riječi: biomasa, stakleнički plinovi, CO_2, emisija.

1. UVOD

U posljednje vrijeme sve više postaje očito da je današnji pristup energiji neodrživ. Od svih obnovljivih izvora energije, najveći se doprinos u bližoj budućnosti očekuje od biomase. Biomasa, kao i njezini produkti–tekuća biogoriva i bioplin, nije samo potencijalno obnovljiva, nego i dovoljno slična fosilnim gorivima da je moguća izravna zamjena. Biomasa se može pretvarati u razne oblike energije koristeći postojeće i nove tehnologije, a iskorištavanjem dodatnog potencijala može postati značajan izvor energije u 21. stoljeću [1].

Kroz povijest čovječanstva sve do sredine 19. stoljeća, biomasa je, a posebno drvo, predstavljala najvažniji izvor energije. Nakon godina korištenja fosilnih goriva, danas se globalna energetska politika mijenja, a biomasa se među ostalim obnovljivim izvorima (vodne snage, vjetar, sunce, plima i oseka, geotermalna energija) smatra ključnim čimbenikom budućih strategija korištenja obnovljivih izvora [2].

Alexander King, predsjednik Rimskog kluba, još je 1985. godine upozorio na novu globalnu krizu:

Nacionalne ekonomije bi se trebale upravljati energetskom bilancom, a ne samo novčanom dimenzijom. Novac je relativan i prolazan, a energija je nužna i vječna. Trebamo shvatiti da su problemi energije, okoliša, klime i razvoja međusobno usko povezani.

Posebnu važnost biomasa dobiva zbog problema emisije stakleničkih plinova i globalnog zagrijavanja. Od biomase kao CO_2-neutralnog goriva te općenito bioenergetskih sustava (podjednako biomasa za energiju kao i pošumljavanje te skladištenje ugljika u drvenim proizvodima) očekuje se značajan doprinos u stabiliziranju emisije stakleničkih plinova i ublažavanju efekta staklenika [3].

Postoje razne procjene potencijala i buduće uloge biomase u globalnoj energetskoj politici u budućnosti, no u svim se scenarijima predviđa značajan porast i bitno značajnija uloga (tablica 1). Za usporedbu može poslužiti podatak da je u 1990. godini potrošnja energije u svijetu iznosila 376,8 EJ, dok se u 2050. prema raznim scenarijima očekuje potrošnja energije od 586 do 837 EJ [4].

Tablica 1. Uloga biomase u globalnoj energetskoj politici prema raznim scenarijima u EJ [5]

Scenarij	2025. godina	2050. godina
Shell (1996)	85	220
IPCC (1996)	72	280
Greenpeace (1993)	114	181
Johansson et al. (1993)	145	206
WEC (1993)	59	157
Dessus et al.	135	-
Lashof i Tirpak (1991)	130	215

Na nedavnoj četvrtoj redovitoj konferenciji država stranaka Okvirne konvencije UN-a o promjeni klime, održanoj od 2. do 13. studenog 1998. u Buenos Airesu, značajna je pozornost posvećena i biomasi kao mogućoj opciji za smanjenje emisije stakleničkih plinova. Posebno je predstavljen dokument *The Role of Bioenergy in Greenhouse Gas Mitigation*, kao službeni stav

IEA Bioenergy, jednog od sporazuma u sklopu *International Energy Agency* za poticanje međunarodne suradnje i istraživanja održivog korištenja biomase i otpada za dobivanje energije. Napominje se da je Republika Hrvatska odnedavno član tog uglednog međunarodnog tijela i da su hrvatski stručnjaci sudjelovali u izradi navedenog dokumenta.

2. VEZANJE UGLJIKA

Jedna od najvažnijih faza procesa fotosinteze, vezanje ugljika iz zraka, tj. iz CO_2 u najnovije vrijeme dodatno dobiva na značenju zbog potrebe obuzdavanja emisije stakleničkih plinova. Kao obnovljivi izvor energije koji se temelji na energiji Sunca, biomasa se smatra za jedan od najperspektivnijih načina zamjene fosilnih goriva, čije spaljivanje predstavlja daleko najveći izvor stakleničkih plinova, a posebno CO_2.

Uključivanje bioloških izvora i ponora u proračun nacionalne emisije stakleničkih plinova (članci 3.3. i 3.4. protokola iz Kyota [6]) istaknulo je još jednu ulogu biomase u obuzdavanju emisije, a to je dugotrajno vezanje i skladištenje ugljika u šumama, odnosno proizvodima od drva (slika 1.). Mogući doprinos bioenergetskih sustava u obuzdavanju emisije stakleničkih plinova najbolje pokazuje slijedeći primjer: u postojećoj "živoj" biomasi na tlu je pohranjeno oko 600 gigatona (Gt) ugljika, oko 60 Gt se godišnje izmjenjuje između atmosfere i biosfere, a oko 6 Gt se godišnje oslobađa iz "podzemnih zaliha" kroz korištenje fosilnih goriva. Da bi se neutralizirala postojeća emisija iz fosilnih goriva trebalo bi iskoristiti 10% godišnje količine ugljika iz njegova kruženja u biogorivima za proizvodnju energije (zbog jednostavnosti se pretpostavlja jednaka efikasnost pri korištenju bio i fosilnih goriva) ili povećati "živu" biomasu godišnje za 1% kroz pošumljavanje [3].

U članku 2, paragraf 1(a), navode se i sljedeći ciljevi protokola iz Kyota:

- promocija održivog gospodarenja šumama, pošumljavanja te održive poljoprivrede,
- istraživanje, promocija, razvoj i povećano korištenje novih i obnovljivih izvora energije, tehnologija za vezanje CO_2 te naprednih tehnologija sa što manjim utjecajem na okoliš,
- ograničavanje i/ili smanjenje emisije metana kroz sakupljanje i korištenje u sustavima oporabe otpada.

Korištenje energije biomase može igrati presudnu ulogu u postizanju svih navedenih ciljeva, bez obzira da li se koristi postojeća biomasa ili se uzgaja na dodatnom zemljištu.

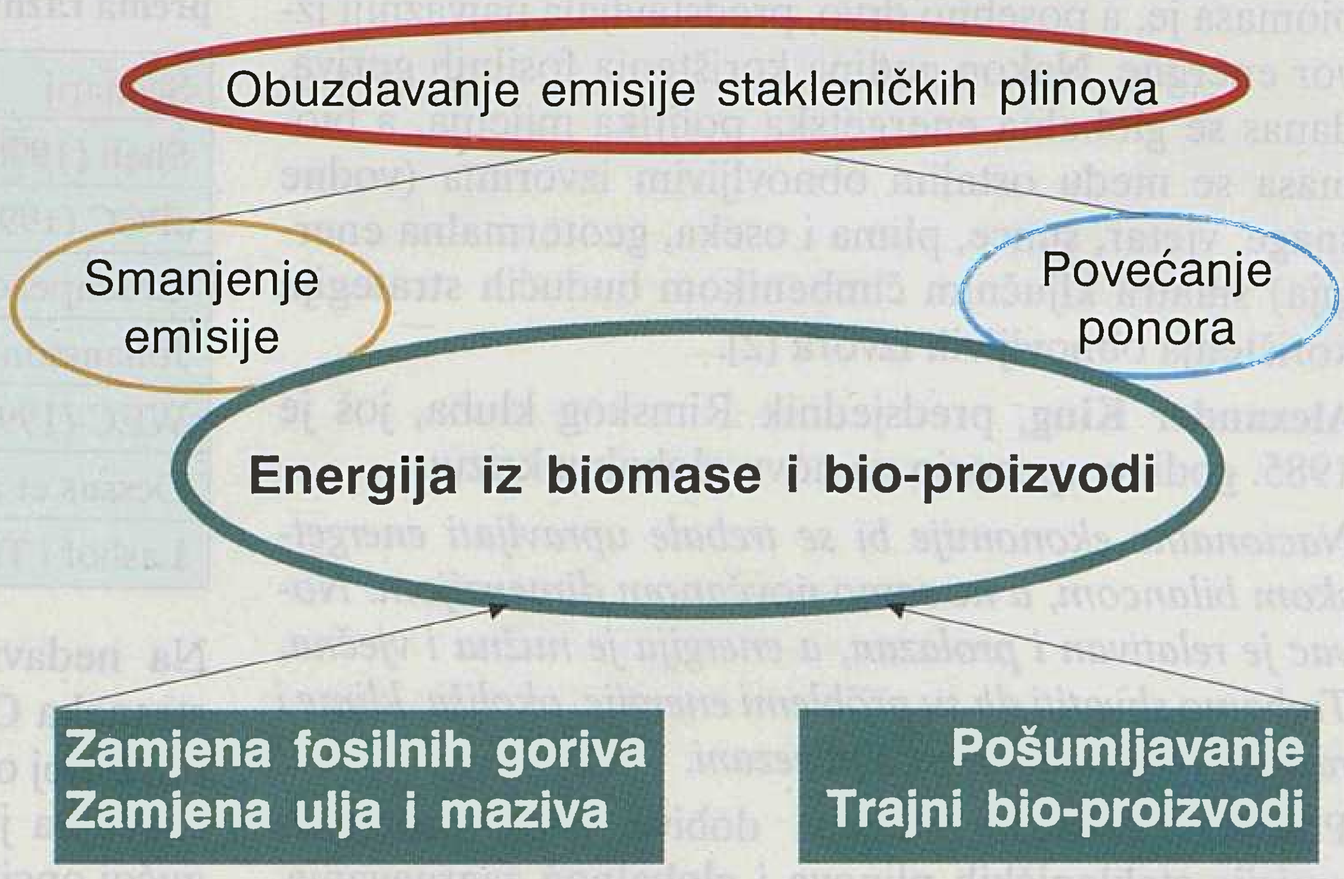
Pri određivanju ukupne emisije stakleničkih plinova pri korištenju energije biomase te usporedbi s fosilnim gorivima potrebno je promatrati sve faze energetskog iskorištavanja, počevši od procesa fotosinteze i staničnog disanja, preko sakupljanja i prerade do konačne pretvorbe u toplinsku i/ili električnu energiju. Standardna metodologija za to je već razrađena i opisana [7], a u sklopu suradnje na projektima IEA Bioenergy njeno se korištenje u najskorije vrijeme očekuje i u Hrvatskoj.

U usporedbi s fosilnim gorivima biomasa je raspoređena vrlo disperzirano. Iako je disperziranost uzrok povećanih troškova, suvremeni načini korištenja omogućavaju otvaranje novih radnih mjesta i ulaganje u razvitak lokalnih zajednica. Dodatne prednosti su smanjenje uvoza energenata i povećanje sigurnosti opskrbe.

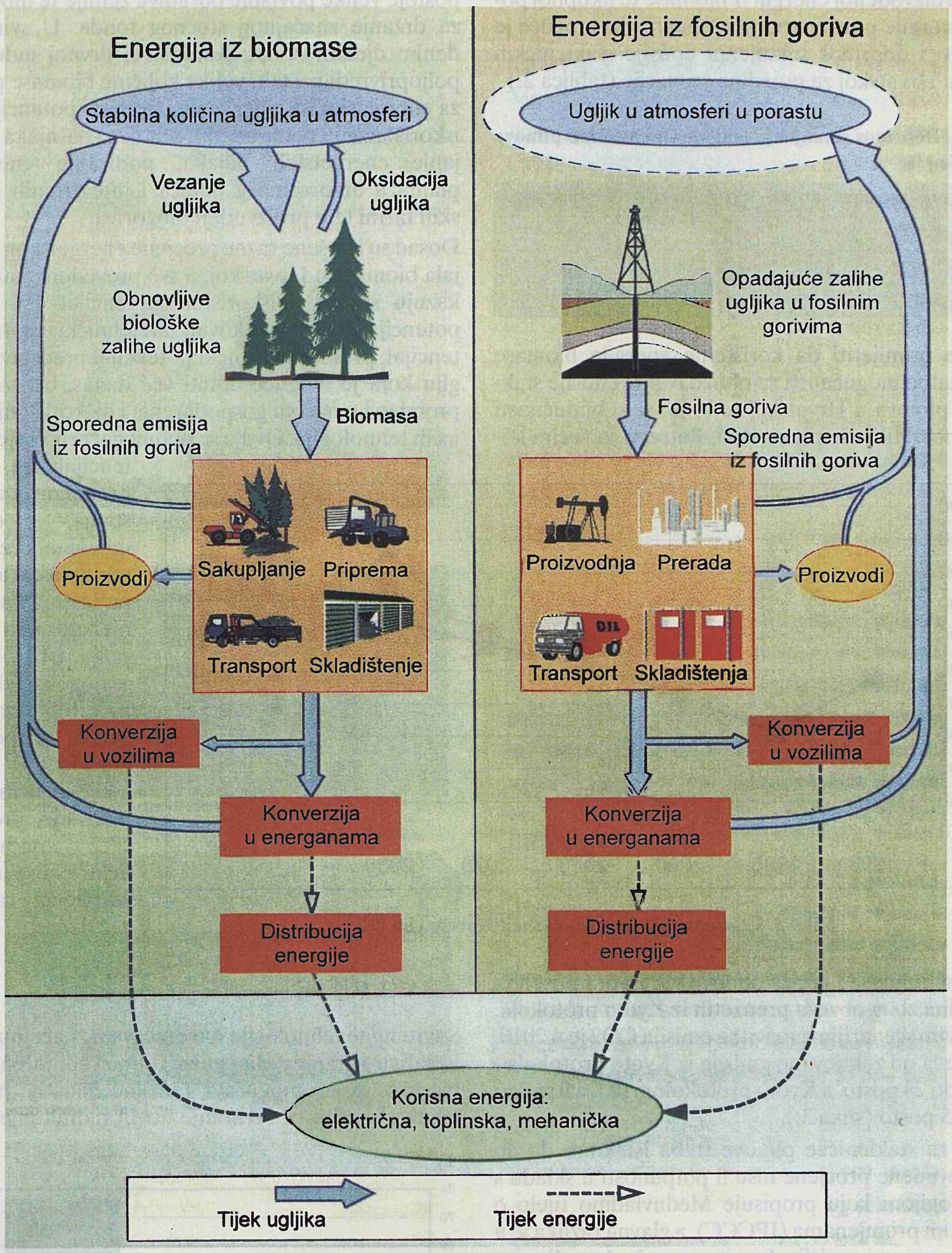
3. DOPRINOS BIOMASE SMANJENJU EMISIJE CO_2 U HRVATSKOJ

Pod pretpostavkom da je neto emisija CO_2 pri uporabi biomase zanemariva (prema IPCC metodologiji), zamjena mješavine fosilnih goriva (reprezentativna mješavina koja odražava udio pojedinih fosilnih goriva u potrošnji energije u Hrvatskoj), korištenjem biomase u 1996. godini smanjilo je emisiju CO_2 u Hrvatskoj za 4,2 posto [8].

Početkom 1997. godine Vlada Republike Hrvatske pokrenula je Nacionalni energetski program BIOEN (Progam korištenja energije biomase i otpada) s ciljem uspostave sustava trajne skrbi o korištenju energije biomase i otpada i zaštiti okoliša. Program je dugoročnog karaktera, a temeljit će se na pozitivnim iskustvima domaćih stručnjaka i iskustvima zemalja Europske unije koje su s uspjehom provele takve programe. U sklopu rada na programu BIOEN su razmatrana tri moguća scenarija razvitka, a polazi se od današnjih tehnologija i sadašnjih mogućnosti te sporog uvođenja novih tehnologija (S-421) preko uvođenja



Slika 1. Obuzdavanje emisije stakleničkih plinova korištenjem energije biomase i/ili trajnim proizvodima iz biomase



Slika 2. Shematski prikaz toka ugljika pri korištenju energije biomase i fosilnih goriva

novih tehnologija i aktivnih mjera države (S-422) do izrazito "ekološkog" scenarija (S-423). Pri analizi moguće proizvodnje energije iz biomase promatrale su se osim potreba u energiji i raspoložive količine biomase u budućnosti, sektori u kojima bi se proizvodnja energije iz biomase mogla povećati te postojeće zapreke i mehanizmi za njihovo prevladavanje. Dobiveni rezultati uključeni su i u nedavno objavljeni Nacrt strategije energetskog razvitka Republike Hrvatske [9].

Udio obnovljivih izvora i biomase u ukupnoj potrošnji energije u pojedinim scenarijima u 2030. godini je sljedeći:

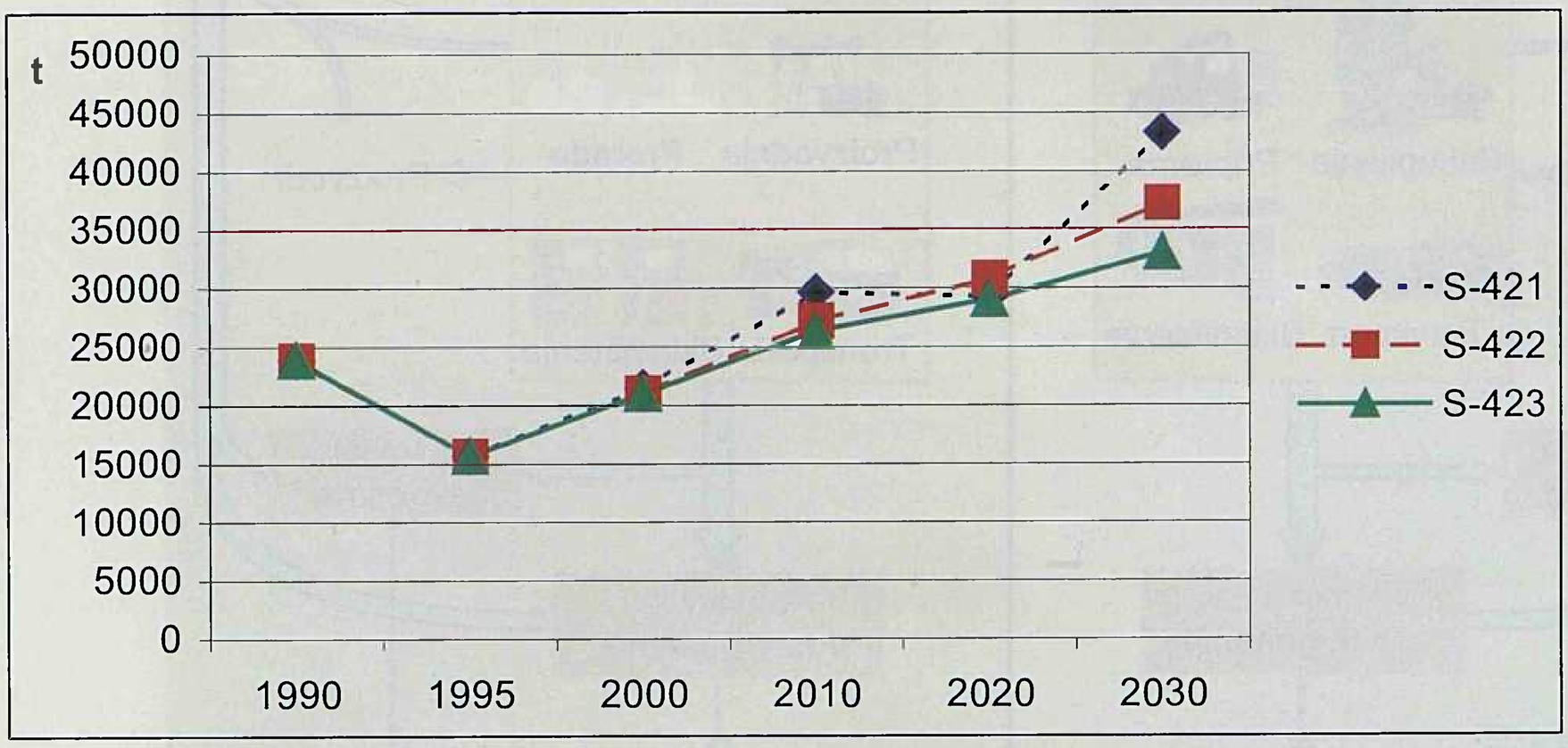
- scenarij S-421 "niski" - 16% obnovljivih, 33,7 PJ (5%) iz biomase,
- scenarij S-422 "srednji" - 21% obnovljivih, 38,4 PJ (6%) iz biomase,
- scenarij S-423 "visoki" - 30% renewables, 50,4 PJ (8%) iz biomase.

Prema proizvodenoj energiji iz biomase te ukupnoj potrošnji energije u promatranim scenarijima moguće je izračunati i doprinos smanjenju emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj za pojedine scenarije (tablica 2.).

Tablica 2. Doprinos smanjenju emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj [8]

Scenarij/godina	2010.	2030.
Scenarij S-421	-5,9 %	-5,4 %
Scenarij S-422	-6,3 %	-7,0 %
Scenarij S-423	-6,5 %	-10,1 %

Može se primijetiti da korištenje energije biomase pruža znatne mogućnosti za obuzdavanje emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj te bi joj se u budućnosti trebalo posvetiti više pozornosti. Potreba za većim korištenjem biomase i uopće obnovljivih izvora posebno je aktualna zbog obveza preuzetih iz Kyoto protokola. Prema svim scenarijima razvitka emisija CO2 je u 2010. godini veća od zahtjevane emisije iz Kyoto protokola i to za 11 do 24 posto, a Kyoto protokolom se traži smanjenje za 5 posto (slika 3.).



Slika 3. Procjena emisije CO_2 različitih scenarija [9]

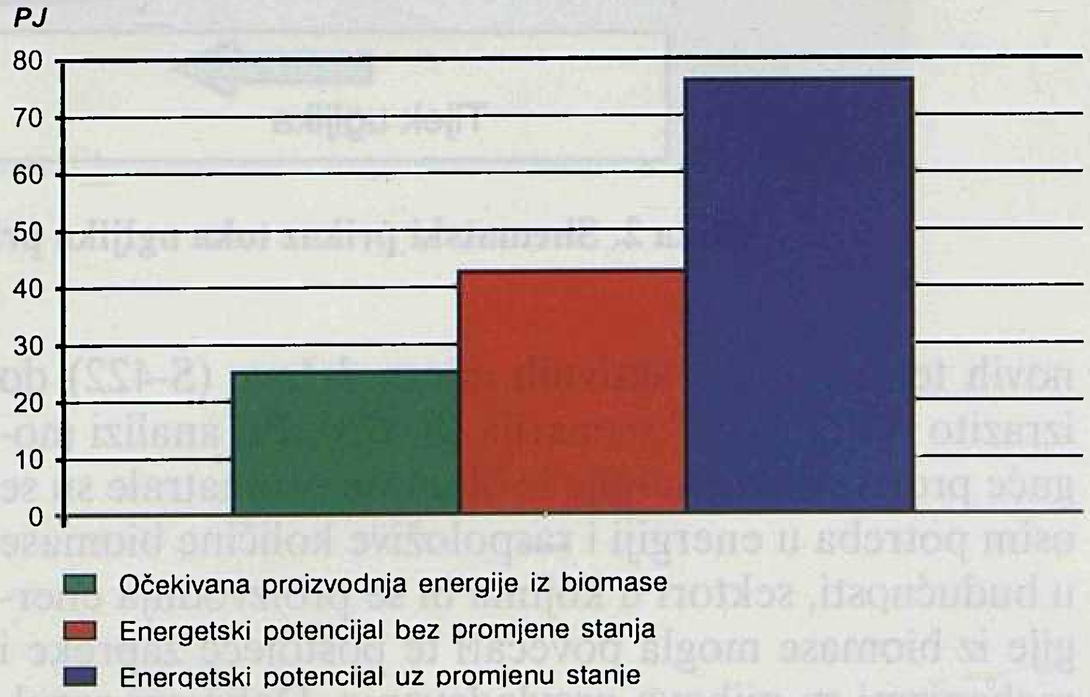
Vezano za stakleničke plinove treba istaknuti da do sada provedene procjene nisu u potpunosti u skladu s metodologijom koju propisuje Međuvladino tijelo o klimatskim promjenama (IPCCC), a glavna razlika je u tome što ponori emisije (u prvom redu šume!) nisu uzeti u obzir. Očekuje se da će se izborom početne godine (između 1985. i 1990.) i provođenjem proračuna po IPCCC metodologiji dobiti veća početna kvota emisije za Hrvatsku, no ipak će biti potrebno uložiti velike napore da se ispune obveze iz Kyota. Korištenje biomase i ostalih obnovljivih izvora energije može igrati značajnu ulogu.

Hrvatska je zemlja s izrazito velikim potencijalom biomase za proizvodnju energije. Gotovo 44% kopnene površine zemlje prekriveno je šumama, drvna industrija ima dugu tradiciju i važno mjesto u gospodarstvu, postoje velike površine obradive zemlje te mogućnosti za držanje značajnog stočnog fonda. U svim navedenim djelatnostima; šumarstvu, drvnoj industriji te poljoprivredi nastaju velike količine biomase pogodne za energetsko iskorištavanje. Dodatni potencijal leži u iskorištavanju neobrađenih oranica i pašnjaka za uzgajanje energetskih biljaka, podizanje energetskih plantaža brzorastućeg drveća i integriranih energetskih farmi te u proizvodnji biogoriva.

Dosad su izvršene razne procjene energetskog potencijala biomase u Hrvatskoj, a sve provedene analize pokazuju znatan neiskorišteni potencijal. Pri procjeni potencijala treba razlikovati tzv. tehnički i teoretski potencijal, pri čemu tehnički potencijal predstavlja energiju koju je moguće dobiti već danas, bez značajnih promjena u načinu gospodarenja i uz korištenje postojećih tehnologija. Ovdje se potencijal prikazuje kao potencijal sa i bez promjene današnjeg stanja, odnosno mijenjanja zakonske regulative, uvođenja poticajnih mjera i mehanizama financiranja. (slika 4). Iako se ponekad klasificira kao biomasa, energetski se potencijal gradskog otpada ovdje ne uzima u razmatranje, premda je riječ o značajnoj količini energije čije je korištenje aktualno već danas.

4. ZAKLJUČAK

Suvremene tehnologije omogućavaju značajnu, tržišno isplativu i trajnu (obnovljivu) proizvodnju energije iz biomase koja omogućava i brojne dodatne pozitivne učinke kao što su otvaranje novih radnih mjesta, ula-



Slika 4. Očekivana proizvodnja energije te energetski potencijal biomase u Hrvatskoj u 2010. godini [10]

ganje u razvoj ruralnih i nerazvijenih područja te lokalnih zajednica, zbrinjavanje otpada, smanjenje uvoza energenata i povećanje sigurnosti opskrbe energijom.

Hrvatska je zemlja s izrazito velikim potencijalom biomase za proizvodnju energije, a biomasa i ostali obnovljivi izvori mogu odigrati presudnu ulogu u ispunjavanju obveza preuzetih protokolom iz Kyota. Za razne promatrane scenarije korištenjem energije biomase u 2030. godini smanjuje se emisija CO_2 između 5,4 i 10,1 posto.

LITERATURA

[1] EC (1997): "White paper for a Community Strategy and Action Plan",. Energy for the Future: Renewable Sources of Energy.

[2] EL BASSAM, N. (1998): "Energy Plant Species", James & James Ltd. London, pp321.

[3] SPITZER, J. et al (1998): "The Role of Bioenergy in Greenhouse Gas Mitigation", IEA Bioenergy Position Paper. IEA Bioenergy Task 25 International Workshop "Between COP3 and COP4: The Role of Bioenergy in Achieving the Targets Stipulated in the Kyoto Protocol". Nokia 1998, http://www.joanneum.ac.at

[4] GRÜBLER, A. et al (1998): "Global Energy Perspectives", IIASA, WEC, Cambridge University Press. Cambridge, pp299.

[5] HALL, D. O. and SCRASE, J. I. (1998), "Biomass&Bioenergy", 15(4/5), pp357-367.

[6] UNFCCC (1997): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Document FCCC/CP/1997/7/Add.1. http://www.unfccc.de.

[7] SCHLAMADIGER, B. et al (1997): "Towards a Standard Methodology for Greenhouse Gas Balances of Bioenergy Systems", in Comparison with Fossil Energy Systems. Biomass&Bioenergy Vol. 13, No. 6, pp. 359-375.

[8] JELAVIĆ, V. and DOMAC, J. (1998): "Greenhouse Gases Emissions and Possibilities for Reduction Using Biomass for Energy in Croatia", IEA Bioenergy Task 25 International Workshop "Between COP3 and COP4: The Role of Bioenergy in Achieving the Targets Stipulated in the Kyoto Protocol". Nokia 1998.

[9] GRANIĆ, G. et al (1998): "Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske", Ministarstvo gospodarstva i Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, pp 271.

[10] DOMAC, J. et al (1998): "Program korištenja energije biomase (BIOEN) – Prethodni rezultati i buduće aktivnosti", Energetski institut"Hrvoje Požar", Zagreb, pp 179

BIOMASS – ENERGY RESOURCE FOR GREENHOUSE GAS EMISSION ABATEMENT

According to UNFCCC scopes, biomass can play a double role in greenhouse gas emission abatement, i.e. as an energy source replacing fossil fuels and as a carbon depot. Up to now no attention has been paid to the biomass usage as a carbon sink or in the methods for the emission abatement. Apart from creating numerous positive effects, modern technologies enable a significant, cost effective and renewable energy production from biomass. In this work, the most important aspects related to biomass use and greenhouse gas emission abatement are elaborated as well as the current and possible future contribution of biomass to emission reduction in Croatia.

BIOMASSE - ENERGIEQUELLE ZUR EINSCHRÄNKUNG DES VORKOMMENS LASSHAUSEFFEKT VERURSACHENDER GASE

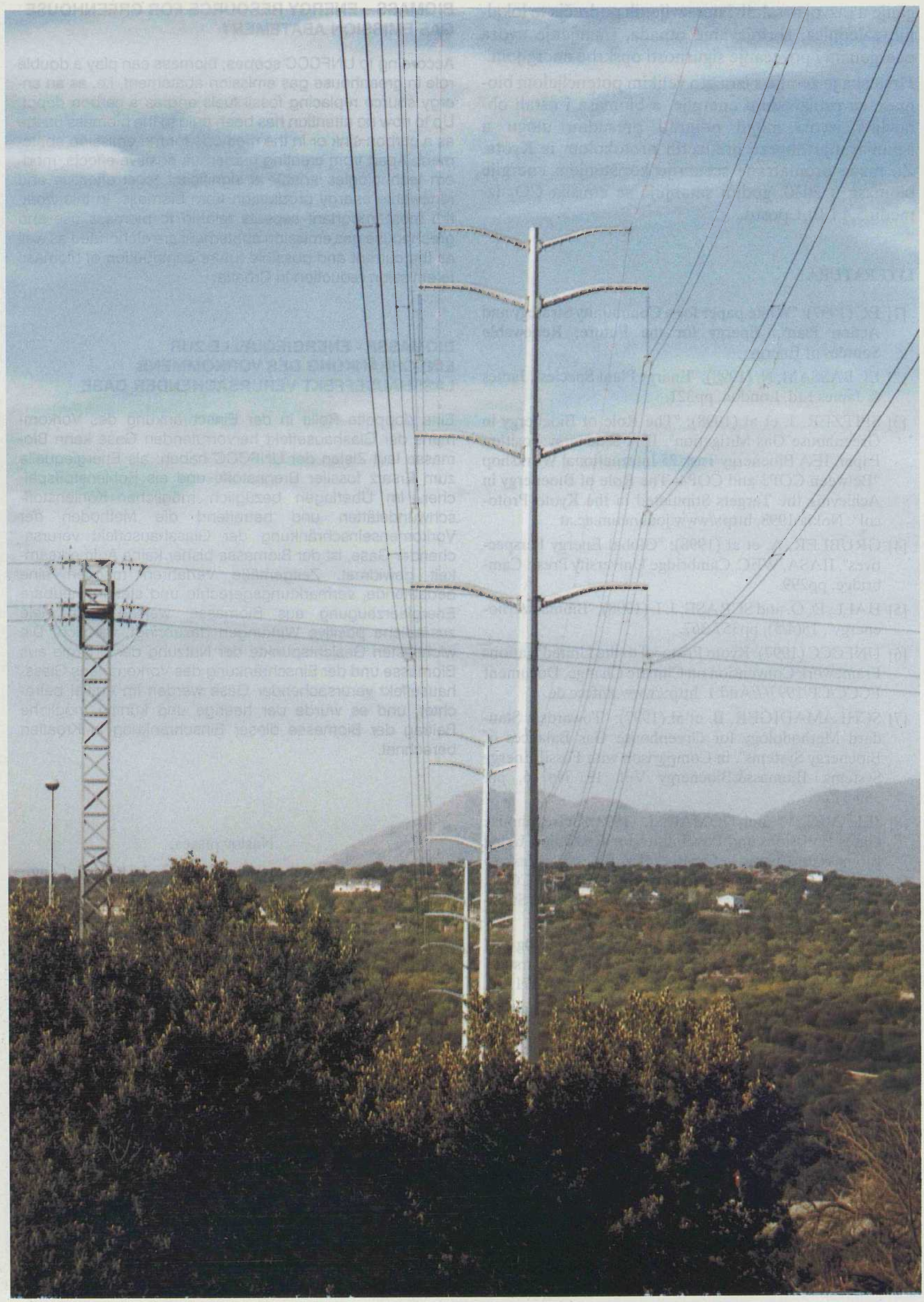
Eine doppelte Rolle in der Einschränkung des Vorkommens der Glashauseffekt hervorrufenden Gase kann Biomasse laut Zielen der UNFCCC haben: als Energiequelle zum Ersatz fossiler Brennstoffe und als Kohlenstoffspeicher. Im Überlegen bezüglich möglicher Kohlenstoffschwundstätten und betreffend die Methoden der Vorkomenseinschränkung der Glasshauseffekt verursachender Gase, ist der Biomasse bisher keine Aufmerksamkeit gewidmet. Zeitgemäße Verfahren machen eine bedeutende, vermarktungsgerechte und stätig erneubare Energieerzeugung aus Biomasse, welche auch viele zusätzliche positive Wirkungen dazubringt, möglich. Die wichtigsten Gesichtspunkte der Nutzung der Energie aus Biomasse und der Einschränkung des Vorkommens Glasshauseffekt verursachender Gase werden im Artikel betrachtet, und es wurde der heurige und künftig mögliche Beitrag der Biomasse dieser Einschränkung in Kroatien berechnet.

Naslov pisaca:

mr. sc. Vladimir Jelavić, dipl. ing.
EKONERG holding
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Julije Domac, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-02-03.



KONCEPCIJA UZEMLJENJA ZVJEZDIŠTA MREŽA 10(20) kV U BUDUĆNOSTI

Dr. sc. Srđan Žutobradić - Milan Damianić, Zagreb

UDK 621.316.99:621.3.053
STRUČNI ČLANAK

U članku su prikazani problemi vezani za provedbu uzemljenja zvjezdišta mreža 10(20) kV. Predložena je promjena važećih tehničkih propisa o opasnim dodirnim naponima. Izloženo je alternativno rješenje za uzemljenje zvjezdišta mreža 10(20) kV, temeljeno na uporabi kompenzacijske prigušnice.

Ključne riječi: uzemljenje zvjezdišta, dodirni napon, kompenzacijska prigušnica (Petersenova).

1. UVOD

Važeća tehnička regulativa u Hrvatskoj dopušta pogon srednjonaponskih distribucijskih mreža s izoliranim zvjezdištem u pojnim transformatorskim stanicama uz uvjet da kapacitivne struje zemljospoja ne prijeđu granične iznose:

- mreže 10 kV: $I_c = 20$ A
- mreže 20 kV: $I_c = 15$ A
- mreže 30(35) kV $I_c = 10$ A

Ako kapacitivne struje prijeđu navedene veličine, potrebno je provesti uzemljenje zvjezdišta. Dosadašnja praksa u distribucijskoj djelatnosti u Hrvatskoj temeljila se na **rezistentnom** uzemljenju neutralne točke preko metalnih otpornika. Uobičajene nazivne struje otpornika su slijedeće:

mreže 35 kV

$I_R = 1000$ A (kabelske mreže)

$I_R = 300$ A (ostale mreže)

mreže 10(20) kV

$I_R = 300$ A (kabelske mreže)

$I_R = 150$ A (ostale mreže)

Osim veličine kapacitivne struje zemljospoja, u 20 kV mrežama postoji dodatni kriterij koji uvjetuje provedbu uzemljenja zvjezdišta. Naime, ako se 10 kV oprema u nadzemnoj mreži želi koristiti pod naponom 20 kV, tada je nužno provesti uzemljenje zvjezdišta radi smanjivanja razine unutrašnjih prenapona. Na taj način ostvaruje se racionalan put za uvođenje 20 kV napona u distribucijsku mrežu.

Mreže 35 kV uglavnom rade s uzemljenim zvjezdištem u pojnim TS 110/35 kV. Kod provedbe tog rješenja obično nema većih problema. No, kod mreža 10(20) kV prisutne su velike poteškoće i dvojbe, naročito na terenima visokog specifičnog otpora. U ovom članku prikazat će se mogući načini rješavanja te zadaće u budućnosti.

2. PROBLEMI UVJETOVANI PROVEDBOM UZEMLJENJA ZVJEZDIŠTA

Odabir optimalnih karkateristika otpornika za uzemljenje zvjezdišta 10(20) kV mreža obrađen je i prezentiran u mnogim stručnim i znanstvenim radovima. Temeljni kriterij koji proizlazi iz dosadašnjih istraživanja je:

$$I_R > 3 \cdot I_C \qquad (1)$$

gdje su:

I_R - nazivna struja otpornika

I_C - kapacitivna struja zemljospoja

Navedeni kriterij osigurava pretežno radni karakter struje jednopolnog kvara. Njegovim ispunjavanjem ostvaruje se **niskoomsko** uzemljenje zvjezdišta.

Kada korištenje kriterija (1) dovodi do neprihvatljivih troškova rekonstrukcije uzemljivača, preporučuje se alternativni kriterij:

$$1.5 \cdot I_C < I_R < 3 \cdot I_C \qquad (2)$$

Taj kriterij definira tzv. **visokoomsko** uzemljenje zvjezdišta. Struja jednopolnog kvara u bilo kojoj točki 10(20) kV mreže računa se kao:

$$I_{1P} = \sqrt{I_{1R}^{\,2} + I_C^{\,2}} \qquad (3)$$

gdje su:

I_C = kapacitivna struja zemljospoja

I_{1R} = radna komponenta struje jednopolnog kratkog spoja.

Kao što je već rečeno, u dosadašnjoj praksi za provedbu uzemljenja zvjezdišta 10(20) kV mreža koristili su se otpornici nazivne struje

$$I_R = 300\ \text{A} \quad \text{i} \quad I_R = 150\ \text{A}$$

Odgovarajuće struje jednopolnog kvara u tako uzemljenim mrežama većinom su samo nešto niže od nazivnih struja otpornika (kod "metalnih" jednopolnih kvarova). Izuzetak su kvarovi na ekstremno dugačkim 10(20) kV vodovima, kada te struje mogu pasti i do 40% u odnosu prema nazivnoj struji otpornika.

Na temelju poznatih veličina struja jednopolnog kratkog spoja određuju se granični, tj. maksimalno dopušteni otpori uzemljivača TS 10(20)/0.4 kV. Prema tehničkim propisima [1], ti otpori se određuju na način opisan u daljnjem tekstu.

Ako se u TS 10(20)/0.4 kV izvodi združeno zaštitno i radno uzemljenje (što propisi preferiraju), tada ukupni otpor uzemljenja treba zadovoljiti uvjet:

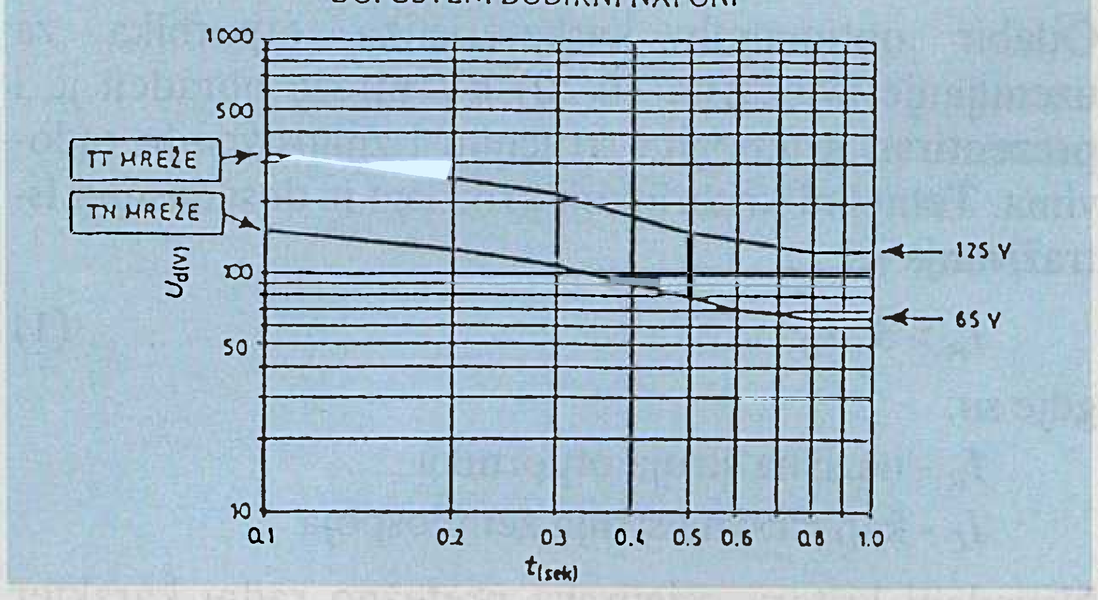
$$R_{zdr} \le \frac{U_{dd}}{r \cdot I_{1P}} \qquad (4)$$

gdje su:

U_{dd} - dopušteni dodirni napon prema tehničkim propisima (sl. 1)

I_{1P} - struja jednopolnog kratkog spoja u razmatranoj stanici

r - redukcijski faktor pojnog voda.



Slika 1.

Ako se ne može ispuniti uvjet (4), potrebno je izvesti odvojeno zaštitno uzemljenje stanice od radnog uzemljenja mreže niskog napona. U tom slučaju radno uzemljenje treba zadovoljiti uvjete primijenjene zaštitne mjere na niskom naponu, a zaštitno uzemljenje treba ispuniti uvjet:

$$R_{zaš} \le \frac{1200}{r \cdot I_{1P}} \qquad (5)$$

Ako mreža 10(20) kV radi s izoliranim zvjezdištem te se zemljospoj isključuje u vremenu kraćem od 2 sata, također se primjenjuju kriteriji (4) ili (5), samo što se umjesto struje jednopolnog kvara (I_{1P}) uvrštava kapacitivna struja zemljospoja (I_C). Međutim, ako trajanje zemljospoja nije ograničeno na 2 sata, propisi dopuštaju isključivo izvedbu odvojenoga zaštitnog uzemljenja od radnog uzemljenja, uz poštivanje uvjeta (5). Osim toga, otpor radnog uzemljenja treba zadovoljiti dodatni kriterij:

$$R_{rad} \le \frac{65}{I_c} \qquad (6)$$

Iz navedenog pregleda mogu se odrediti granični otpori uzemljivača TS 10(20)/0.4 kV. Pri tome ćemo se ograničiti na TS 10(20)/0.4 kV priključene na nadzemnu pojnu mrežu. Otpori uzemljenja trafostanica priključenih na kabelsku mrežu redovito su relativno niski i ne čine poteškoće pri prelasku 10(20) kV mreže na rad sa zvjezdištem uzemljenim preko otpornika. Budući da nadzemni 10(20) kV vodovi obično nemaju zaštitne vodiče, njihov redukcijski faktor iznosi: $r = 1$.

Granični otpori navedenih transformatorskih stanica prikazani su u tab. 1 (združena uzemljenja) odnosno tab. 2 (odvojena zaštitna od radnih uzemljenja).

Tablica 1. Granični otpori združenog uzemljenja

Primijenjena zaštitna mjera na 0.4 kV	R_{zdr} (Ω) za:				
	$I_C = 20$ A	$I_R = 150$ A		$I_R = 300$ A	
	$t = 1$s	$t = 0.5$ s	$t = 1$s	$t = 0.5$ s	$t = 1$s
TN	3.25	0.53	0.43	0.27	0.22,
TT	6.50	1.06	86	0.54	0.44

Tablica 2. Granični otpori zaštitnog uzemljenja

Nazivni napon kV	$R_{zaš}$ (Ω) za:		
	$I_C = 20$ A	$I_R = 150$ A	$I_R = 300$ A
10	60	10.50	5.25
20	60	9.28	4.64

Navedene granične vrijednosti su vrlo niske, naročito u slučaju primjene združenog uzemljenja kod TS 10(20)/0.4 kV. Na temelju dosadašnjih spoznaja koje su bazirane na rezultatima mjerenja i proračuna može se reći da je na terenima specifičnog otpora tla većeg od:

$\rho = 100\ \Omega\,\text{m}$

veoma teško postići vrijednosti otpora združenog uzemljenja TS 10(20)/0.4 kV manje od graničnih iznosa (tab. 1). Dakako, to se odnosi na mreže s uzemljenim zvjezdištem, uz primijenjeno ograničenje struje jednopolnog kvara na 150 A ili 300 A.

Kada je u TS 10(20)/0.4 kV razdvojeno zaštitno uzemljenje od radnog, donekle je olakšana provedba uzemljenja zvjezdišta, ukoliko specifični otpor tla ne prelazi iznos od otprilike:

$\rho = 500\ \Omega\,\text{m}$

No, razdvajanje zaštitnog i radnog uzemljenja često je problematičan postupak iz više razloga:

- U mnogim situacijama nije moguće efikasno razdvojiti navedena uzemljenja zbog prisustva metalnih masa u zemlji.
- Razdvajanje zaštitnog uzemljenja od radnog ima za posljedicu smanjenu efikasnost prenaponske zaštite na srednjenaponskoj strani transformatorske stanice. Prigodom odvođenja atmosferskog prenapona u zemlju dolazi do superpozicije preostalog napona odvodnika i impulsnog pada napona na zaštitnom uzemljenju. Rezultat takvog stanja može biti preskok na nul-točku transformatora na n.n. strani, koja se nalazi približno na nultom potencijalu. Dakako, u slučaju primjene združenog uzemljenja te opasnosti nema, jer je nul-točka vezana na isto uzemljenje kao i odvodnici prenapona, pa je pad napona na uzemljivaču nebitan.

Osim važeće tehničke regulative, ispunjavanje kriterija (1) ili (2) uvjetovano je veličinom kapacitivne struje zemljospoja (I_C) galvanski vezane mreže 10(20) kV. Veća struja I_C rezultira većom strujom otpornika (I_R), odnosno većom strujom jednopolnog kratkog spoja u razmatranoj mreži.

Veličinu kapacitivne struje I_C uvjetuju praktički samo kabeli jer je njihova jedinična kapacitivna struja zemljospoja (I_{Cl}) 30 - 40 puta veća u odnosu na nadzemne vodove.

S obzirom da se u distribucijskoj mreži HEP-a danas polažu tipski kabeli XHE 49-A, 3x1x150(185), u tab. 3 dane su jedinične struje (I_{Cl}).

Tablica 3. Jedinične kapacitivne struje zemljospoja

Vrsta kabela	Pogonski napon (kV)	I_{Cl} (A/km)
XHE 49-A 3x1x150	10	1.4
XHE 49-A 3x1x150	20	2.8
XHE 49-A 3x1x185	10	1.5
XHE 49-A 3x1x185	20	3.0

Kao što se vidi iz tab. 3, u mrežama 20 kV već i nekoliko kilometara kabela dovodi do znatnih iznosa kapacitivnih struja zemljospoja. Npr. pet kilometara kabela XHE 49-A, 3x1x185 rezultira strujom $I_C = 15$ A.

Prigodom razmatranja očekivane razine kapacitivnih struja zemljospoja u mrežama 10(20) kV treba uvažiti slijedeće bitne činjenice:

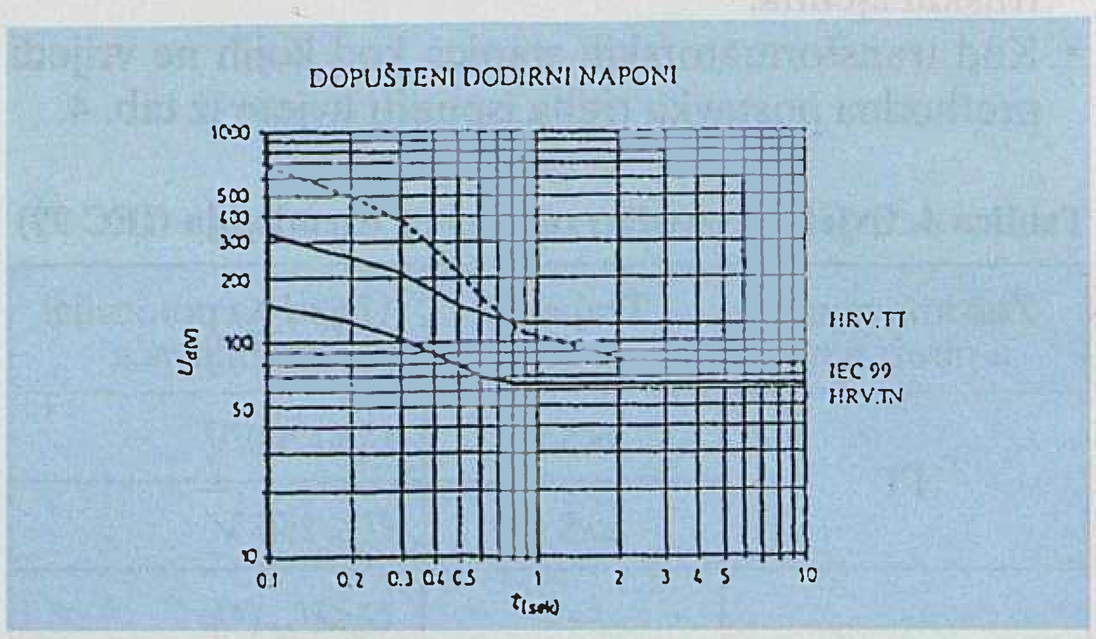
- U HEP-u (kao i u mnogim drugim elektroprivrednim kompanijama) prisutna je tendencija polaganja kabela i u izvangradskim mrežama, prvenstveno za magistralne dionice. Razlog tome je u konkurentnoj cijeni kabela u odnosu na nadzemne vodove s vodičima velikog presjeka.
- U distribucijskim mrežama HEP-a teži se zamjeni napona 10 kV s naponom 20 kV.
- S porastom opterećenja određene mreže, te uvođenjem napona 20 kV u pogon, mnoge pojne TS 35/10 kV zamijenit će se sa TS 110/20 kV. Sigurno je da će buduće TS 110/20 kV napajati znatno veće mreže 20 kV, a to će rezultirati značajno većom razinom kapacitivnih struja zemljospoja.

Izložene činjenice ukazuju na očekivani porast struja zemljospoja ne samo u gradskim nego i u **izvangradskim** mrežama. Kod TS 110/20 kV realno je očekivati kapacitivne struje I_C od 100 A, i veće. Sasvim je sigurno da će takve struje u izvangradskim (mješovitim nadzemno - kabelskim) mrežama jako otežati provedbu uzemljenja zvjezdišta, jer će uvjetovati uporabu otpornika većih nazivnih struja (I_R). Ta problematika naročito će se zaoštriti u područjima visokog specifičnog otpora tla.

3. MOGUĆE PROMJENE TEHNIČKIH PROPISA O OPASNIM DODIRNIM NAPONIMA

Važeći tehnički propisi o opasnim dodirnim naponima u elektroenergetskim postrojenjima bitno su stroži od mnogih inozemnih propisa koji reguliraju ovo područje. Potvrda ovog stava proizlazi između ostaloga i iz nacrta tehničkog standarda IEC 99 (System engineering and erection of electrical power installations in systems with nominal voltages above 11 kV a.c.), koji je u izradi. Na sl. 2 dana je usporedba dopuštenih vrijednosti dodirnih napona i to:

- prema prijedlogu standarda IEC 99
- prema propisima što vrijede u Hrvatskoj, i to za dimenzioniranje uzemljivača TS 10(20)/0.4 kV koje napajaju nulirane (TN) mreže, odnosno mreže s primijenjenim pojedinačnim zaštitnim uzemljenjem (TT mreže).



Slika 2.

Kao što se vidi na slici 2, nacrt standarda IEC 99 sadrži jedinstvenu krivulju ovisnosti dopuštenih dodirnih napona o trajanju kvara. U području podešenja relejne zaštite u srednjonaponskim i visokonaponskim mrežama, tj. za t sek, dopušteni dodirni naponi prema prijedlogu IEC 99 bitno su viši u odnosu prema tehničkoj regulativi u Hrvatskoj. Na primjer za tipično

vremensko podešenje relejne zaptite u 10(20) kV mrežama od t=0,5 sek dopušteni dodirni naponi iznose:

- prijedlog IEC 99: U_{dd} = 210 V
- TT mreže (Hrvatska): U_{dd} = 160 V
- TN mreže (Hrvatska): U_{dd} = 80 V

Prema tome, dopušteni dodirni napon prema prijedlogu IEC 99 je oko 2.5 puta veći u odnosu prema dopuštenoj vrijednosti koja je mjerodavna u slučaju primjene nuliranja (TN sustav) u niskonaponskim mrežama priključenim na TS 10(20)/0.4 kV.

Očito je da su u tom smislu budući propisi IEC 99 bitno liberalniji od hrvatskih propisa.

No, još važnija (u smislu liberalizacije propisa) je promjena u pristupu dimenzioniranja uzemljenja TS 10(20)/0.4 kV. Prema važećoj tehničkoj regulativi u Hrvatskoj, otpor združenog uzemljenja ograničen je u skladu s izrazom (4). Kroz taj uvjet implicitno je izjednačen maksimalni dopušteni dodirni napon s potencijalom združenog uzemljenja TS 10(20)/0.4 kV prema referentnoj zemlji. Dakako, u većini slučajeva opisani pristup je neopravdano strog, jer je dodirni napon samo dio potencijala uzemljivača.

Nasuprot tome, prijedlog standarda IEC 99 definira slijedeće uvjete za izvedbu združenog uzemljenja TS 10(20)/0.4 kV:

- Kod transformatorskih stanica čije je uzemljenje dio proširenog sustava uzemljenja dopušta se primjena združenog uzemljenja bez posebnih uvjeta. Prošireni ("globalni") sustav uzemljenja je sastavljen od međusobno povezanih metalnih masa koje obuhvaćaju veću površinu. Tipični primjeri nalaze se u urbaniziranim sredinama s kabelskim elektroenergetskim mrežama, te na područjima velikih industrijskih cjelina.
- Kod transformatorskih stanica kod kojih ne vrijedi prethodna postavka treba ispuniti uvjete iz tab. 4.

Tablica 4. Uvjeti za izvedbu združenog uzemljenja (IEC 99)

Zaštitna mjera u mreži n.n.	Trajanje kvara	Uvjeti na potencijal uzemljivača
TT	$t \leq 5$ s	$U_u \leq 1200$ V
	$t > 5$ s	$U_u \leq 250$ V
TN	-	$U_u \leq U_{dd}$ (*)
	-	$U_u \leq X \cdot U_{dd}$ (**)

* - PEN vodič mreže n.n. uzemljen samo u TS 10(20)/0.4 kV

** - PEN vodič mreže n.n. uzemljen na više mjesta; to je uobičajena praksa u našim TN mrežama

U_u - potencijal uzemljivača

U_{dd} - dopušteni dodirni napon (sl. 2)

Faktor X prema prijedlogu IEC 99 iznosi barem **2.** No, dopušta se mogućnost korištenja vrijednosti X **≤5.** To znači da IEC 99 priznaje činjenicu da je dodirni napon samo dio potencijala uzemljivača. Uz konzervativni pristup (X = 2) pretpostavlja se da maksimalni dodirni napon neće premašiti veličinu od **50 % potencijala** uzemljivača; uz liberalniji pristup (X = 5) pretpostavlja se da maksimalni dodirni napon neće premašiti veličinu od **20 % potencijala** uzemljivača. Drugim riječima, formula (4) koja je mjerodavna za dimenzioniranje združenog uzemljenja TS 10(20)/0.4 kV, u slučaju primjene standarda IEC 99 modificirala bi se na slijedeći način:

$$R_{zdr} \leq \frac{X \cdot U_{dd}}{r \cdot I_{1p}} \qquad (7)$$

X = 2 5

Usporedba dopuštenih računskih otpora združenog uzemljenja TS 10(20)/0.4 kV s nadzemnim napajanjem (r = 1) dana je u tab. 5. Pretpostavljen je TN sustav zaštite u mreži niskog napona, uz uzemljeni PEN vodič na više mjesta. Trajanje jednopolnog kratkog spoja (jks) ograničeno je na 0.5 s.

Tablica 5. Usporedba dopuštenih vrijednosti otpora R_{zdr}

	Maksimalne dopuštene vrijednosti za R_{zdr}		
Struja jks	Važeći propisi u Hrvatskoj	IEC 99 (X = 2)	IEC 99 (X = 5)
150 A	0.53 Ω	2.73 Ω	6.83 Ω
300 A	0.27 Ω	1.37 Ω	3.42 Ω

Opravdanost promjene važeće tehničke regulative, te usvajanje pristupa iz nacrta standarda IEC 99 može se osnažiti rezultatom mjerenja značajki uzemljivača TS 10(20)/0.4 kV u nadzemnoj mreži DP "Elektroistra" Pula. Mjerenja su izvršena na uzorku od **42** transformatorske stanice, na području:

- Buzeta
- Rovinja
- Umaga.

Na temelju dosadašnjih iskustava i mjerenja provedenih na tim lokacijama može se reći da se specifični otpor tla nalazi u granicama između:

100 - 1000 Ω m

Prema tome, radi se o terenima s umjereno lošim karakteristikama (u odnosu na sjeveozapadni i istočni dio Hrvatske). No, to su još uvijek bitno bolji uvjeti nego u Dalmaciji ili Primorju.

Rezultat mjerenja dodirnih napona prikazani su u relativnom obliku, na slijedeći način:

$$U_{drel} = \frac{U_d}{U_U} \cdot 100 \ (\%) \qquad (8)$$

$$X = \frac{1}{U_{drel}} \qquad (9)$$

U_d - izmjereni dodirni napon

U_u - izmjereni potencijal uzemljivača.

Veličina X iz formule (9) odgovara identičnoj veličini iz prijedloga standarda IEC 99.

Obradom rezultata mjerenja dodirnih napona sa **233 lokacije** došlo se do rezultata prikazanih u tab. 6.

Tablica 6. Rezultati mjerenja dodirnih napona

U_{drel} (%)	X	N_{mj}	f(%)
<5	>20	171	73.4
5 - 10	10 - 20	23	83.3
10 - 20	5 - 10	17	90.6
20 - 50	2 - 5	16	97.4
> 50	< 2	6	100.0

N_{mj} - broj mjerenja
f - kumulativna frekvencija

Analizom tab. 6 potvrđuje se zaključak o ispravnosti formule (7) koja se temelji na prijedlogu standarda IEC 99. Faktor X u pravilu je znatno veći od vrijednosti koje se navode u IEC 99, i to:

- U **97.4 %** slučajeva vrijedi $X > 2$ ($U_d < 0.5U_u$)
- U **90.6 %** slučajeva vrijedi $X > 5$ ($U_d < 0.2U_u$)

Uz izložene rezultate treba uvažiti i realnu vrijednost nastanka opasnih situacija:

- Vjerojatnost kvara na 10(20) kV strani TS 10(20)/0.4 kV vrlo je mala. U "Elektroistri" ta vjerojatnost iznosi za stanice u nadzemnoj mreži:
  p = 1.25 kvar./100 TS,god.
  U europskim zemljama ta vjerojatnost je u pravilu nešto manja.
- Trajanje jednopolnog kvara je ograničeno proradom relejne zaštite, obično u vremenu od $t = 0.5$ sek.

Prema tome, lako je zaključiti da nastanak opasne situacije po ljude podrazumijeva istodobnu:

- pojavu kvara na srednjonaponskoj strani TS 10(20)/0.4 kV
- dodir uzemljenih metalnih masa u TS ili priključenoj mreži n.n. i potrošačkim instalacijama
- lošu izjednačenost potencijala na mjestu dodira ($X<5$)

Iz izloženog proizlazi da je primjena izraza (7) za dimenzioniranje združenog uzemljenja, uz zadani faktor izjednačenosti potencijala $X = 5$ potpuno opravdana, bez dovođenja u pitanje sigurnosti ljudi.

Na kraju, dat će se pregled rezultata mjerenja otpora združenog uzemljenja u razmatranim TS 10(20)/0.4 kV, te njihova usporedba s graničnim vrijednostima koje proizlaze iz naših propisa, te IEC 99 (tab. 7).

Otpori združenog uzemljenja izmjereni su u **42 TS 10(20)/0.4 kV,** koje su uključene u nadzemnu mrežu 10(20) kV. Dobivene su slijedeće karakteristične veličine:

- srednja vrijednost otpora uzemljenja: 4.7 Ω
- minimalni otpor uzemljenja: 0.9 Ω
- maksimalni otpor uzemljenja: 22.0 Ω

Otpori uzemljenja veći od 10 Ω izmjereni su samo u dvije TS 10(20)/0.4 kV.

Tablica 7. Broj TS 10(20)/0.4 kV s ispunjenim uvjetom R_{zdr} R_{dop}

I_R (A)	Važeća regulativa		IEC 99($X = 2$)		IEC 99($X = 5$)	
	Broj	(%)	Broj	(%)	Broj	(%)
150	0	0	16	38	34	81
300	0	0	3	7	19	45

R_{dop} - maksimalni dopušteni otpor uzemljenja koji je uvjetovan tehničkom regulativom

Kao što se vidi iz tab. 7, uz važeću tehničku regulativu niti u jednoj TS 10(20)/0.4 kV nisu ispunjeni uvjeti bezopasnosti, definirani izrazom (4). Uvođenjem kriterija iz nacrta standarda IEC 99 situacija bi se bitno popravila, naročito ako se usvoji vrijednost koeficijenta $X = 5$ (tj. pretpostavka da maksimalni dodirni napon ne prelazi 20 % veličine potencijala uzemljivača prema referentnoj zemlji). No, i tada bi u nekim TS 10(20)/0.4 kV trebalo poduzeti mjere za smanjivanje vrijednosti otpora združenog uzemljenja.

Prigodom analize rezultata iz tab. 7 treba uvažiti činjenicu da se radi o transformatorskim stanicama na području Istre, gdje se specifični otpor tla nalazi u granicama od 100 do 1000 Ω m. Kao što je rečeno, u Hrvatskoj ima područja s puno boljom vodljivošću tla, ali isto tako postoje krajevi sa znatno lošijom vodljivošću tla.

4. ALTERNATIVNI NAČINI UZEMLJENJA ZVJEZDIŠTA MREŽA 10(20) KV

Uzemljenje zvjezdita mreža 10(20) kV preko otpornika koristi se u mnogim zemljama. No, izloženi problemi uvjetovani takvim pristupom rezultirali su i drugačijim koncepcijskim rješenjima za provedbu uzemljenja zvjezdišta. Kao alternativno rješenje u svijetu se često koristi kompenzacijska (tzv. Petersenova) prigušnica koja poništava (kompenzira) kapacitivnu struju zemljospoja u priključenoj mreži.

Naročito je zanimljiva situacija u francuskoj elektroprivredi (EDF), gdje je od šezdesetih godina u uporabi sustav uzemljenja zvjezdišta preko otpornika nazivne struje 300 A (vangradske mreže) ili 1000 A (gradske mreže). Zbog problema koji su opisani u ovom članku, devedesetih godina u EDF-u su pokrenute aktivnosti postupne promjene koncepcije uzemljenja zvjezdišta, s ciljem da se uvede u primjenu rješenje s kompenzacijskom prigušnicom. Pri tome su posebno istaknuta dva očekivana dobitka:

- Problemi s opasnim dodirnim naponima svest će se na minimum.
- Poboljašt će se kvaliteta isporuke električne energije zbog samogašenja prolaznih zemljospojeva. Osim

toga, otvara se mogućnost pogona mrže s prisutnim trajnim zemljospojem, sve do njegovog otklanjanja.

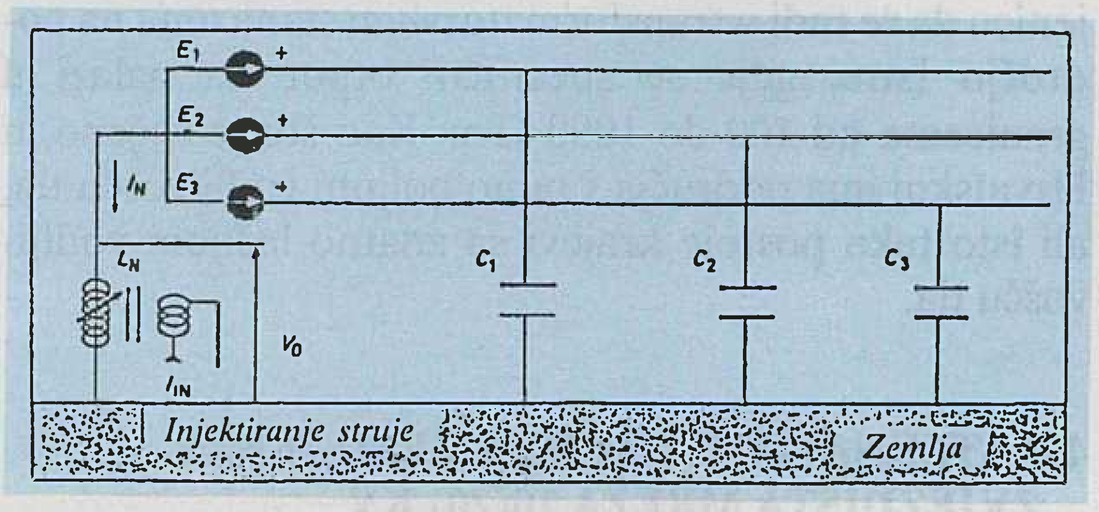
S obzirom na sličnost problematike uzemljenja u mrežama EDF-a i HEP-a, u ovom poglavlju prikazat će se tehnička rješenja koja se trenutačno uvode u primjenu u EDF-u, a mogu naći primjenu i u našim mrežama.

4.1. Kompenzacijska prigušnica s automatskim podešavanjem

Uzemljenjem zvjezdišta mreža 20 kV putem kompenzacijskih prigušnica, u EDF-u ograničena je struja zemljospoja na maksimalnu vrijednost od:

$I_z = 40$ A

Međutim, kapacitivna struja mreže priključene na TS X/10(20) kV nije uvijek fiksna veličina. Poznato je da veličina razmatrane mreže 10(20) kV varira ovisno o uklopnom stanju. Osim toga, ta struja raste s uključivanjem novih kabela u mrežu. Zbog toga je razvijen učinkovit sustav za automatsko podešavanje kompenzacijskih prigušnica. Koristi se metoda **injektiranja struje** u zvjezdište transformatora, u trajanju od nekoliko sekundi (sl. 3).



Slika 3.

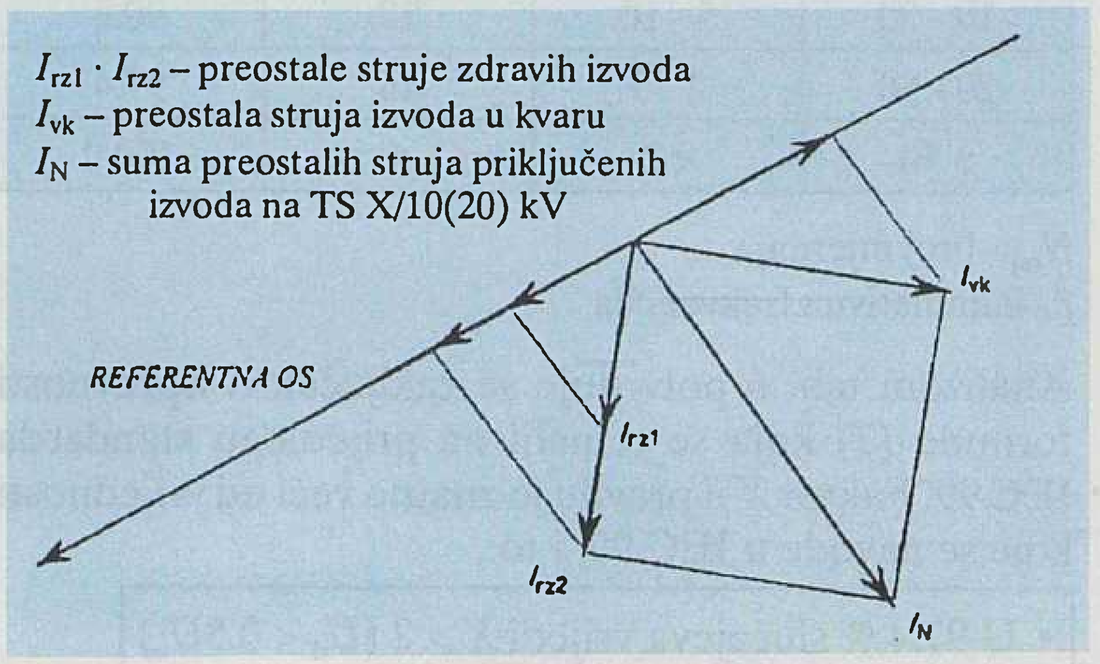
Injektirana struja uzrokuje promjenu nultog napona. Iz omjera nultog napona i injektirane struje moguće je odrediti razliku između induktivne i kapacitivne komponente razmatranog kruga sa sl. 3. Nakon dobivanja tog podatka, razvijeni sustav može izravno djelovati na podešavanje kompenzacijske prigušnice.

Opisani sustav ima više prednosti:

- Određivanje razlike induktivne i kapacitivne komponente ne zahtijeva promjenu induktiviteta prigušnice.
- Navedena razlika dobiva se u vrlo kratkom vremenu.
- Određivanje razlike između induktivne i kapacitivne komponente nije uvjetovano prisustvom nesimetrije u mreži (kao u nekim starijim sustavima).
- Opisani sustav je jednostavan za realizaciju u praksi.

4.2. Relejna zaštita u vodnim poljima

Ostvarivanje selektivne relejne zaštite u mrežama 10(20) kV sa zvjezdištem uzemljenim preko kompenzacijske prigušnice predstavlja složeniju zadaću u odnosu na mreže s rezistantno uzemljenim zvjezdištem. Taj problem se rješava korištenjem usmjerenih zemljopisnih releja u vodnim poljima, koji u kombinaciji s posebno razvijenim sustavom omogućavaju selektivnu identifikaciju izvoda u kvaru. Navedeni sustav temelji se na algoritmu koji uspoređuje vektore preostalih struja u nultom sustavu za sve izvode 10(20) kV. Preostala struja izvoda u kvaru drugačije je usmjerena od odgovarajućih struja ostalih izvoda (sl. 4). Na taj način utvrđuje se izvod u kvaru.



Slika 4.

Prema dosadašnjim iskustvima u EDF-u selektivnost opisanog sustava prisutna je i kod visokoomskih kvarova, uz prijelazne otpore na mjestu kvara od 6 do 20 kΩ.

4.3. Indikatori kvarova

Nakon nastanka kvara u mreži, važno je brzo lokalizirati njegovo mjesto. Zbog toga su razvijeni indikatori, namijenjeni za ugradnju u mreže sa zvjezdištem uzemljenim preko kompenzacijske prigušnice. Princip rada tih uređaja temelji se na analizi promjena napona i struje u vodičima nakon nastanka kvara. Koristi se algoritam koji omogućava identifikaciju pozicije kvara ("prije" ili "poslije" indikatora), a time se ubrzava izdvajanje dionice u kvaru.

4.4. Provjera stanja izolacije u mreži

Primjena kompenzacijskih prigušnica omogućava pogon mreže s pristunim zemljospojem jedne faze. No, takav način rada dovodi do povećanog rizika od nastanka kvara na nekoj od ispravnih faza, a to predstavlja opasni dvostruki zemljospoj. Zbog toga je nužno povremeno provjeriti stanje izolacije u mreži 10(20) kV. U EDF-u je razvijena posebna metoda koja omogućava stavljanje odabrane faze mreže u normalnom pogonu pod **linijski napon.** Iskorištena je spoznaja da se u kompenziranim mrežama može uspostaviti umjetna kapacitivna nesimetrija priključivanjem kapaciteta određene veličine između jedne faze i zemlje. Takva situacija rezultira promjenom odnosa vektora napona u nultom stanju, te promjenom faznih napona.

Odabirom odgovarajuće kombinacije priključnog kapaciteta i induktiviteta prigušnice moguće je podići napon bilo koje faze na međufaznu vrijednosti, dok se na ostale dvije faze zadržava napon približno jednak nominalnoj veličini faznog napona.

Opisana metoda omogućava:

- Preventivno otkrivanje dielektrički slabih točaka u mreži.
- Provedbu bez ometanja pogona, te bez stvaranja opasnih situacija za ljude.
- Jednostavnu primjenu u praksi.

Primjenom razmatrane metode, te uklanjanjem dielektrički slabih točaka stvaraju se uvjeti za rad kompenziranih mreža s trajnim jednopolnim zemljospojevima, sve do njihovog lokaliziranja, a bez velikog rizika od nastanka dvostrukih zemljospojeva.

5. ZAKLJUČAK

U članku su izloženi aktualni problemi vezani za uzemljenje zvjezdišta mreža 10(20) kV. Ukazano je na dobro poznatu činjenicu da su važeći tehnički propisi o opasnim dodirnim naponima neopravdano strogi. To se može osnažiti rezultatima mjerenja koja su provedena na području "Elektroistre", te pristupom problemu dodirnih napona u nacrtu međunarodnog standarda IEC 99.

Promjenom tehničkih propisa o opasnim dodirnim naponima u skladu s navedenim prijedlogom IEC 99 provedba uzemljenja zvjezdišta mreža 10(20) kV bitno bi se olakšala. To se naročito odnosi na TS 35/10 kV, a donekle i na TS 35/20 kV. No, porastom opterećenja u budućnosti očekuje se izgradnja TS 110/20 kV. Sigurno je da će te stanice napajati veoma dugačke mreže, sa značajnim udjelom kabela (i u izvangradskim uvjetima). Rezultat takvog stanja bit će visoke kapacitivne struje zemljospoja koje će uvjetovati odabir otpornika za uzemljenje zvjezdišta s visokom nazivnom strujom (preko 300 A). U tom slučaju problematika opasnih dodirnih napona opet će se zaoštriti, bez obzira na predloženu liberalizaciju tehhničkih propisa.

Rješenje opisanog problema može biti u promjeni načina uzemljenja zvjezdišta u takvim situacijama (TS 110/20 kV u izvangradskim uvjetima, posebno na terenima loše vodljivosti). Kao atraktivna opcija nameće se uporaba modernih kompenzacijskih prigušnica. U pogl. 4 opisana su suvremena tehnička rješenja koja se uvode u praksu francuske elektroprivrede (EDF). Valja upozoriti da takav pristup bitno olakšava ispunjavanje propisa o opasnim dodirnim naponima, ali omogućava i poboljšanje kvalitete isporuke električne energije (manji broj prekida napajanja potrošača).

S obzirom da u HEP-u ne postoje iskustva s primjenom kompenzacijskih prigušnica, smatramo da bi u budućnosti trebalo realizirati jedan pilot-projekt. Time bi se došlo do nužnih spoznaja o eventualnoj opravdanosti uvođenja tog rješenja u naše mreže.

LITERATURA

[1] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica, Sl. list 13/1978. (preuzeto).

[2] IEC 99/1997. (nacrt)

[3] S. ŽUTOBRADIĆ: "Aktualno stanje provedbe uzemljenja zvjezdišta srednjonaponskih mreža", Energija, 4/1993.

[4] L. BERTHET: "MV Neutral Control: New Products for a Wider Choice" Cired 1995.

[5] J. CLERFEUILLE: "Extinguishing Faults Without Disturbances", Transmission & Distribution World, 8/1997.

[6] Rezultati mjerenja napona dodira u n.n. mrežama za slučaj jednopolnog kratkog spoja TS 10(20)/0.4 kV pri uzemljenoj nul točci 10(20) mreže na području DP "Elektroistra Pula", Pula, 1998.

FUTURE CONCEPT OF NEUTRAL POINT GROUNDING IN 10(20)kV NETWORKS

A review is given considering problems related to neutral point grounding realisation in 10(20) kV networks. A change is suggested regarding dangerous touch voltages in the existing technical regulations. An alternative solution is given for neutral point grounding in 10(20) kV networks based on compensation coil.

DER ENTWURF EINER KÜNFTIGEN STERNPUNKT-ERDUNGSANLAGE FÜR 10(20)-kV NETZE

Gegeben ist der Rückblick auf den Fragenbereich bezüglich der Durchführung der Erdung von Sternpunkten der 10(20)-kV. Unter Voraussetzung von Drosselspulenverwendung ist eine Änderung geltender technischer Vorschriften über gefährliche Berührungsspannungen vorgeschlagen.

Naslov pisaca:

Dr. sc. Srđan Žutobradić, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar",
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Milan Damianić, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda,
DP "Elektroistra", Pula

Uredništvo primilo rukopis:
1998-12-22.

DALEKOVOD d.d.

DALEKOVOD DANAS

DALEKOVOD je dioničko društvo za inženjering, proizvodnju i gradnju. Za potrebe svog poslovanja utemeljio je:
- Tvrtku DALCOM sa sjedištem u FREILASSINGU – Njemačka
- Tvrtku DALEN sa sjedištem u LJUBLJANI – Slovenija

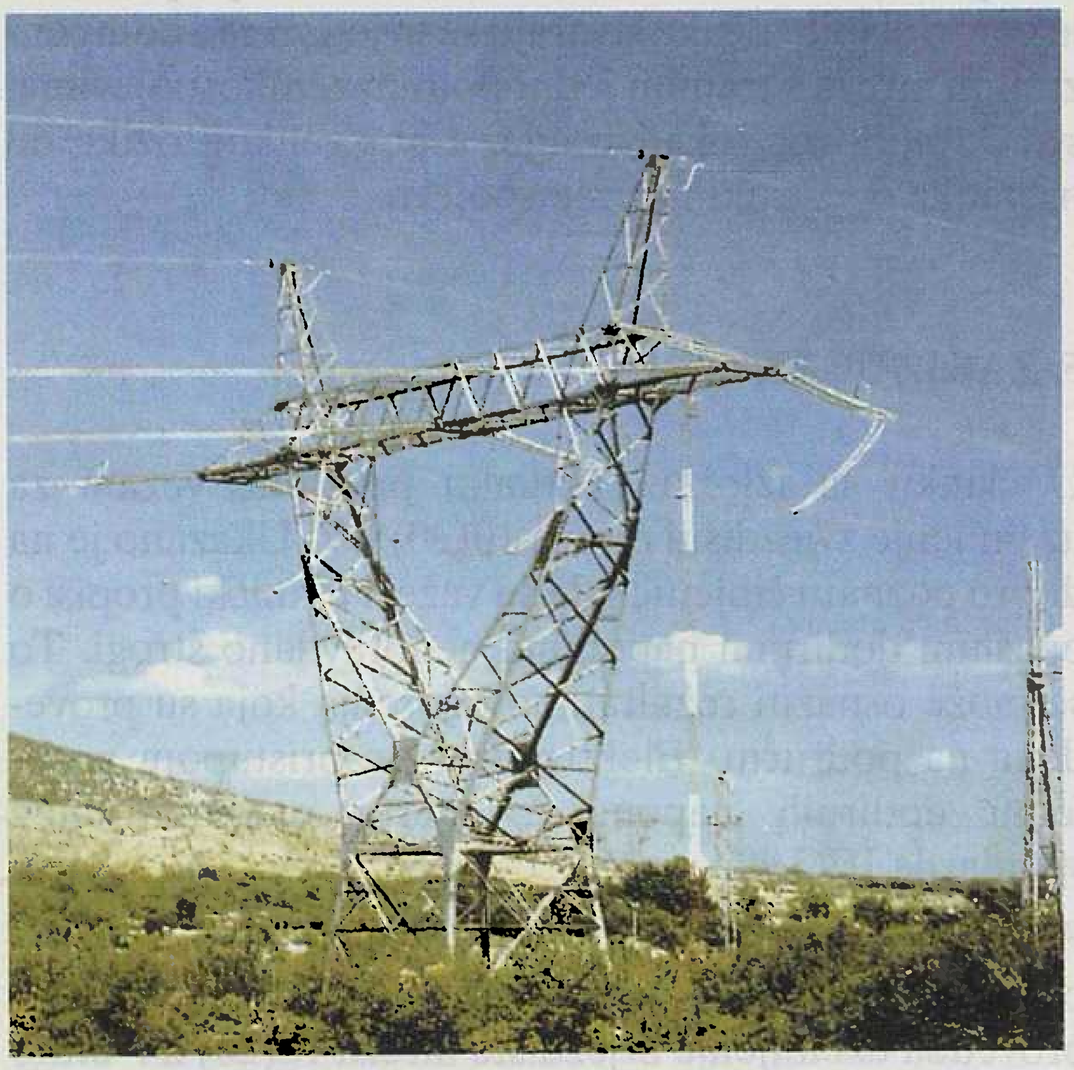
DALCOM i DALEN rade samostalno, ali s ograničenom odgovornošću.

U sklopu svoje djelatnosti DALEKOVOD projektira, gradi montira i proizvodi:
- distribucijske mreže i vodove napona 0,4 – 500 kV
- trafostanice i rasklopna postrojenja napona 0,4 – 500 kV
- kontaktne mreže za elektrovuču
- polaganje podzemnih i podmorskih energetskih i PTT kabela
- rasvjetu prometnica, športskih i drugih objekata
- portale i nosače aparata za energetske i prometne objekte
- zaštitne i sigurnosne ograde, portale-nosače za prometnu signalizaciju i putokaze na svim prometnicama i autocestama
- čelično-rešetkaste i limene stupove za mreže i vodove napona 0,4 – 500 kV, PTT vodove i kontaktnu mrežu
- ovjesnu i spojnu opremu za mreže, vodove, trafostanice i kontaktnu mrežu
- rasvjetne, reflektorske, antenske i televizijske stupove
- specijalna rješenja za elektroprijenosne i prometne objekte, alate i indukcijske uređaje.

Za sve te djelatnosti, DALEKOVOD ima poznate i priznate dugogodišnje referencije o brzoj i kvalitetnoj gradnji kao i kvaliteti isporučene opreme. DALEKOVOD vrlo uspješno rješava i udovoljava svim zahtjevima projektne odnosno tenderske dokumentacije na domaćem i inozemnom tržištu.

ISO 9001-94

Gotovo da je pola stoljeća rada i uspjeha iza DALEKOVODA, no nedavna potvrda za kvalitetu, dobivenu certifikatom ISO – 9001/94., od renomirane i u svijetu poznate i priznate tvrtke Lloyd's Register iz Londona, označila je za DALEKOVOD, novi iskorak u budućnost. Dobiveni standard potvrđuje rad po svjetskim normama u području proizvodnje, nabave, prodaje, završne kontrole, ispitivanja, ugradnje i servisa što sam DALEKOVOD čini tvrtkom visoko kvalitetne proizvodno-uslužne razine.



Lloyd's Register
Quality Assurance

CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Quality Management System of :

Dalekovod dd Zagreb
Zagreb and Associated Factories, Croatia

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance
Limited to the following quality management system standards:

ISO 9001:1994 DIN EN ISO 9001:1994 BS EN ISO 9001:1994

The Quality Management System is applicable to :

Design, manufacture and installation of electric power transmission lines up to 500 kv and telecommunication lines and towers, including steel structures, suspension and jointing equipment. Installation of electric sub-stations up to 500 kv.

This certificate is valid only in association with the certificate schedule bearing the same number on which the locations applicable to this approval are listed.

Approval
Certificate No. 200638

Original Approval : 6th March 1995
Current Certificate : 6th March 1995
Certificate Expiry : 28th February 1998

on behalf of LRQA

The approval is subject to the company maintaining its system to the required standards, which will be monitored by LRQA.

Deutscher AkkreditierungsRat
DAR
TGA-ZQ-002/91

FORM L811H (1/94)

Ulica grada Vukovara 37
10000 ZAGREB – HRVATSKA
Tel.: ++385-1-6125-111, 511-325
Fax: ++385-1-530-606, 511-754

Lloyd's Register
Quality Assurance

CERTIFICATE SCHEDULE

Dalekovod dd Zagreb
Zagreb and Associated Factories, Croatia

Locations:	*Activities:*
Zagreb	*Design and company head quarter*
Velika Gorica	*Manufacture and quality management*
Žitnjak	*Installation head quarter*
Vinkovci	*Forging*

Certificate Schedule
Certificate No. 200638

Page 1 of 1

Original Approval : 6th March 1995
Current Certificate : 6th March 1995
Certificate Expiry : 28th February 1998

Deutscher AkkreditierungsRat
DAR
TGA-ZQ-002/91

FORM L811 (1/94)

NADZORNI ODBOR HEP-a DOBIO NOVE ČLANOVE

Temeljem novog zakona donešenog polovicom 1998. godine razriješeni su članstva u Nadzornom odboru HEP-a:

- dosadašnja predsjednica Nadzornog odbora Dunja Vidošević, te članovi:
- Roman Nota
- Stjepan Šterc i
- Martina Dalić.

U Nazornom odboru su ostali:

- dr. sc. Goran Granić (direktor Energetskog instituta Hrvoje Požar)
- Marijan Prus (predstojnik Ureda za zakonodavstvo u Vladi RH)
- prof. dr. sc. Jure Šimović (Pravni fakultet, Zagreb)
- akademik Božo Udovičić (Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb) i
- mr. sc. Ana Vincent-Šepić (savjetnica u Ministarstvu privatizacije).

Krajem siječnja ove godine Skupština HEP-a imenovala je četiri nova člana Nadzornog odbora:

- Nadan Vidošević (predsjednik Hrvatske gospodarske komore)
- mr. sc. Petar Tonković (savjetnik u Ministarstvu gospodarstva)
- Zlatko Fabijančić (Porezna uprava Ministarstva financija)
- prof. dr. sc. Slavko Krajcar (dekan Fakulteta elektrotehnike i računarstva).

Sbk

IZ IZVJEŠĆA DRŽAVNOG ZAVODA ZA STATISTIKU

Od prvog siječnja 1997. godine primjenjuje se pri izradi statističkih izvješća nova Nacionalna klasifikacija djelatnosti (NKD). Statističke jedinice za mjesečna i godišnja izvješća jesu trgovačka društva razvrstana u područja C, D i E u Registru poslovnih subjekata. Pri određivanju statističkih jedinica poštivan je i teritorijani princip na razini županija, tj. jedna statistička jedinica obuhvaća samo jednu županiju, pa je Hrvatska elektroprivreda dužna ispuniti toliko izvješća koliko ima županija, iako je jedan poslovni subjekt.

Između statističkih podataka objavljenih u mjesečnim i godišnjim izvješćima Državnog zavoda za statistiku izabrani su najinteresantniji podaci za područje E – odjeljak 40: Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom. Obuhvaćeni su:

- podaci o proizvodnji električne energije sa indeksima fizičkog obujma proizvodnje
- podaci o neto i bruto plaći te broju zaposlenih djelatnika
- indeksi cijena industrijskih proizvoda.

Promatra se trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine, za koje su iskazani godišnji i mjesečni podaci.

Proizvodnja električne energije

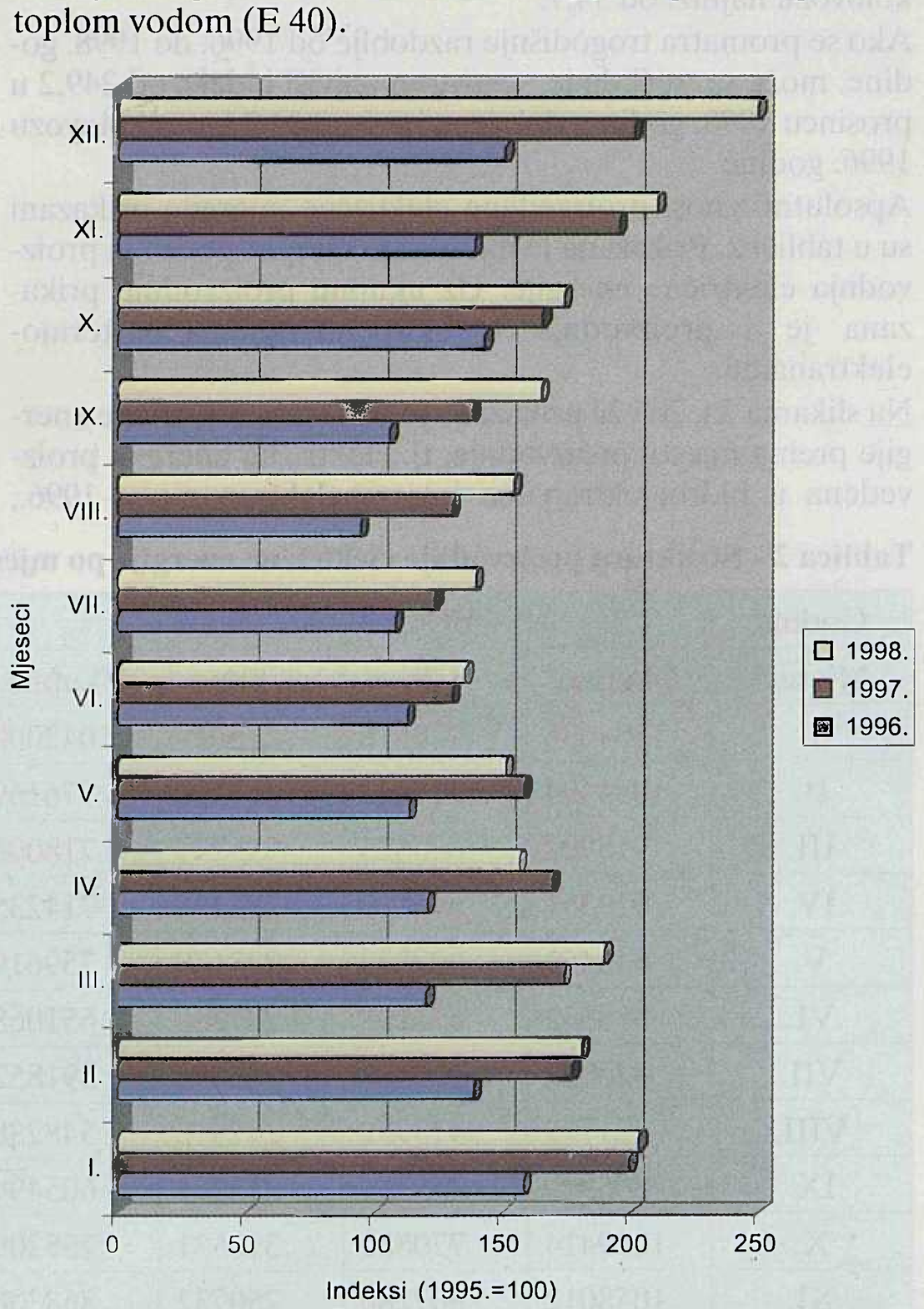
Karakteristike proizvodnje električne energije iskazane su pomoću indeksa fizičkog obujma industrijske proizvodnje te apsolutnih vrijednosti proizvodnje električne energije za trogodišnje razdoblje. Radi lakšeg sagledavanja trendova prikazani su podaci o godišnjim i mjesečnim vrijednostima za 1996., 1997. i 1998. godinu.

Indeksi fizičkog obujma industrijske proizvodnje za odjeljke izračunati su po Laspeyresovoj formuli. Temelj za izračunavanje indeksa su podaci o proizvodnji u naturalnom izrazu prema nomenklaturi industrijskih proizvoda i pondera za te proizvode koji predstavljaju dodanu vrijednost za jediničnu proizvodnju u kojoj se proizvod iskazuje.

Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za ukupno, izračunati su na temelju indeksa odjeljaka i stopa kojom odjeljci sudjeluju u ukupnoj dodanoj vrijednosti u području industrije. Znak "∅" ispred brojčane vrijednosti označava godišnji prosjek.

U tablici 1 i dijagramom na slici 1 prikazani su mjesečni izdeksi fiziškog obujma proizvodnje za 1996., 1997. i 1998. godinu. Godina 1995. uzeta je s indeksom 100.

Treba napomenuti da se indeksi odnose prema novoj klasifikaciji na opskrbu električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40).



Slika 1 . Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za odjeljak E 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (1995. = 100 %)

Tablica 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za odjeljak E 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (1995. = 100)

(Izvor: Mjesečna statistička izvješća za 1996., 1997. i 1998. godinu)

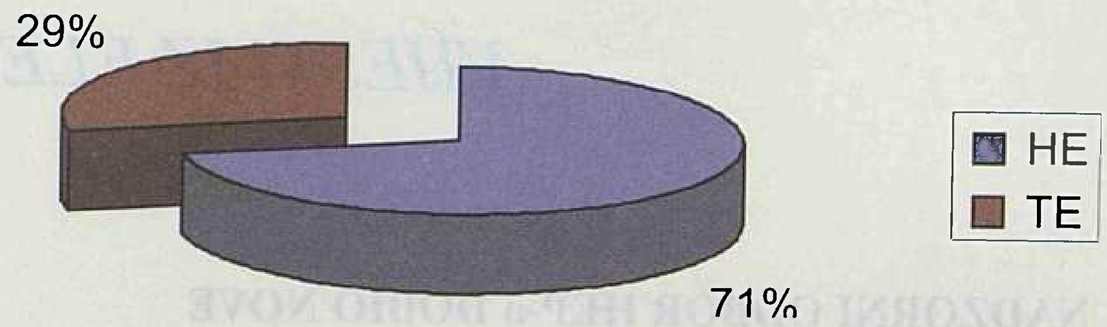
Godina/Mjeseci	1996 .	1997 .	1998 .
I.	158.1	199.3	203.1
II.	138.4	177.3	180.9
III.	120.2	173.6	189.5
IV.	120.6	169	156.2
V.	113.4	158.1	151
VI.	112.6	130.2	135.1
VII.	108	123.3	139.4
VIII.	94.7	130	154.1
IX.	105.9	138.2	164.7
X.	142.9	165.5	173.7
XI.	138.8	195.2	210
XII.	150.7	201.1	249.2

U 1998. godini najviši indeks od 249,2 je ostvaren u prosincu, a najniži od 135,1 u siječnju te godine. Najviši indeks od 201,1 zabilježen je u prosincu, a najniži od 123,3 u srpnju 1997. godine. Za 1996. godinu se može reći da ima najniže indekse. Naime, u siječnju je zabilježen najviši indeks od 158,1, a u kolovozu najniži od 94,7.

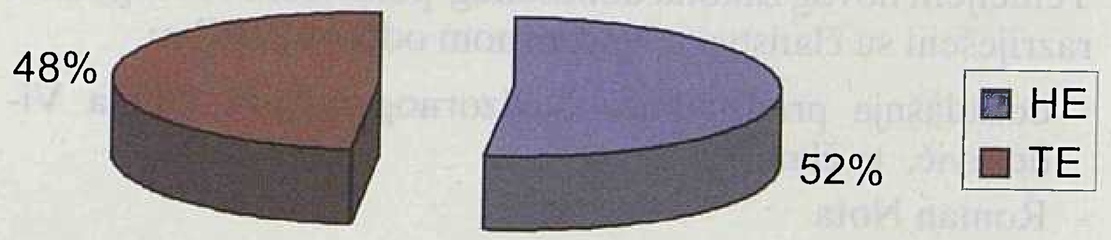
Ako se promatra trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine, može se reći da je ostvaren najviši indeks od 249,2 u prosincu 1998. godine, dok je najniži od 94,7 bio u kolovozu 1996. godine.

Apsolutni iznosi proizvedene električne energije prikazani su u tablici 2. Prikazana je mjesečna i ukupna godišnja proizvodnja električne energije. Uz ukupnu proizvodnju prikazana je i proizvodnja u hidroelektranama i termoelektranama.

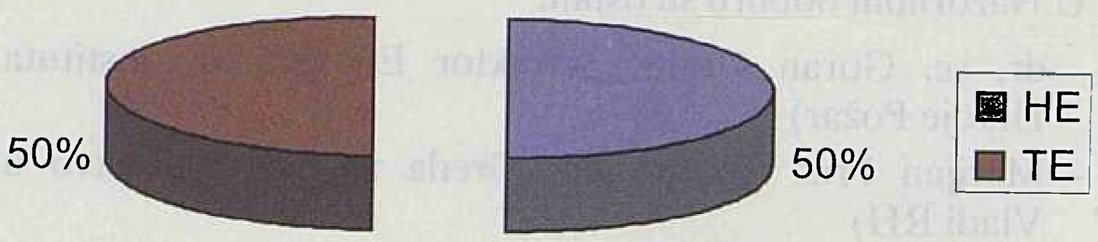
Na slikama 2a, 2b i 2c prikazana je struktura električne energije prema mjestu proizvodnje, tj. električna energija proizvedena u hidroelektranama i termoelektranama u 1996., 1997. i 1998. godini. U 1996. godini u hidroelektranama je proizvedeno 8 137 905 MWh ili 71 %, a u termoelektranama 3 326 602 MWh ili 29 %. Za 1997. i 1998. godinu se može reći da je približno jednaka količina električne energije proizvedena u hidro i termoelektranama.



Slika 2a. Proizvodnja električne energije u HE i TE u 1996.



Slika 2b. Proizvodnja električne energije u HE i TE u 1997.



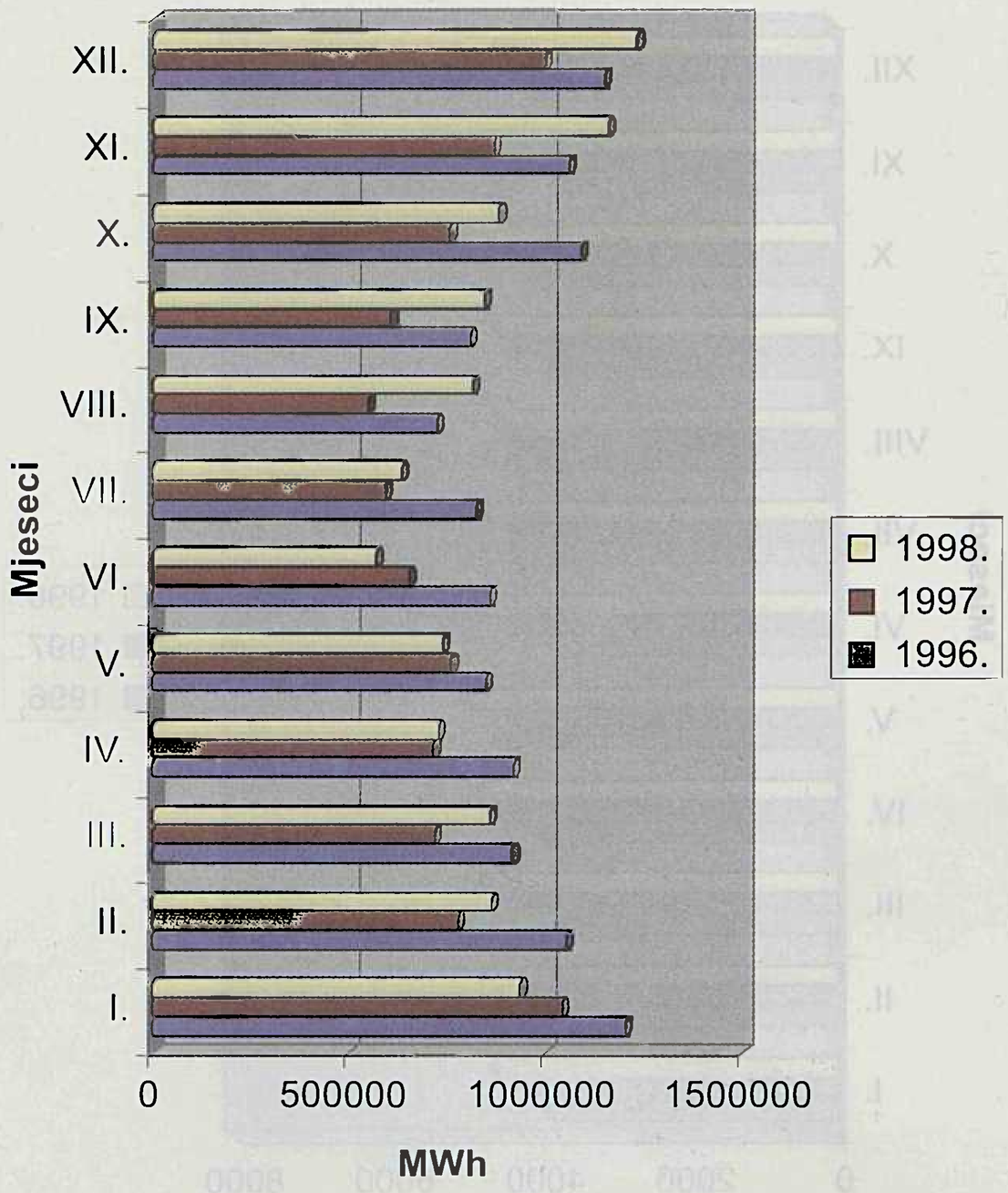
Slika 2c. Proizvodnja električne enrgije u HE i TE u 1998.

Mjesečna ukupna proizvodnja električne energije za trogodišnje razdoblje iz tablice 2 prikazana je dijagramom na slici 3. Najveća mjesečna ukupna proizvodnja električne energije ostvarena je u siječnju 1996. godine u iznosu 1 204 636 MWh, a najniža u kolovozu 1997. godine u iznosu od 548 288 MWh.

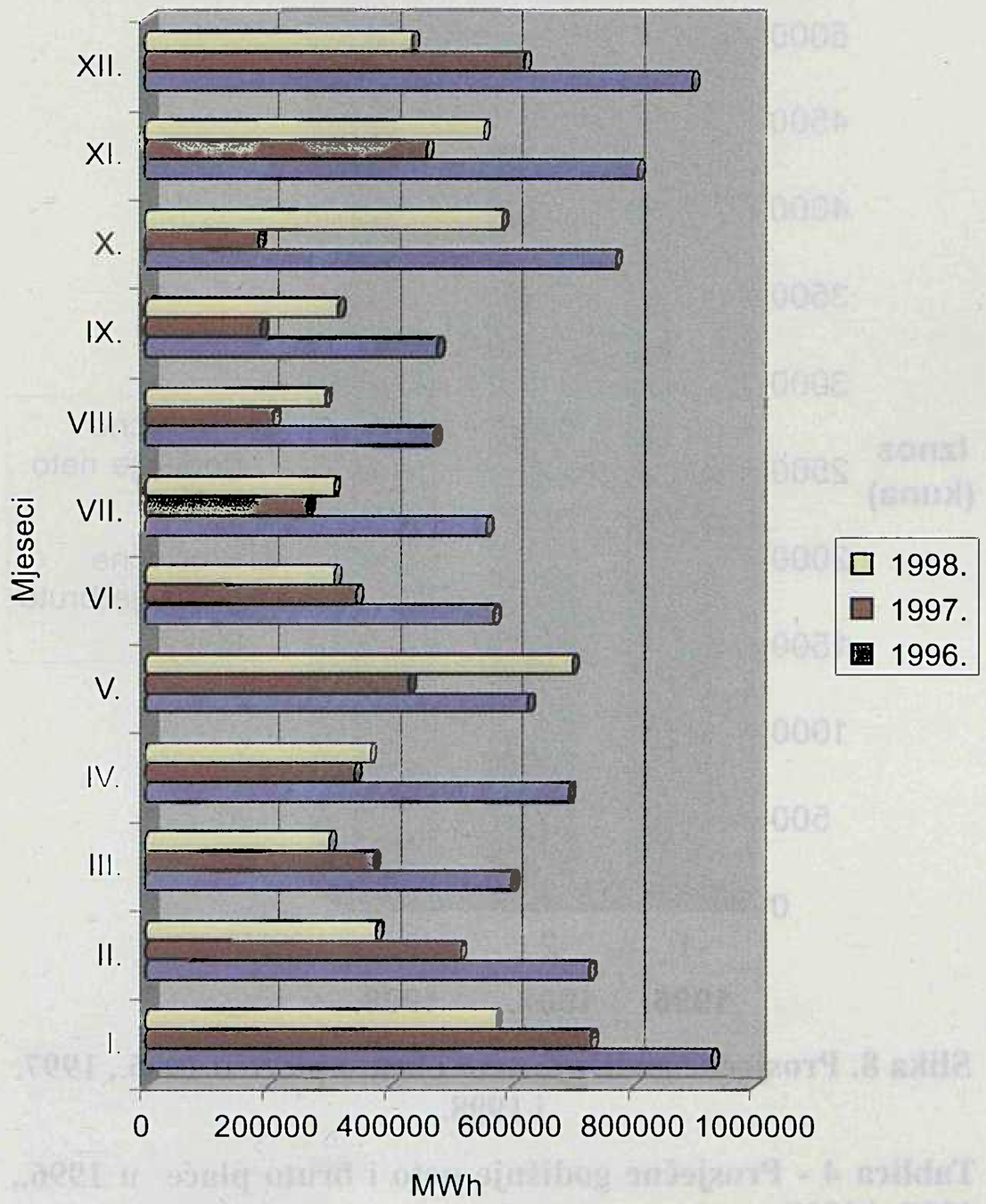
Dijagramom na slici 4 prikazana je mjesečna proizvodnja u hidroelektranama za trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine. Najniža proizvodnja u hidroelektranama ostvarena je u listopadu 1997. godine u iznosu od 186 356 MWh, dok je najviša proizvodnja ostvarena u siječnju 1996. godine u iznosu od 928 578 MWh.

Tablica 2 - Struktura proizvodnje električne energije po mjesecima u 1996., 1997. i 1998.

Godina	1996 .			1997 .			1998 .		
Mjeseci	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE
I.	1204636	928578	276049	1042000	730650	311350	935636	575153	360483
II.	1054494	727272	327222	776169	516192	259977	861484	377914	483570
III.	915902	600623	315279	718006	373923	344083	858792	301152	557640
IV.	919351	694125	225226	714235	343692	370543	726690	368485	358205
V.	846461	627322	237139	759619	431702	327917	738153	699617	38536
VI.	858342	571162	287180	651068	347073	303995	567286	311057	256229
VII.	823025	560168	262857	591852	265140	326712	631404	309164	322240
VIII.	721779	473939	247840	548288	209870	338418	812894	294167	518727
IX.	806929	478664	328265	605494	188493	417001	844185	317474	526711
X.	1089414	770883	318531	755209	186356	568853	880065	584179	295886
XI.	1058012	807280	250732	868306	460800	407506	1156526	554981	601545
XII.	1148171	897889	250282	997316	620568	376748	1230894	437516	793378
Ukupno:	11446516	8137905	3326602	9027562	4674459	4353103	10244009	5130859	5113150

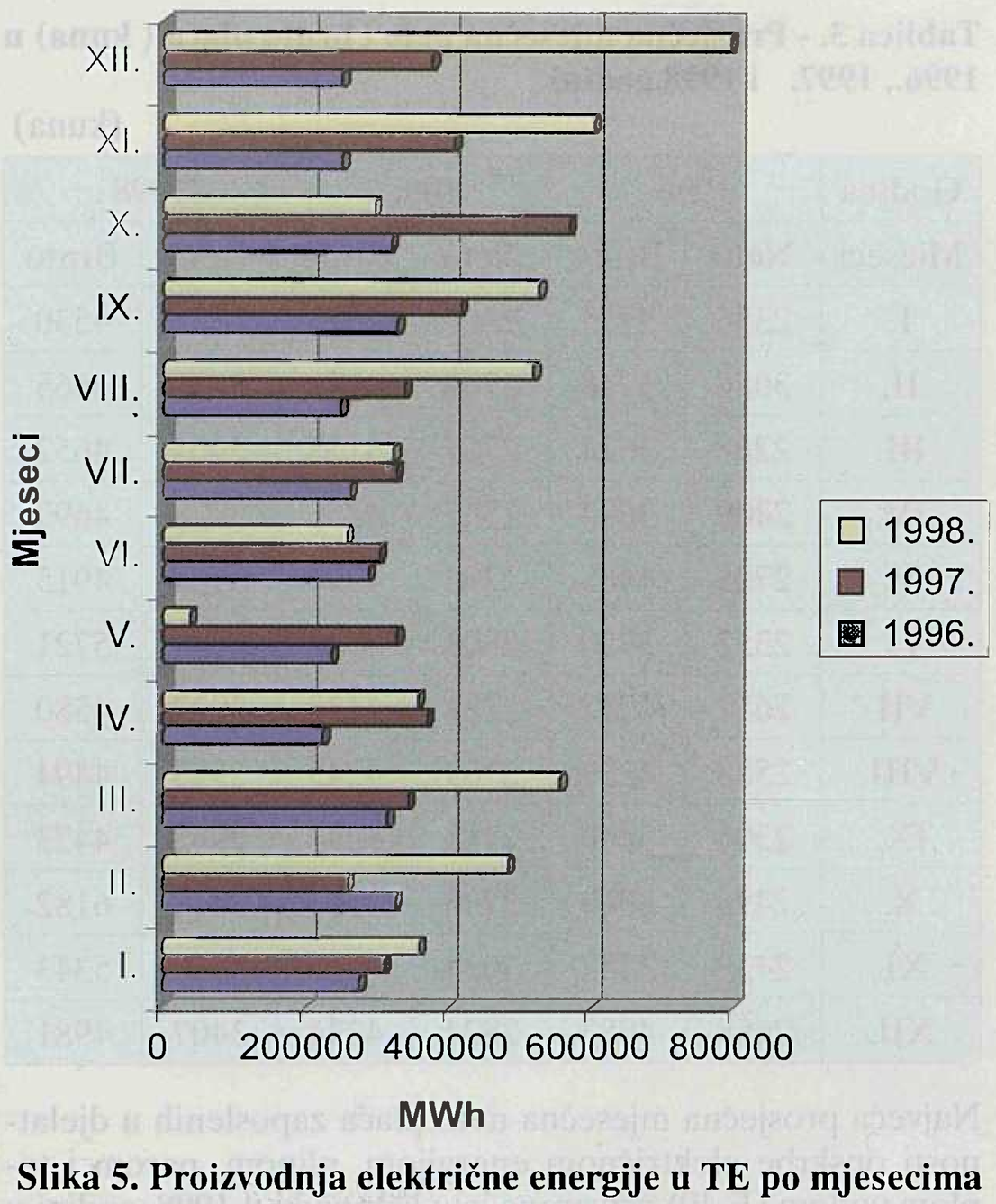


Slika 3. Ukupna proizvodnja električne energije po mjesecima u 1996., 1997. i 1998.



Slika 4. Proizvodnja električne energije u HE po mjesecima u 1996., 1997. i 1998.

Mjesečna proizvodnja električne energije za trogodišnje razdoblje u termoelektranama (tablica 2) prikazana je dijagramom na slici 5. Najmanja ostvarena proizvodnja je bila u



Slika 5. Proizvodnja električne energije u TE po mjesecima u 1996., 1997. i 1998.

svibnju 1998. godine u iznosu od 38 536 MWh, dok je najviša proizvodnja ostvarena u iznosu od 793 378 MWh u prosincu iste godine.

Prosječne neto i bruto plaće i zaposleni djelatnici

Državni zavod za statistiku u okviru godišnjih programa istraživanja prikuplja podatke putem izvješća, koji se u poslovnim subjektima popunjavaju na temelju evidencija o plaćama. Istraživanjem o plaćama zaposlenih u poslovnim subjektima obuhvaćene su neto i bruto plaće zaposlenih koji imaju zasnovan radni odnos, bez obzira na vrstu radnog odnosa i duljinu radnog vremena. U podatke o prosječnim neto plaćama od prosinca 1994. godine uključena je i naknada za topli obrok.

Mjesečna neto plaća obuhvaća plaće zaposlenih za izvršene poslove na osnovi redovitog radnog odnosa i naknade za:

- godišnji odmor
- bolovanja do 42 dana
- državne blagdane
- plaćeni dopust
- obavljanje građanskih dužnosti
- čekanje i zastoj bez krivnje zaposlenog
- odsustvo za stručno obrazovanje
- obnašanje vojne obveze.

Mjesečna bruto plaća obuhvaća sve vrste neto isplata na osnovi redovitog radnog odnosa i zakonom propisana obvezna izdvajanja, doprinose, poreze i prireze.

Prosječna neto i bruto plaća po zaposlenom izračunava se dijeljenjem ukupnih isplata s brojem zaposlenih koji su primili isplate.

Podaci o prosječnim mjesečnim neto i bruto plaćama po zaposlenom u 1996. i 1997. i 1998. godini za područje E – odjeljak 40 prikazani su u tablici 3. te dijagramima na slikama 6 i 7.

Tablica 3. - Prosječna mjesečna neto i bruto plaća (kuna) u 1996., 1997. i 1998.godini

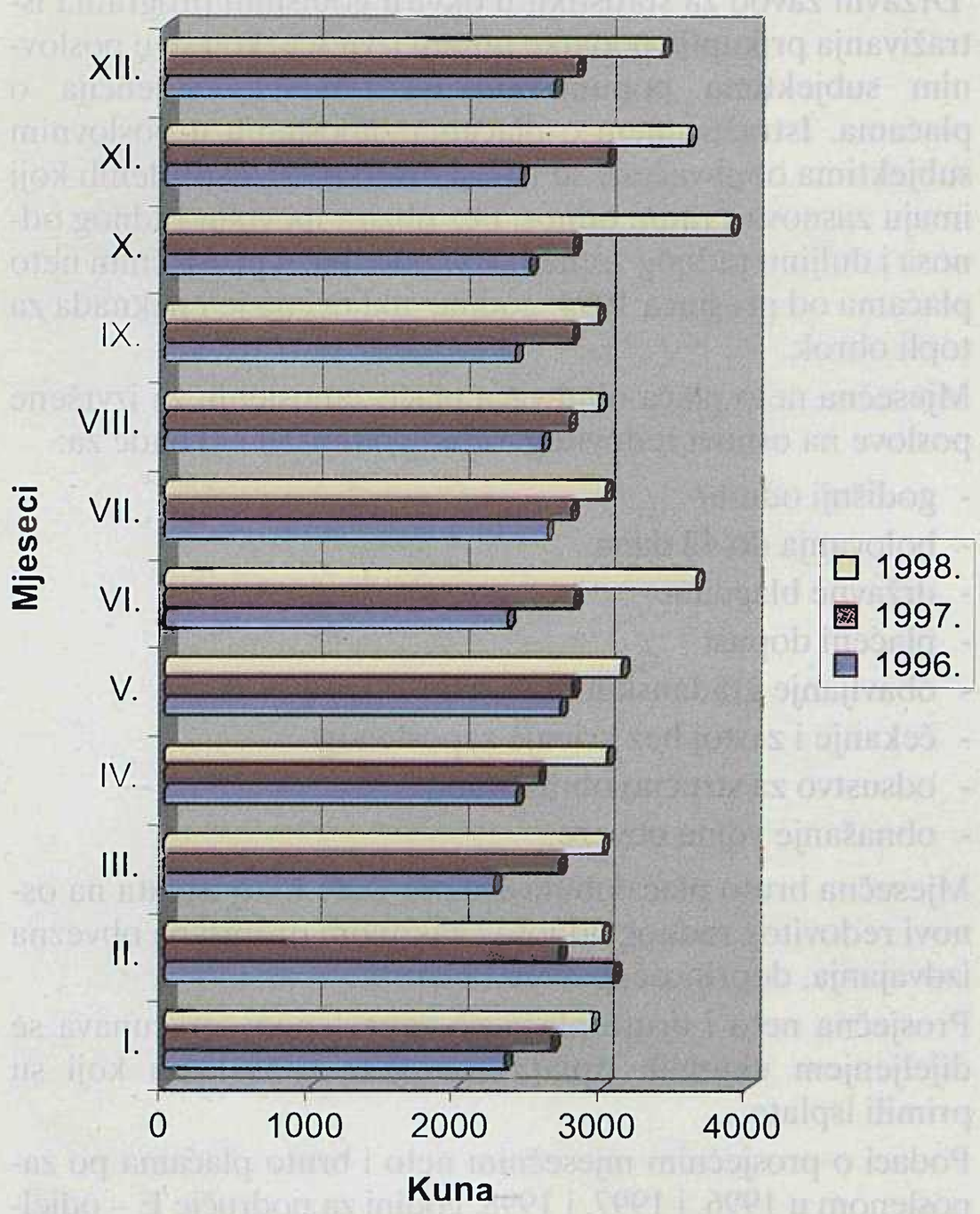
(kuna)

Godina	1996 .		1997 .		1998 .	
Mjeseci	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto
I.	2336	3775	2663	4073	2935	4530
II.	3086	5248	2709	4178	3005	4665
III.	2265	3624	2707	4135	3001	4652
IV.	2409	3898	2567	4256	3028	4699
V.	2705	4485	2792	4294	3127	4915
VI.	2352	3780	2805	4322	3644	5721
VII.	2617	4222	2784	4288	3022	4580
VIII.	2588	4228	2769	4245	2973	4494
IX.	2396	3800	2788	4297	2962	4473
X.	2498	4009	2796	4287	3877	6182
XI.	2439	3742	3034	4526	3580	5343
XII.	2658	4053	2824	4334	3407	4981

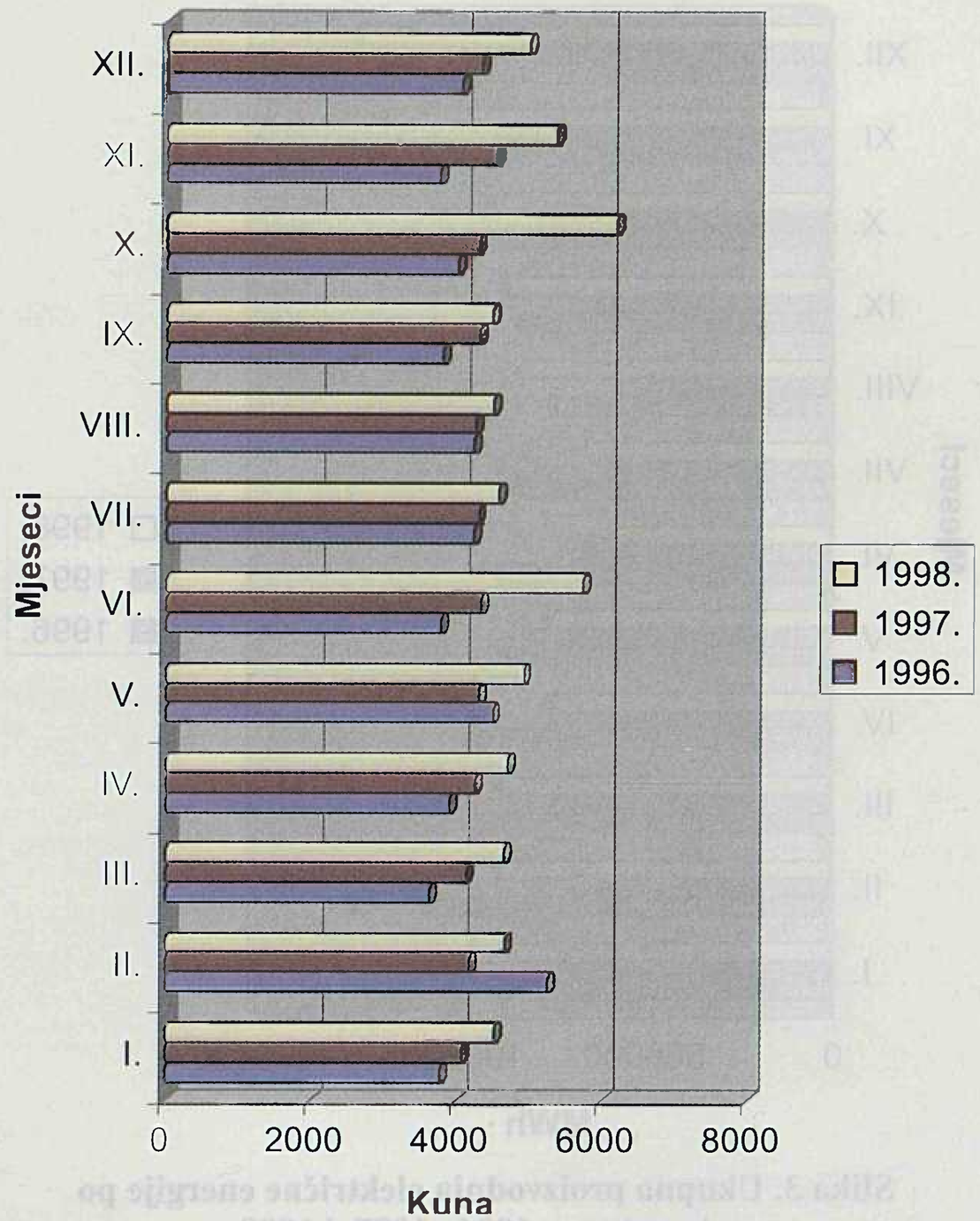
Najveća prosječna mjesečna neto plaća zaposlenih u djelatnosti opskrbe električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ostvarena je u listopadu u 1998. godini u iznosu od 3877 kuna, dok je najmanja iznosila 2265 kuna u ožujku 1996. godine.

Istodobno je najviša bruto plaća iznosila 6182 kune, a najmanja 3624 kune.

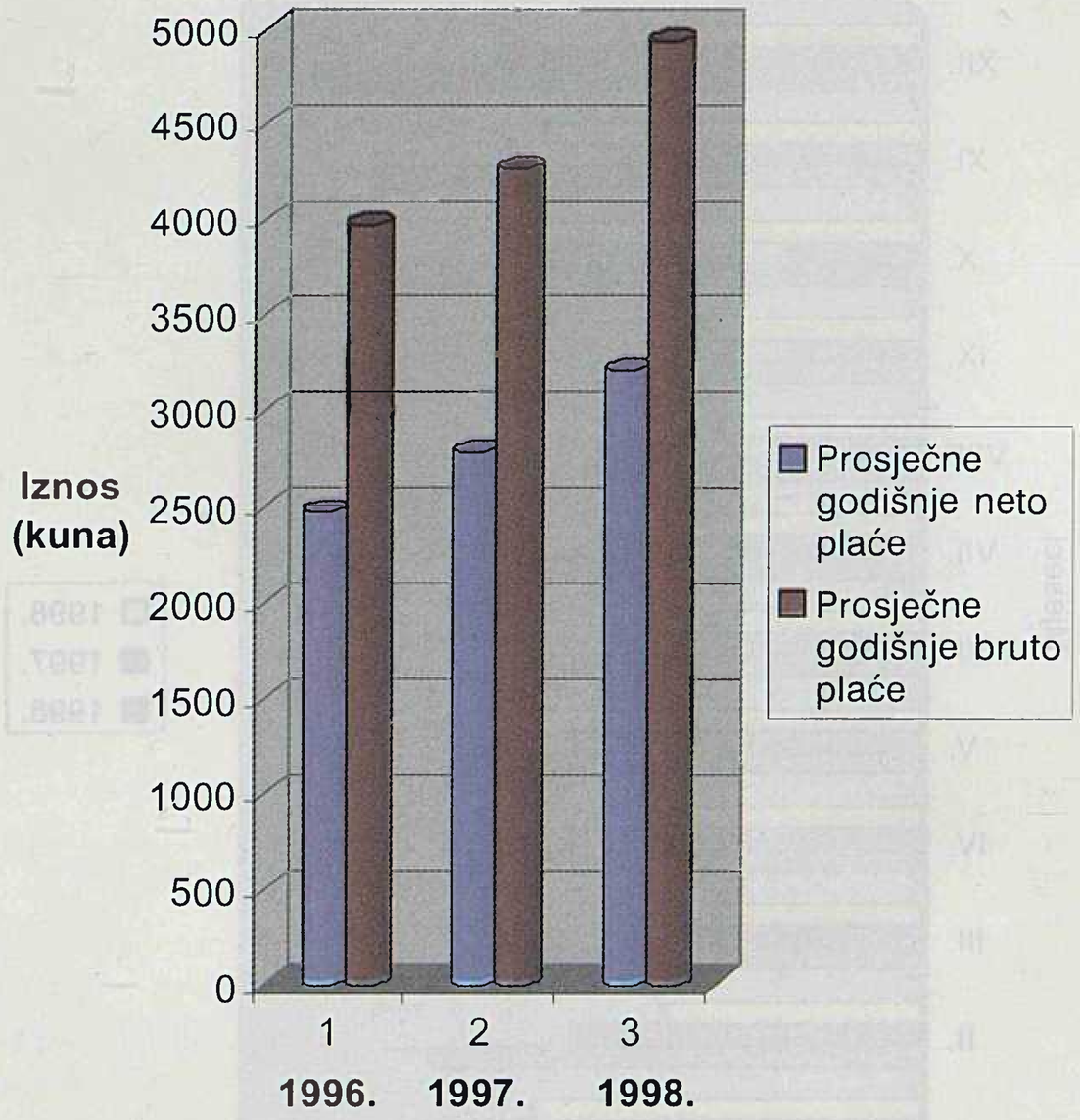
Prosječna godišnja neto i bruto plaća po zaposlenom u 1996. i 1997. i 1998. godini za područje E – odjeljak 40 prikazana je u tablici 4 te dijagramom na slici 8.



Slika 6. Prosječne mjesečne neto plaće u 1996., 1997. i 1998.



Slika 7. Prosječne mjesečne bruto plaće u 1996., 1997. i 1998.



Slika 8. Prosječne godišnje neto i bruto plaće u 1996., 1997. i 1998.

Tablica 4 - Prosječne godišnje neto i bruto plaće u 1996., 1997. i 1998.

(kuna)

	Prosjek		
	1996 .	1997 .	1998 .
Neto plaća	2474	2786	3213
Bruto plaća	3973	4270	4935

Ukoliko se godina 1997. uzme s indeksom 100, onda je prosječna godišnja neto plaća u 1996. iznosila 88,8 %, a u 1998. godini 115,3 % plaće iz 1997. godine.

Na isti način gledano, prosječna godišnja bruto plaća je u 1996. iznosila 93 %, a u 1998. godini 115,6 % bruto plaće iz 1997. godine.

Prema definicijama, korištenim u Anketi o radnoj snazi koje se temelje na metodologiji Međunarodne organizacije rada, zaposlenici su osobe koje rade za poslodavca u državnom ili privatnom sektoru i za svoj rad primaju naknadu u novcu ili naturi. Razlikuju se od zaposlenih koji mogu biti umirovljenici, studenti, kućanice i sl.

U tablici 5 te dijagramom na slici 9 prikazan je broj zaposlenih djelatnika u području E – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom u 1997. i 1998. godini. Podaci su iskazani kao godišnji prosjek podataka prikupljenih polugodišnjim izvješćem sa stanjem 31. ožujka i 30. rujna. Podaci o zaposlenima za mjesečno stanje rezultat su obrade podataka redovnog mjesečnog izvješća.

Tablica 5 - Prosječan broj zaposlenih (u tisućama) po mjesecima u 1997. i 1998.

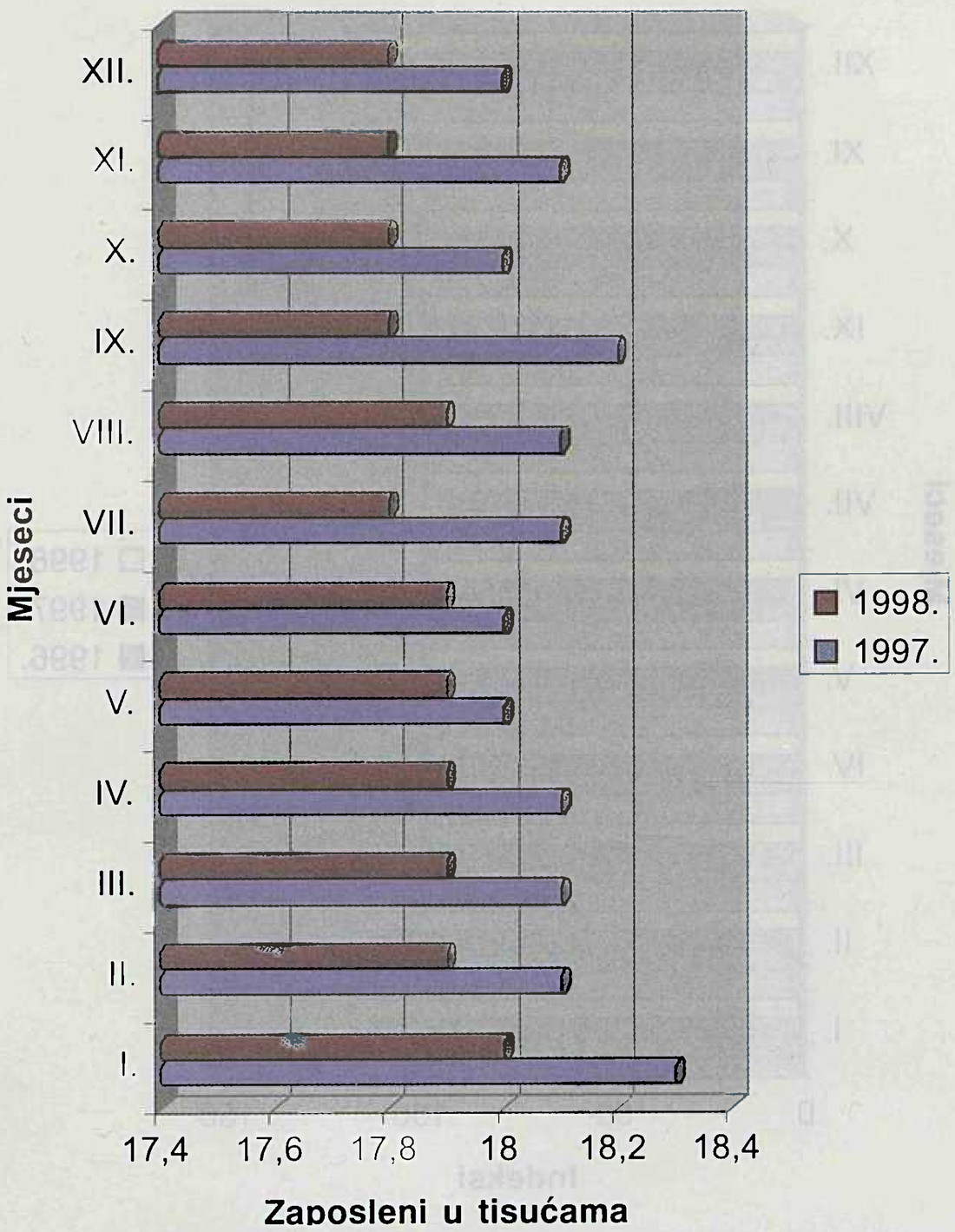
Godina Mjeseci	1997 .	1998 .
I.	18.3	18
II.	18.1	17.9
III.	18.1	17.9
IV.	18.1	17.9
V.	18	17.9
VI.	18	17.9
VII.	18.1	17.8
VIII.	18.1	17.9
IX.	18.2	17.8
X.	18	17.8
XI.	18.1	17.8
XII.	18	17.8

Kao što je iz tablice 5 vidljivo prosječan broj zaposlenih djelatnika u području E – 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ima tendenciju pada. U siječnju 1997. bilo je zaposlenih djelatnika 18 300, a u prosincu 1998. godine 17 800.

Cijene kod proizvođača

Državni zavod za statistiku od siječnja 1998. godine prikuplja cijene industrijskih proizvoda pri proizvođačima prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti i prema novoj Nomenklaturi industrijskih proizvoda i usluga, a indeks se izračunava prema područjima i odjeljcima Nacionalne klasifikacije djelatnosti.

Opći indeks cijena po područjima (E) i odjeljcima (40) utvrđuje se ponderiranim postupkom, pri čemu se za pondere uzima vrijednost proizvoda prodanih na domaćem tržištu.



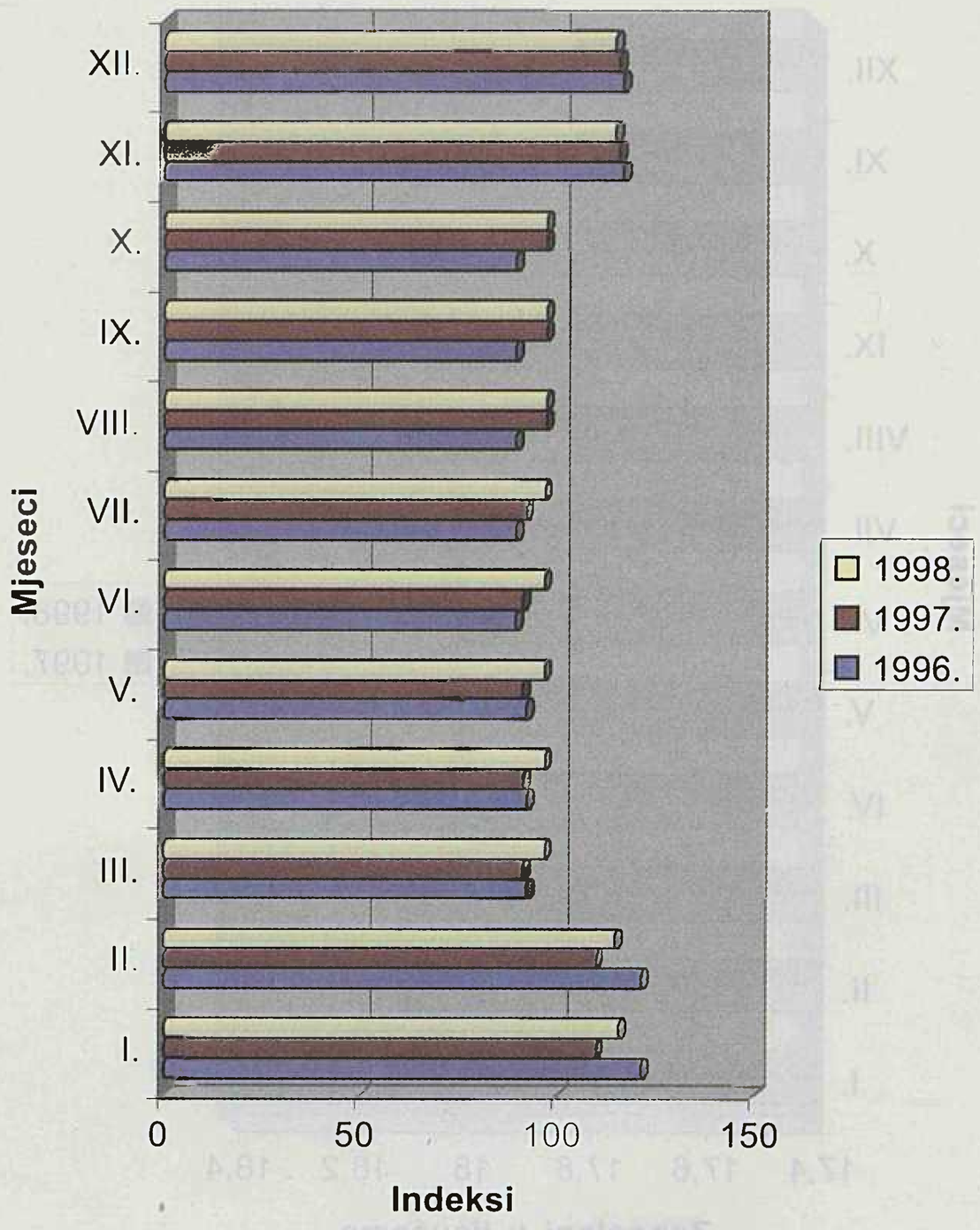
Slika 9. Prosječan broj zaposlenih po mjesecima u 1997. i 1998.

U tablici 6 te dijagramom na slici 10 prikazani su mjesečni indeksi cijena električne energije u trogodišnjem razdoblju od 1996. do 1998. godine.

Tablica 6 - Mjesečni indeksi cijena (pri proizvođaču) u 1996., 1997. i 1998. godini

Godina	1996 .	1997 .	1998 .
Mjesec	(Ø1995.=100)	(Ø1996.=100)	(Ø1997.=100)
I.	121.4	109.8	115.6
II.	121.4	109.8	114.9
III.	92.4	91.4	96.7
IV.	92.4	91.4	96.7
V.	92.4	91.4	96.7
VI.	89.4	91.4	96.7
VII.	89.4	92.1	96.7
VIII.	89.4	97.2	97.2
IX.	89.4	97.2	97.2
X.	89.4	97.2	97.2
XI.	116.5	115.6	114.9
XII.	116.5	115.6	114.9

U 1996. godini najveći indeks je iznosio 121,4 u siječnju i veljači, a najmanji u iznosu 89,4 u ljetnim mjesecima. U 1997. godini najveći indeks u iznosu 115,6 ostvaren je u studenom i



Slika 10. Kretanje mjesečnih indeksa cijena električne energije u 1996., 1997. i 1998.

prosincu, a najniži od 91,4 u razdoblju od ožujka do lipnja. U 1998. godini najveći indeks u iznosu 115,6 je ostvaren u siječnju, a najmanji od 96,7 u razdoblju od ožujka do srpnja.

Uzevši u obzir trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine najveći i najniži indeks cijena ostvaren je u 1996. godini, najveći u siječnju i veljači, a najmanji od lipnja do listopada iste godine.

Sbk

NAJBRŽI PLINSKI MOTOR

Austrijska tvrtka Jenbacher Werke A.G. proizvela je najbrži plinski motor na svijetu. Za tu inovaciju primila je zlatnu plaketu od austrijskog fonda za istraživanje i unaprjeđenje. Motor ima 1500 okretaja u minuti i snagu od 3 MW. Izgrađen je, s pripadnim generatorom, u prvom redu za pokrivanje vrhova opterećenja u električnoj željezničkoj mreži. Zbog toga je nazvan prema projektu "Bahnenergie-system 2000" (BES 2000). Vrlo mu je visoka korisnost od 43,2 %, a generatoru, kod cos ö=1, iznosi 97,8 %. Startna brzina je ispod 15 sekundi.

Journal VEÖ, 1998. br. 7

Mrk

ZATVARANJE MREŽE 380 kV U AUSTRIJI

Austrijska Savezna elektroprivreda (Verbund) odlučila je zatvoriti sjeverozapadnu petlju austrijske mreže 380 kV. Vod duljine 150 km izgradio bi se od transformatorske stanice Tauern (Kaprun) do transformatorske stanice St. Peter kod Braumana. Prigodom projektiranja uzeti su u obzir ekonomija, ekologija i opći interes. U trasi novog voda postojeći će se visokonaponski vodovi ili spajati ili demontirati. Ukupno će biti razgrađeno oko 300km vodova visokog napona. Od toga će stari vod 220 kV na podnožju Kaprun-Hagengebirge (60 km) biti potpuno uklonjen, a na duljini novog voda od 61 km bit će ugrađen vod 110 kV. Osim veće sigurnosti dobave električne energije računa se i na znatno smanjene gubitke prijenosa.

Journal VEÖ, 1998. br. 7

Mrk

INTEGRACIJA DALEKOVODA U OKOLIŠ

Austriji kao turističkoj zemlji s krasnom prirodom naročito je stalo da se električni visokonaponski vodovi štoviše integriraju u okoliš. Da se to ostvari potrebne su mjere poduzete, s uspjehom, na novom vodu 380 kV, na trasi Kaprun- Zell am Iiler. Nije probijana nova, već je korištena postojeća trasa demontiranog voda 220 kV. Vod je građen kao kompaktiran sa specijalnim za to razvijenim užetima, izolatorima i spojnicama. Na po prilici četvrtini trase na novi vod 380 kV ugrađene su dvije trojke 110 kV. Stupovi, vodiči i dozemna užad obojeni su tamnozeleno.

Da se izvede što bolje uklapanje u okoliš Savezna je elektroprivreda (Verbund) dala izraditi posebnu studiju temeljenu na rezulatima NANU-testa (od riječi "Naturlichkeit" i "physischer Nutzen"). Test se sastoji u tome da izabrane osobe izraze svoje dojmove gledajući neki visokonaponski vod u prirodi, bilo u brdima bilo u nizini, iz tri vidokruga.

Za ogled je odabrano 5 različitih vodova 380 kV, a za svaki od vodova 20 osoba, kao reprezentativni prosjek. Oni su odvedeni na promatranje voda s unaprijed odabranih točaka.

Neovisno o testu NANU proveden je s 8 osoba pregled voda s ceste iz automobila i evidentiran taj dojam.

Iz sređenih rezultata NANU-testa mogu se dati neke preporuke graditeljina vodova. Poželjno je kamuflirati dalekovode odgovarajućim bojama i uklopiti vod u prirodni okoliš. Ne može se dati općeniti recept za optimalnu trasu voda. Samo kombinacijom sviju mjera treba vod prilagoditi prostornoj konfiguraciji. Vodovi se ne mogu tako graditi da budu posve nevidljivi. Oni su dio modernog krajolika u kultiviranom području. Studija na kraju smatra da se graditelji dalekovoda moraju smatrati djelatnicima koji oblikuju ljudski životni prostor.

Journal VEÖ, 1998. br. 7

Mrk

BEČKI FOTONAPONSKI UREĐAJI

U posljednje vrijeme u Beču se gradi sve više fotonaposkih uređaja. U ljetu 1998. godine u pogon je stavljen uređaj na krovu prirodoslovng muzeja, vršne snage 14,8 kW, izgrađen uz investicije od oko milijun šilinga. Uskoro će ući u pogon slična fotovoltaička elektrana maksimalne vršne snage 25,5 kW (investicije 2,6 milijuna šilinga) u ONO-City i na saveznoj realnoj gimnaziji, snage 10 kW (investicija 2,23 milijuna šilinga). Do sada su u Beču u pogonu, djelomično financijski potpomognute od poduzeća WIENSTROM, djelomično od grada Beča, 73 uređaja snage 195,5 kW. Financijska pomoć iznosila je 9,2 milijuna šilinga.

Journal VEÖ, 1998. br. 9

Mrk

NOVA GENERACIJA FOTONAPONSKIH ĆELIJA

Tvrtka Siemens Solar najavljuje serijsku proizvodnju nove generacije solarnih modula na bazi tehnologije tankog sloja. Takve su ćelije veće snage i učinkovitosti te pouzdanosti u usporedbi s ostalim današnjim ćelijama. Prvi će proizvodi doći na tržište kao moduli od 5 W (ST 5) i 10 W (ST 10). Tvrtka Siemens je u svojim njemačkim i američkim laboratorijima godinama razvijala materijale i jeftiniju tehnologiju tankog sloja. Postiglo se da proizvod ima visoku učinkovitost uz niske troškove proizvodnje.

Journal VEÖ, 1998. br. 9

Mrk

ANKETA O SUNČEVIM ELEKTRANAMA

U Austriji je u razdoblju od 1992. do 1994. godine provedena anketa o fotonaponskim postrojenjima vezanim na mrežu. Ukupno su obuhvaćena 92 postrojenja, ukupne vršne snage od 204 kW. Iz dobivenih podataka može se zaključiti slijedeće:

1. Glavni razlozi za nabavu fotonaposnke elektrane su zaštita okoliša, alternativa za nuklearnu energiju i tehnički interes.
2. Glavni čimbenici za daljnji razvoj takvih postrojenja su: financijski poticaj, smanjenje troškova, povećanje tehničke pouzdanosti, povećanje odnosnih informacija i povećanje svijesti o očuvanju okoliša.

Journal VEÖ, 1998. br. 9

Mrk

ELEKTRONIČKI BUCHOLZOV RELEJ

Uljni energetski transformatori, kao vrlo važni i skupi elementi elektroenergetskog sustava, zaštićeni su još od godine 1925. Bucholzovim relejem. Takav se tip releja dalje razvijao i usavršavao, no osnovni princip ostao je nepromijenjen. Sada je u tijeku razvoja uređaj koji zadržava funkciju dosadašnjeg mehaničkog releja, ali mu je dodana nova elektronička tehnologija. Time su zadržane sve prednosti desetljećima korištenog pouzdanog releja, ali nadopunjena novim mogućnostima koje pruža elektronika. Tako je dobiven tzv. elektronički Bucholzov relej, koji može davati i sakupljati dodatne informacije.

Princip rada dodatnog dijela sastoji se u elektroničkoj obradi promjene kapaciteta ugrađenih kondenzatora. Plinovi koji nastaju zbog kvara ili prodora u transformator potisnu ulje koje je u normalnom stanju između kondenzatorskih pločica i time mijenjaju kapacitet kondenzatora. Promjena kapaciteta razmjerna je količini plina. Količina plina i brzina dotoka elektronički se obrađuje i pomoću ekspertnog programa ocjenjuje se stanje izolacije transformatora. Pokazalo se da se već količine plina od oko 0,5 mililitara mogu detektirati. S opisanim elektroničkim detektorom relej daje informacije koje daleko premašuju mogućnosti mehaničkog Bucholz releja. Kontinuiranim praćenjem nastajanja kvara mogu se brzo i učinkovito poduzeti potrebne mjere.

Journal VEÖ, 1998. br. 13

Mrk

NOVA GENERACIJA TERMOELEKTRANA NA SMEĐI UGLJEN

Nakon ujedinjena Njemačke glavna je briga bila poboljšanje infrastrukture u istočnom dijelu države. U prvom je redu trebalo izgraditi konkurentnu i ekonomski podnosivu proizvodnju električne energije. Tamošnje elektroprivredno poduzeće Veag* (Die Vereinigte Energiewerke AG) raspoalgalo je s 15.500 MW instalirane snage, većinom u termoelektranama na smeđi ugljen. One su bile nedostatne i djelomično zastarjele, s prevelikom emisijom štetnih dimnih plinova. Poduzeće je dodatnom opremom i drugim mjerama poboljšalo dio termoelektrana i počelo graditi nova moderna postrojenja . Time su nadopunjena i nadomještena stara dotrajala postrojenja koja se gase. Jednoj od takvih modernih velikih termoelektrana na smeđi ugljen ove je godine (1998.) stavljena u pogon 60 km sjeveroistočno od Drezdena (lokacija Schwarze Pumpe) sa dva bloka od po 800 MW. To je prva elektrana na svijetu, ložena smeđim ugljenom čije postrojenje radi s nadkritičnim parametrima pare. Snaga generatora iznosi 1000 MVA, uz 3000 min^{-1}, a to je najveća jedinica u svijetu koja se hladi čistim vodikom.

Velike snage blokova postrojenja loženog smeđim ugljenom i prvi put kod takve elektrane realizirani nadkritični parametri pare stavljaju goleme zahtjeve na sve komponente sustava i korištene materijale, a posebno na tehniku vođenja.

Iskoristivost goriva iznosi 55 %, a korisnost čitavog postrojenja 40,6 %. Zbog velike korisnosti nova termoelektrana treba za istu proizvodnju oko trećine smeđeg ugljena manje nego stara postrojenja koja će se ugasiti. Time će se za 31 % smanjiti emisija ugljičnog dioksida. U elektrofiltrima dimni se plinovi očiste 99,9 % od prašine. Uređaj za odsumporavanje omogućuje da je emisija sumpornog dioksida 91 % manja u usporedbi sa starim postrojenjima. Ukratko rečeno emisija štetnih plinova daleko je ispod propisane granične vrijednosti. Probni pogoni oba bloka dali su vrlo dobre rezultate.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 13

Mrk

* Elektroprivredna tvrtka (EVU) Veag utemeljena 1990. za područje bivše istočne Njemačke, kao deveto poduzeće u Savezu (Verbund).

MIŠLJENJE GRAĐANA NJEMAČKE O NUKLEARKAMA

Anketa provedena u lipnju 1998. pokazala je da većina njemačkih građana odobrava nastavak rada postojećih nuklearnih elektrana, ali je protiv gradnje novih. Za nove gradnje izjasnilo se samo 5 % građana (1997. godine 4 %). Da se odmah prekine rad postojećih nuklearki traži 21 % ispitanika (22 %). Stav građana prema nuklearnim elektranama, tijekom posljednjih 10 godina, nije se bitno mijenjao. Godine 1998., dakle dvije godine nakon katastrofe u Černobilju, bilo je 69 % građana za nastavak rada postojećih nuklearnih elektrana, a 5 % za gradnju takvih novih postrojenja.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 19

Mrk

ELEKTROPRIVREDA ISTOČNOG DIJELA NJEMAČKE JOŠ NIJE SPREMNA ZA SLOBODNO TRŽIŠTE ENERGIJOM

Nakon sjedinjenja obiju njemačkih država drastično je u istočnom dijelu pao potrošak energije i s time vezan velik gubitak radnih mesta, ali se javila šansa za temeljitu tehničku i gospodarsku obnovu. Energetska struktura bila je skoro potpuno vezana na smeđi ugljen. To se promijenilo većom uporabom zemnog plina i derivata nafte, no smeđi će ugljen danas i u budućnosti igrati, u tom dijelu Njemačke, važnu ulogu. Novosagrađene termoelektrane na smeđi ugljen simboli su promjena gospodarenja energijom u istočnom dijelu Njemačke. Tehničke i strukturalne promjene u dobavi električne energije bile su čvrsto vezane za mjere kojima se poboljšavaju ekološke prilike.

Istočni dio Njemačke još danas nije spreman za energetsko slobodno tržište. Računa se da će prijelazno razdoblje trajati do godine 2003.

Prema studijama o prognozama, u vremenskom rasponu od 1995. do 2020. godine (polazeći od 1540 PJ) upotreba energije u istočnom dijelu zemlje rasla bi prosječno 0,5 % godišnje, uz očekivanu energetsku racionalizaciju. Udio zemnog plina porast će od 19,4 % (1995.) na preko 25 % , elektroenergije od 15,2 % na 18 %, a ugljena od 13 % na 3 %. Tekuća će goriva povećati udio do 34 %. Godišnja potrošnja električne energije rast će prosječno 1 % godišnje.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 19

Mrk

PEM - GORIVE ĆELIJE

Budući da istraživanja iziskuju vrlo velika novčana sredstva, poznate velike elektroprivredne tvrtke su se udružile i ugovorima obvezale da će financirati projekt "Berliner Brennstoffcelle". Elektroprivredne tvrtke Elektrizitäts-Werke AG- Hamburg, Electricité de France -

Paris,Preussen-Elektra AG – Hannover, Vereinigte Energiewerke AG – Berlin i Bewag – Berlin kao vodeća tvrtka dat će financijska sredstva u visini od 7,5 milijuna DEM, a pomoći će i Europska komisija s 40 %, da se izgradi prototip PEM gorive ćelije. Uređaj će imati električnu snagu od 250 kW i toplinsku od 230 MW, a bit će montiran u berlinskoj toplani Treptow. Ovo je najveća snaga takve ćelije u Europi. Kao gorivo služit će ponajprije zemni plin, a potom vodik. Predviđeno je da će se vodik proizvoditi elektrolizom, strujom iz fotonaponskih ćelija. Za tu svrhu trebat će u toplani Treptow izgraditi solarni uređaj od 10 kW. Projekt je međunarodnog značaja. Od rezultata testiranja (konac 1999.) očekuje se potvrda upotrebljivosti takvog uređaja i početak novog oblika decentralizirane proizvodnje električne energije.

Goriva ćelija na tom principu može se primijeniti u stacionarnom i mobilnom sektoru. Zato i automobilska industrija pokazuje veliko zanimanje.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 19

Mrk

KLIMA I ZBRINJAVANJE SMEĆA

Ugljični je dioksid najviše spominjani plin koji ima utjecaja na klimu kao tzv. staklenički plin. Često se, međutim, zaboravlja da ima i drugih plinova, doduše u daleko manjim količinama, ali po svom djelovanju mnogo utjecajnijih u pogledu stvaranja efekta staklenika. Plin metan (CH_4) 22 puta je efikasniji u tom pogledu od ugljičnog dioksida.

Znanstvena konferencija 1998. godine u Torontu već je u svojoj rezoluciji preporučila redukciju i drugih stakleničkih plinova kao CH_4 i NO, a politička konferencija u Kyotu to je još jače podržala.

Značajni izvor metana je zapravo smeće i otpadne vode, pa je vrlo važno kako će se smeće zbrinuti.

U Austriji je izrađena studija kojom se željelo istražiti koji je način zbrinjavanja smeća najpogodniji s obzirom na bilancu stakleničkih plinova. Analizirano je 14 različitih postupaka za zbrinjavanje smeća kao odlaganje na deponij, sakupljanje plina na deponiju, spaljivanje smeća, spaljivanje uz dobivanje električne energije i topline itd. Bilanciranjem emisije stakleničkih plinova pokazalo se da odlaganje smeća na deponije najviše opterećuje atmosferu štetnim plinovima, dok se kao najbolji način pokazalo spaljivanje uz dobivanje toplinske i električne energije. Ovakav rezultat istraživanja i činjenica da se energija iz smeća može smatrati obnovljivom energijom, potaknut će europske zemlje da povećaju kapacitet svojih spalionica.

Journal VEÖ, god. 1998. br. 10

Mrk

RAZVOJ ELEKTRIČNE RASVJETE JOŠ NIJE ZAVRŠEN

Četiri evropske zemlje: Austrija, Njemačka, Švicarska i Nizozemska održavaju svake druge godine od 1974. kongres o tehnici rasvjete. Unatoč tome što se održava europski kongres "Lux Europa", gdje se govori engleski, stručnjaci, osobito korisnici, žele stručni sastanak o rasvjeti za zemlje njemačkog govornog područja. Ove, 1998. godine također je održan kongres u Austriji u Bregenzu, a izneseno je 118 referata u kojima je obrađena električna rasvjeta sa svih aspekata: Pokazalo se da je nužna i suradnja s arhitektima, pa je i taj aspekt uzet u obzir. Istaknuto je da je pred rasvjetnom tehnikom još veliki razvoj i još se ne vidi kraj. Novi izvori rasvjete i njihova primjena i nadalje su predmet stalnog unaprjeđenja.

Journal VEÖ, god. 1998. br. 10

Mrk

GENERATORI "POWERFORMER" U KOMERCIJALNOJ UPORABI

Prvi moderni visokonaponski generator bit će uskoro u komercijalnoj upotrebi. Međunarodni elektrotehnički koncern ABB zaključio je ugovor o dobavi takvog generatora sa švedskom državnom elektroprivredom. Generator će biti montiran u elektrotoplani, loženoj biomasom (otpatci drvne industrije) u mjestu Eskilstuna u srednjoj Švedskoj. Postrojenje će imati 38 MW električne i 71 MW toplinske snage Prema predviđanjima ući će u pogon koncem 2000 godine.

Primjenom novih rješenja i suvremenog materijala taj tip generatora moći će davati električnu energiju pod naponskim rasponom od 30 kV do 400 kV. Kao novi tip generatora nazvan je "Powerformer". Budući da se takav generator može konstruirati da ima određeni napon visokonaponske električne mreže, otpada priključak preko transformatora i ostalih priključnih uređaja. Zbog smanjenja dimenzija i broja komponenata Powerformer pruža veću pouzdanost, smanjuje troškove održavanja i energetske gubitke za oko 30 %.

Prvo takvo pokusno postrojenje instalirano je i testirano, već početkom 1998., u jednoj od švedskih hidroelektrana, a postrojenje u Eskilstuni prvo je takvo na komercijalnoj osnovi. Takav novi tip generatora može također služiti za priključak malih energetskih izvora na električnu mrežu, kao npr. malih hidroelektrana i vjetroelektrana.*

Journal VEÖ, god. 1998. br. 11

Mrk

DOPRINOS VODNIH SNAGA CILJEVIMA KYOTA

U "Bijeloj knjizi za obnovljive energente" Europska je unija predvidjela udio obnovljivih energenata od današnjih 6 % na 12 %, u godini 2010., uzevši u obzir ukupnu energetsku potrošnju. Prema studiji UNIPEDE-a iz godine 1996. vodna energija ima veliko značenje u zaštiti klime, jer reducira emisiju stakleničkih plinova. Zato se preporuča da se vodne snage što više koriste svugdje u svijetu.

Prema studiji svjetskog energetskog savjeta podvostručit će se potrošak primarne energije do godine 2010., a električne energije do godine 2020. Danas tek 19 % proizvedene električne energije dolazi iz hidroelektrana. Prema navedenoj studiji taj bi se udio do godine 2020. mogao tri puta povećati. Time bi se izgradilo 60 % gospodarski iskoristivog hidropotencijala svijeta, koji ukupno iznosi 8100000 GWh/god. Najveći se hidropotencijali nalaze u Kini (1250000 GWh/god.), Rusiji (850000 GWh/god.) i Brazilu (710000

---

* Napomena: O generatoru Powerformer raspravljano je na XXXVII Zasjedanju CIGRE - Paris 1998. u grupi 11. U Hrvatskoj, HE Manojlovac na rijeci Krki, kraj Šibenika, stavljena u pogon 1906. godine, imala je 4 agregata snage po 5,2 MVA s generatorskim naponom 30 kV. Generatori su bili direktno vezani na visokonaponski dalekovod prema Šibeniku. Postrojenje je izradila i montirala tvrtka Ganz iz Mađarske. (Vidjeti: Razvoj elektrifikacije Hrvatske, Dio I – Zagreb 1984.).

GWh/god.). Do danas je u svijetu izgrađeno tek okruglo 32 % gospodarski iskoristivog hidropotencijala. Taj je postotak vrlo različit za pojedine dijelove svijeta, što se vidi iz slijedećeg pregleda:

Evropa	69 %	Sjev. Amerika	74 %
Azija	20 %	Južna Amerika	31 %
Afrika	7 %	Australija i Oceanija	39 %.

Forsiranom izgradnjom svjetskih hidropotencijala učinit će se značajan doprinos postizanju ciljeva zacrtanih u Kyotu.

Journal VEÖ, god. 1998. br. 11

Mrk

DOPRINOS NJEMAČKE ELEKTROPRIVREDE ZAŠTITI KLIME

Prema obavijesti Saveza njemačkih elektrana (VDEW) njemačka elektroprivreda ispunjava svoje obveze u svezi sa zaštitom klime. Od godine 1990. do 1997. njezina su postrojenja snizila emisiju CO_2 za 9 %. Elektroprivreda je time napravila veliki korak ispunjenju obveza Savezne vlade da se emisija CO_2 snizi od godine 1999. do 2015. za 12 %, a s obzirom na 1987. za 25 %. Smanjenje emisije posljedica je tekućih poboljšanja u elektranama na ugljen i plin, visokog opterećenja nuklearnih elektrana i povećane proizvodnje iz obnovljivih izvora. Time je povećanje emisije u drugim područjima više nego poravnano. Elektroprivreda kao i privatnici

utroštručili su od 1990. godine do 1997. broj elektrana koje korste obnovljivu energiju vode, vjetra, sunca, biomase i smeća. Takvih je elektrana bilo u Njemačkoj, na početku promatranog razdoblja 5630, a 1997. 18221. Najveći su porast zabilježili fotovoltaički uređaji (od 228 u 1990. godini na 6935 u 1997.), ali je njihov doprinos proizvodnji bio samo 0,002 %. Povećan je broj vjetroelektrana od 496 na 4871. Broj elektrana koje koriste biomasu povećao se za 47 %, a hidroelektrana za 20 %. Godine 1997. u pogonu su bile 33 elektrane ložene smećem, a to je za 2 više nego 1990. godine.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 23

Mrk

ABB GRADI U SAD KOMBIELEKTRANU OD 1000 MW

Međunarodni elektrotehnički konzorcij ABB gradi u SAD-u – Teksas kombi elektranu 1000 MW. ABB dobavlja 4 plinske turbine GT 24, najnovije generacije, kao i pripadne parne turbine i generatore te ostalu opremu elektrane. Investicije iznose 350 milijuna američkih dolara, a stavljanje u pogon se predviđa u ljetu godine 2000. Naručitelj je neovisna tvrtka American National Power Ing. Ovo će postrojenje biti jedno od najvećih privatnih postrojenja u dereguliranom tržištu električne energije u SAD-u.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 23

Mrk

KORIŠTENJE OBNOVLJIVE ENERGIJE U PORASTU

Broj elektrana koje troše regenerativne energente u Njemačkoj se naglo povećava, ali unatoč tome doprinos njihove proizvodnje vrlo je mali. Udio proizvodnje hidroelektrana u ukupnoj proizvodnji je 3,4 %, od vjetroelektrana 0,6 %, od elektrana loženih otpadom 0,5 %, biomasom 0,2 %, a najmanje od fotovoltaičkih elektrana 0,002 %. Predviđa se da će se ti udjeli podvostručiti do 2010. godine. Prema njemačkom zakonu dobavljači su obvezni kupovati električnu energiju iz elektrana koje troše obnovljive energetske izvore, ali to izaziva povišenje troškova. Samo u godini 1997. dobavljači su morali platiti skoro 400 milijuna DEM više za električnu energiju iz obnovljivih izvora, nego što je to pogonsko-ekonomski bilo računano.

Današnji će način subvencioniranja praviti na slobodnom elektroenergetskom tržištu velike poteškoće. Napredak se može očekivati tek kad potrošači budu spremni platiti višu cijenu električne energije iz obnovljivih izvora, a proizvodnja se razvijala na tržišnim načelima. To je razumno s obzirom na narodno gospodarstvo i ekološke potrebe, a što je vrlo važno, da potrošači to traže.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 24

Mrk

ENERGETSKA UPORABA BIOMASE U NJEMAČKOJ

U Njemačkoj je instalirana snaga toplana-elektrana loženih biomasom iznosila koncem godine 1997. oko 400 MW, a ukupna je njihova proizvodnja te godine bila 879 GWh. Ovdje su obuhvaćena takva elektroprivredna i ostala postrojenja. U biomasu uračunana su kruta, tekuća i plinovita goriva. Od krutih goriva u obzir dolazi prvenstveno drvo, zatim slama i različiti poljoprivredni otpatci. Glavno tekuće gorivo je repičino ulje, a plinsko bioplin, plin iz deponija, drvni plin i slično.

Računa se da će se proizvodnja električne energije iz biomase i nadalje povećavati kao što je to bilo posljednjih godina.(Proizvodnja 1990. iznosila je 221 GWh, a godine 1997. četiri puta više). Neka su konvencionalna postrojenja uz redovno gorivo (fosilno) ubacivala izvjesni postotak drvenih pilanskih otpadaka, što se pokazalo korisnim. Na uporabu biomase za energetske svrhe

u prvom će redu utjecati cijena. Ona mora biti barem podjednaka onoj fosilnih goriva. Kod spaljivanja smeća i otpada jedva se može računati s pozitivnom energetskom bilancom, zbog potroška energije na sušenje, no to se kompenzira koristi od uklanjanja otpada.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 24

Mrk

VJETROTURBINE NA SVJETSKOM TRŽIŠTU

Prema studiji međunarodne tvrtke za savjetovanje poduzetništva predviđa se znatni porast prodaje vjetroturbina na svjetskom tržištu. U obzir dolazi Europa, SAD, Indija i Kina. Danas se kreće promet tih proizvoda oko 1,15 milijardi američkih dolara, a ova bi se svota, prema predviđanjima, do godine 2004., popela na 2,4 milijarde. Do sada su u 65,1 % slučajeva prodavane vjetroturbine srednje snage, od 301 kW do 749 kW. U budućnosti veću će ulogu imati jedinice većih snaga, jer s povećanjem snage padaju specifični troškovi. Već su na tržištu jedinice snage preko 1 MW, a sprema se prototip do 3 MW. Tržište vjetroturbina mnogo ovisi o tome, da li u nekoj zemlji postoji državna potpora za takva postrojenja, pa se mora računati na geografska kolebanja. Na svjetskom

tržištu dominiraju tri tvrtke koje obuhvaćaju 46,0 % sveukupnog prometa proizvodnje vjetroturbina. To su Vestas, NEG-Micom i Enercon.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 24

Mrk

MIKROTURBINE PRUŽAJU NOVE MOGUĆNOSTI

Danas je korištenje mini elektrana stvarnost. Između ostalog našle su primjenu kao dopuna na dijelu preopterećenih distributivnih mreža. Isto tako potrošači traže male jedinice kao rezervne izvore energije koji brzo mogu dati punu snagu.

Primjena mikroturbina u proizvodnji električne energije u minielektranama pruža nove mogućnosti. Naime, njihovom primjenom pogon je čist i pouzdan, a sa stajališta zaštite okoliša prihvatljiv. Primjena svemirskih tehnologija u civilne svrhe dovela je do velikog tehnološkog skoka u proizvodnji mikroturbina. Danas se na tržištu nude mikroturbine nazivnih snaga od 20 do 200 kW.

Prednosti korištenja mikroturbina su slijedeće:

- visok stupanj automatiziranosti i sigurnosti
- mogućnost paralelnog rada s postojećom električnom mrežom
- mali troškovi investicija
- brzo postavljanje i stavljanje u pogon
- jeftina proizvedena električna energija.

Postrojenje je koncipirano tako da može raditi u 2 ciklusa:

- jednostavni ciklus: kompresor – energent – mikroturbina
- složeni ciklus: kompresor – rekuperator – energent – mikroturbina.

Kao rekuperator se koristi bilo kakav izvor otpadne topline, što osigurava veći koeficijent iskoristivosti postrojenja.

Kao energent koristi se prirodni plin, ali i tekuće gorivo (benzin ili dizel).

Danas su najagresivniji na tržištu dva proizvođača: Elliott Energy Systems (EES) sa svojom izvedbom mikroturbina tipa TA 45 te Allied Signal Power Systems (ASPS). Koncepcija postrojenja kod oba proizvođača je identična. Jedina razlika je u ležajevima rotora mikroturbine. EES je u svoju izvedbu ugradio uljni ležaj, dok ASPS daje prednost zračnom ležaju. O kakvom je postrojenju riječ pokazuje nekoliko osnovnih karakteristika (za mikroturbinu izvedbe TA 45):

- Turbogenerator je snage 45 kW (jedofazni ili trofazni 60 Hz).
- Broj okretaja je konstantan 116.000 o/min.
- Na izlazu se visokofrekventna izmjenična struja pretvara u izmjeničnu struju 60 Hz.
- Pokretanje je pomoću aku-baterije 24 V.
- Vrijeme od starta do pune snage iznosi 10 sekundi.
- Buka je 70 dB na udaljenosti od tri metra (što odgovara približno vrijednosti buke cestovnog vozila ili uređaja za klimatizaciju). Buka je još smanjena ugradnjom cijelog uređaja u izoliranu kutiju.
- Emisija štetnih plinova iznosi za NO_x - 18 ppm, a za CO_2 – 240 ppm, što je značajno ispod emisije dizel agregata.
- Postrojenje je kontejnerskog tipa (spremno za postavljanje i stavljanje u pogon), težine 160 kg.
- Nema vibracija.
- Postrojenje udovoljava normi IEEE – 516.
- Cijena kompletnog postrojenja snage 45 kW iznosi 28.500 američkih dolara, odnosno oko 630 dolara za 1 kW.
- Cijena električne energije je od 5 do 6 američkih centa po kWh.

Svaki od spomenutih proizvođača smatra da će u 1999. godini plasirati na tržište od 2000 do 3000 komada, dok za 2000. godinu planiraju svaki po 10.000 jedinica. Smatra se da će mikroturbine, kao autonomni izvor električne energije, biti u širokoj eksploataciji slijedećih 6-10 godina. Naime, za to vrijeme će biti završene i uvedene u eksploataciju jedinice gorivih ćelija sličnih snaga i pogonskih karakteristika. No, to ne znači i prestanak korištenja postrojenja s mikroturbinama.

Electrical World, December 1998.

DK

PRIPREME NA KOMERCIJALNOJ UPORABI GORIVIH ĆELIJA

Dvije velike američke tvrtke GE Power Systems i Plug Power osnovale su zajedničku tvrtku na principu "joint-venture", nazvanu GE Fuel Cells Systems, za distribuciju i marketing nove generacije gorivih ćelija razvijenih kod njih.

Karakteristika tih gorivih ćelija jest da kao gorivo mogu koristiti prirodni plin, propan ili metanol. Gorive ćelije pretvaraju plin u električnu energiju putem elektrokemijskog procesa, a ne izgaranjem. Na taj način potpuno su uklonjene sve štetne emisije, ali i postignuta izuzetno niska cijena proizvedene električne energije od 0,07 do 0,1 američkih dolar po kWh. U masovnoj proizvodnji cijena takve jedinice gorivih ćelija iznosila bi od 3000 do 5000 američkih dolara.

Koeficijent iskoristivosti u jednostavnom ciklusu kreće se oko 40 %, a u složenom sustavu koji koristi postojeći izvor otpadne topline dostiže vrijednost od 70 do 80 %.

Electricity International, November 1998.

DK

NOVI IEC-OV VIŠEJEZIČNI RJEČNIK NA CD-ROM-u

S namjerom da olakša korištenje, smanji cijenu i poveća opseg uporabe IEC je načinio novi višejezični rječnik, koji će se pojaviti na CD-ROM-u početkom ove godine. Naime, ovaj rječnik nadomješta postojeći rječnik iz 1992. godine.

Novi rječnik na CD-ROM-u sadržavat će oko 7500 hyper stranica. Snalaženje je vrlo jednostavno, budući je korištena klasična indeksacija. Korisnici IEC normi, uključivo i trgovce, imat će na raspolaganju snažan alat za prevođenje.

CD-ROM sadrži kompletan leksikon elektrotehničkih naziva – termina s definicijama na engleskom i francuskom jeziku. Ekvivalentni termini, bez definicija, dati su i na arapskom, nizozemskom, njemačkom, talijanskom, japanskom, poljskom, portugalskom i švedskom jeziku. Na ruskom i španjolskom bit će dati svi nazivi i manji broj definicija.

IEC Bulletin, No 01/1999.

DK

POBOLJŠANJE RADA DIZEL AGREGATA

Tvrtka ABB Turbo System razvila je novu seriju turbokompresora, oznake TPL, koja je već u uporabi u novoj generaciji dizel agregata, nazivnih snaga od 1000 kW pa do najvećih snaga. Ova tip turbokompresora primjenljiv je za sve vrste agregata (sporohodne, srednje, brže i najbrže).

Ostvarena su sljedeća poboljšanja:

- Postignut je veći tlak
- Povećan je koeficijent iskoristivosti kao i kapacitet dobave
- Produžen je životni vijek
- Produženo je vrijeme rada između dva servisa
- Omogućeno je lagano održavanje.

Iskustvo s TPL turbokompresorima, a do sada je u pogonu 300 jedinica, potvrdilo je rezultate termodinamičkih mjerenja iz laboratorija.

ABB Review, 1/1999.

DK

PRODUŽETAK MORATORIJA NA GRADNJU PLINSKIH ELEKTRANA U VELIKOJ BRITANIJI

Ministarstvo industrije Velike Britanije objavilo je da se produžava zabrana gradnje novih plinskih elektrana. To je dio udarnog plana potpore industriji ugljena, gdje je ugrožen opstanak najmanje 3000 radnih mjesta.

Provedena istraživanja su pokazala da bi, u slučaju provedne plana gradnje novih plinskih elektrana, oko 25000 radnika ostalo bez posla.

Electricitet International, November 1998.

DK

17. SVJETSKI KONGRES ENERGETIČARA

Od 13. do 17. rujna u Houston-u je održan 17. svjetski kongres energetičara. Na Kongresu je bilo prisutno oko 14000 sudionika, iz više od 80 zemalja. Uz delegate i ministre energetike bili su prisutni i vodeći ljudi svjetskih kompanija za proizvodnju i distribuciju energije te proizvodnju opreme.

Na Kongresu je razmatran scenarij potrošnje raznih energenata za razdoblje od 30 idućih godina, potrebna ulaganja za osiguranje prognozirane količine energije, zaštita okoliša te liberalizacija energetskog tržišta.

Interesantan je podatak o prognoziranim potrebama ulaganja u energetske projekte "na globalnoj razini" u idućih 20 godina. Naime, predviđa se ulaganje u iznosu oko 30000 milijardi američkih dolara, od čega se predviđa za zaštitu okoliša iznos od 5000 američkih dolara.

Electric Power International, Vol. 8, No 4, Winter 1998.

DK

VISOKOTEMPERATURNI SUPRAVODLJIVI TRANSFORMATOR HLAĐEN TEKUĆIM DUŠIKOM

U Energiji, god. 46(1997), br. 6, str. 348 opisane su karakteristike energetskog transformatora hlađenog tekućim dušikom. Visokotemperaturni supravodljivi transformator, hlađen dušikom, izdržao je sva testiranja i ispitivanja predviđena u razvojnom zadatku. Uskoro se može očekivati komerecijalna primjena.

Electric Power International. Fall 1998.

DK

ZAPADNI STANDARD SIGURNOSTI ZA MOCHOVCE

Nuklearna elektrana Mochovce upravo se dovodi putem sveobuhvatnog programa mjera na međunarodnu razinu sigurnosti.

"Europski konzorcij Mochovce" (EUCOM) kojeg čine Framatome i Siemens/KWU polovinom 1987. godine je ugovorio izvedbu provođenja definiranih mjera za poboljšanje sigurnosti. Poboljšanje na oba bloka tipa WWER - 440 / V 213 u elektrani Mochovce temelje se na preporukama AIEA za ovaj tip reaktora kao i na najnovijem izdanju Slovačkog poglavarstva za nadzor Úrad Jadrového Dozoru (ÚJD).

S firmom Siemens ugovoreno je poboljšanje tehnike vođenja, a EUCOM je prije svega odgovoran za obavljanje pregleda, odnosno poboljšanje zaštite od požara, zaštite od radijacije kao i sistema minimalnog tlaka zvanog "bubble condenser" za sprječavanje, odnosno onemogućavanje smetnji.

Provedba programa podliježe stalnoj kontroli Poglavarstva za nadzor ÚJD, koje ima kao savjetodavca za područje rizika zajedničko poduzeće njemačkih i francuskih instituta za nuklearnu sigurnost, a isto tako i IAEA.

Siemens Power Journal 2/98.

E. H.

WWER - REAKTOR KOSLODUJ DOBIVA MEĐUNARODNI STANDARD SIGURNOSTI

Za blokove 5 i 6 bugarske nuklearne elektrane Kosloduj uskoro će biti preuzeti inženjerski radovi na opsežnoj modernizaciji. Nacionalna elektrokompanija (NEK), državno poduzeće za opskrbu električnom energijom, dodijelilo je posao "Europskom konzorciju Kozloduj" na osnovnom inženjeringu. Konzorcijski partneri sa Siemens / KWU-om, kao vodećim, su Framatome i Atomenergoexport. Bugarski udio u radovima će biti znatno iznad 50%.

Oba 1000 MW - bloka pripadaju trećoj generaciji ruskih reaktora hlađenih vodom pod tlakom WWER (WWER-1000). Modernizacija je koncentrirana na poboljšanje dugotrajnog hlađenja reaktora, zaštitu od radijacije i požara, tehniku vođenja i opskrbu u nuždi, kao i na povećanje raspoloživosti i pogonske pouzdanosti postrojenja. Počevši sa 1999. godinom mjere trebaju biti izvedene u koracima za vrijeme godišnjih stajanja prigodom revizija.

Siemens Power Journal 2/98.

E. H.

POBOLJŠAVANJE TURBINA UZ VIŠESTRUKU KORIST

Moderniziranje osam parnih turbina u 1168 MW-blokovima 1 i 2 nuklearne elektrane Limerick u SAD-u ističe se kao uzorak za to kako najpomnije dimenzionirane komponente mogu donijeti višestruke koristi pogonu elektrane. S poboljšanim strojevima PECO Energy Co. dobit će više od 80 MW dodatne snage, bolju korisnost, veću raspoloživost i pouzdanost kao i manje troškove održavanja.

Siemens Power Corporation (SPC) poboljšava visoko- i niskotlačne turbine uporabom lopatica prema konstrukciji Siemens-a i novim unutarnjim kućištima. Siemens je također razradio metodu za analiziranje vjerovatnoće nastanka pukotina na vanjskom dijelu turbine. Pomoću iste američka Nu-

clear Regulatory Commission (NRC) dolazi do zaključka da rokovi pregleda za nove rotore mogu biti produženi na 100.000 pogonskih sati (oko 12,5 godina).

NRC je dala PECO-u odgovarajuću saglasnost da se intervali revizija za parne turbine produže sa šest na deset godina, a intervali inspekcija ventila za brzo zatvaranje i potporne zaklopke produže od jednog na tri mjeseca.

Također je postignuto vrhunsko ostvarenje u odnosu na vremensko trajanje. U svibnju 1998. godine SPC je završio poboljšavanje bloka 1 u rekordnom vremenu od 41 dana. Posao na turbini bloka 2 planiran je za svibanj 1999. godine.

Siemens Power Journal 2/98.

E. H.

NAJMODERNIJA TEHNIKA VOĐENJA ZA BEZNAU

Na oba bloka nuklearne elektrane Beznau Sjeveroistočnih elektrana d.d. bit će ugrađen sigurnosni sustav vođenja TELEPERM XS. On će obavljati bitne zadaće upravljanuja, kao npr. sigurno isključiti reaktor, aktivirati zaštitne funkcije reaktora i postrojenje držati u sigurnom stanju. Ugradnja će biti obavljena za vrijeme redovitog stajanja za reviziju u 2000. odnosno u 2001. godini.

TELEPERM XS je prema nacionalnim i internacionalnim propisima priznat za obavljanje najviših sigurnosnih zadaća u nuklearnim elektranama. Mogućnost stupnjevanja sustava omogućava sigurna i ekonomična rješenja za sve zadaće zaštite. Daljnje osobine su samonadziranje, male potrebe ispitivanja i održavanja kao i optimalne mogućnosti dijagnosticiranja.

Siemens Power Journal 2/98.

E. H.

NEMA OPASNOSTI OD ŠTETNIH ZRAČENJA OD PRENOSNIH TELEFONSKIH APARATA (HANDY)

Uporaba mobilnih telefona se sve više povećava. Preplašeni medijskim izvješćima, mnogi korisnici strahuju od djelovanja zračenja. Savezni zavod za zaštitu od zračenja (BfS) smatra da je to bez osnove. Već godinama BfS u tom smislu obrađuje nacionalna i internacionalna istraživanja. U središtu je pri tom antena, iz koje izlazi visokofrekventno zračenje, koje prima tijelo i tamo uglavnom pretvara u toplinu. Da bi se spriječile štete po zdravlje, zračenje podliježe krajnje malim graničnim vrijednostima, koje se prema BfS-u limitiraju diljem svijeta.

Siemens Standpunkt 3/98.

E. H.

EUROPSKA ZAJEDNICA - TRŽIŠTE ELEKTRIČNE STRUJE

Od početka 1990. godine za Europsku komisiju je utvrđeno: Zajedničko unutarnje tržište, koje bi trebalo pridonijeti većem rastu, konkurentskoj sposobnosti i zapošljavanju, također mora obvezno obuhvatiti otvaranje tržišta energije. Na temelju velikih strukturnih razlika u europskim sustavima za opskrbu električnom energijom, ipak se tek nakon dugogodišnjih diskusija u prosincu 1996. godine završila smjernica za unutarnje tržište "Elektricitet" Ministarskog savjeta Europske zajednice (EZ), koja se do veljače 1999. godine mora uskladiti s nacionalnim pravom zemalja članica EZ. Tako će se osloboditi put za konkurenciju koja prelazi granice u europskom "strujnom krajoliku".

Uvođenje natječaja znači za granu gospodarstva, koja je više od stotinu godina bila poput monopola, osnovnu promjenu obrasca.: Umjesto zatvorenih područja opskrbe nastupa otvoreno tržište. Cijenu više ne određuju troškovi, već ponuda i potražnja. Prodaja mora biti osigurana vezivanjem i stjecanjem kupaca. Investicije se ne mogu više amortizirati financiranjem iz prireza, već moraju biti zarađene na tržištu.

Konkurentsko tržište karakteriziraju s jedne strane veliki rizici, a s druge strane znatno veće šanse. Poboljšane šanse postoje na primjer u proizvodnji električne energije. Tim se mogu okoristiti poduzeća koja se brzo i učinkovito prilagođavaju novim mogućnostima. Šanse također postoje i u području električnih mreža. Iako ono ostaje područje monopola, moglo bi se razviti tržište za usluge putem električnih mreža, koje isto tako otvara poslovne mogućnosti. Šanse pak prije svega proizlaze kod prigodne povoljne kupnje. Optimiranom primjenom instrumenata marketing-mix-a moguće je otvarati nove prihodovne potencijale. Daljnje šanse nude nova poslovna područja koja se razvijaju s konkurencijom, kao na primjer trgovanje strujom.

Za uspjeh na liberaliziranom tržištu električnom energijom bit će naime odlučujuće: Ne samo shvatiti rizik, nego poslije sveg koristiti šanse.

Siemens Standpunkt 3/98.

E. H.

RAZBORITOST S ENERGIJOM BIVA NAGRAĐENA

Udruženje njemačkih elektrana (VDEW) od 1990. godine raspisuje takozvani eta-konkurs. Grčkim slovom (eta) u fizici se označava stupanj korisnosti. Dobavljači struje nagrađuju pogone, njihove proizvode ili proizvodne procese koje pomoću elektro postupaka tako mijenjaju, da na taj način troše manje energije, rasterećuju okoliš, uvjete rada čine humanijim, poboljšavaju produktivnost ili jednostavno povećavaju kakvoću produktivnosti. Za četvrti eta-konkurs, koji je upravo u tijeku, mogu se zainteresirani pogoni javiti nadležnim poduzećima za opskrbu električnom energijom. Ocjenjivački odbor će do veljače iduće godine odrediti dobitnika. Nakon toga će sudionici nastupiti na saveznom konkursu, na kom se može dobiti brončani kip. Daljnje lovorike pobjednici mogu zatim dobiti kod eta-konkursa UNIPEDE, međunarodnog udruženja dobavljača električne energije u Briselu. K tomu je predviđeno da nosioci nagrada budu predstavljeni na EXPO-u 2000. u Hannover-u u okviru zbirke tema "Energija". Da je eta-konkurs dobro prihvaćen diljem savezne države, pokazuju stalno rastuće brojke sudionika: Dok se je 1990. godine natjecalo tek 128 pogona za jednu nagradu, u 1996. godini ih je već bilo 346.

Siemens Standpunkt 3/98.

E. H.

KONZULTIRANJE O ENERGIJI PREKO AGENCIJE

Energetska agencija Nordrhein - Westfalen od osnutka 1993. godine radila je na preko 12.000 savjetodavnih projekata. Agencija smještena u Ministarstvu gospodarstva besplatno daje savjete tvrtkama, općinama i institucijama kako mogu

ekonomičnije i u skladu s okolišem postupati s energijom. Praktičan je primjer Mc Donald s u Gummersfach-u. Fast Food restoran zatražio je savjet s obzirom na rast troškova za energiju alternativnom mogućnošću vlastite opskrbe energijom. Analiza NRW-agencije potvrdila je procjenu, da je moguće smanjiti potrošnju i s tim troškove vlastitom proizvodnjom energije izgradnjom blokovske elektrane s grijanjem (BHWK). Dugo vrijeme rada restorana kao i stalna potreba topline za korištenje vode dalo je poticaj za BHKW-postrojenje, koje uvijek ima ekonomske i ekološke prednosti u odnosu na odvojeno opskrbljivanje strujom i toplinom kada se istodobno koristi otpadna toplina. 1996. godine u Njemačkoj je bilo 2197 blok elektrana za grijanje na naftu ili na zemni plin.

Siemens Standpunkt 3/98.

E. H.

SUSTAV TEHNIKE VOĐENJA ZA NUKLEARNU ELEKTRANU U KINI

Prvi put u povijesti firme Siemens/KWU napravljen je ugovor za nuklearnu elektranu u Kini. Ugovorni partneri su Jiangsu Nuclear Power Corp., Lianyungang (pogon) i China Nuclear Energy Industry Corp., Beijing (uvoznik). Elektranu 1000 MW s reaktorom hlađenim vodom pod tlakom izvode ruski izvođači, a sustav tehnike vođenja TELEPERM XP i XS isporučuje Siemens u vrijednosti 300 mio DM. U energetici Kine nuklearna energija ima sve veće značenje. Ova nuklearna elektrana u fazi je izgradnje s lokacijom u lučkom gradu Lianyungang u provinciji Jiangsu. Glavni grad sa 4 milijuna stanovnika nalazi se u području posebne industrijske zone, koje dinamičan razvoj uzrokuje ubrzani rast potrebe za energijom. Kina je prošle godine raspolagala sa 250.000 MW snage elektrana, od čega je otpalo 75% na elektrane na ugljen, 24% na vodu i 1% na nuklearne. Sada su u pogonu tri bloka nuklearnih elektrana s ukupno 2100 MW, dok je u izgradnji daljnjih osam proizvodnih jedinica s ukupno 6600 MW.

U SAD je napravljen veći ugovor za sustav tehničkog vođenja. Po istom će Siemens u slijedećih osam godina modernizirati 29 hidroelektrana u saveznoj državi Tennesee. Ugovorna strana Tennesee Valley Authority (TVA), Chathanooga, s elektranama starim do 50 godina, želi iste opremiti sustavima tehnike vođenja od Siemens-a, kako bi povećali učinkovitost postrojenja i prije svega smanjili pogonske troškove. TVA proizvodi više od 10% svoje električne struje u hidroelektranama te istom opskrbljuje oko osam milijuna kupaca u saveznim državama Tennesee, Mississipi, Kentacky, Alabama, Georgija, North Carolina i Virginia.

Siemens Standpunkt 3/98.

E. H.

SVJETSKI REKORDER GROHNDE

Proizvodnja električne energije njemačkih nuklearnih elektrana zauzima vidno mjesto. U međunarodnom rednom popisu sastavljenom za 1997. godinu četiri njemačka postrojenja imaju mjesta u vrhu. Svjetski prvak bila je nuklearna elektrana Grohnde s 12,53 milijardi kWh. Tim je nadmašila svoj rekord iz 1985. godine za 1,05 milijardi kWh. Na mjestima dva do četiri slijede postrojenja Brokdorf, Philippsburg 2 i Isar 2. Poslije njih slijede američke nuklearne elektrane Paolo Verde 1 i Grand Gulf 1. Među Top Ten 97 nalazi se sedam njemačkih postrojenja. Ona su proizvodila po više od 10 milijardi kWh godišnje. U prošloj godini diljem svijeta bilo je u pogonu 427 nuklearnih elektrana. Njihova proizvodnja iznosila je zajedno 2400 milijardi kWh, što je jednako šestini međunarodnih potreba električnom energijom.

Siemens Standpunkt 3/98.

E. H.

ENERGETSKE PRIČUVE

1997. godine diljem svijeta je gotovo šest milijardi ljudi potrošilo energije u količini od oko 14 milijardi tona jedinica kamenog ugljena (SKE). Zemno je ulje s oko 37% imalo najveći udio, slijedio je ugljen s 26%, plin s 20%, uran s 8% i voda sa 7%. Udio novih obnovljivih izvora, kao što su sunce ili vjetar bilo je ispod 1%. U 2020. godini, prema raznim prognozama, osam milijardi ljudi trebat će energije od dobrih 20 milijardi tona SKE. Neizbježno se stoga postavlja pitanje o energetskim pričuvama i njihovom dosegu. Pri tom valja razlikovati resurse od rezervi. Pod rezervama razumije se udio pričuva koji se suvremenim tehničkim metodama dobivanja može ekonomski učiniti iskoristivim. Resursi su nasuprot dio energetskih pričuva koji postoje na temelju geoloških saznanja, a koji principijelno i sa novim naprednim predvidivim tehničkim sredstvima mogu biti dobiveni. S tim tehnika inovacija i postupci "razvlačenja" energetskih rezervi dobivaju posebno značenje.

Siemens Standpunkt 3/98.

E. H.

UDK 621.31

ENJAAC 48 (2) – (1999) – 63-134

ISSN 0013-7448

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 48 (1999) Zagreb 1999 Br. 2

SADRŽAJ

Jakl F. – Jakl A.: Thermal and Mehanical Properties of Bare Conductors for Transmission Lines in Non-Steady State Conditions of Short Circuits (Izvorni znanstveni članak) 65

Monaghan J.: Sensible Observation on Present day Protection Techniques (Stručni članak). 71

Cvetković Z.: Pogled na obnovu prijenosne mreže u istočnom dijelu sustava Osijek (Pregledni članak). 83

Sabolić D.: Temelji pokretnih radiokomunikacija – III. dio: Modulacijski postupci pogodni za sustave pokretnih radiokomunikacija (Pregledni članak) 87

Baranović N. – Stepinac J. – Kljaić J. – Filipović B. – Babić D.: Revitalizacija sustava zaštite, upravljanja, mjerenja i telekomunikacija (Stručni članak) 101

Mišković M.: Analiza prijelazne pojave kod sinkronizacije generatora (Stručni članak) 113

Vijesti iz elektroprivrede 117

Iz strane stručne literature 127

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.

Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 1999 - 04 - 07

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992, a prema mišljenju istog ministarstva oslobođen je plaćanja poreza na promet (rješenje 532-03-1/5-92 od 3. studenoga 1992).

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BARE CONDUCTORS FOR OVERHEAD LINES UNDER SHORT-CIRCUIT CONDITIONS

Dr. sc. Franc J a k l - Andrej J a k l, Maribor, Slovenija

UDK 621.316.1:621.315.14
ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER

The paper presents results of a research in thermal and mechanical properties of stranded conductors and ground wires under the unsteady-state conditions during short-currents. It is particularly focused on homogeneous all aluminium and combined (bimetallic) conductors made of aluminium and aluminium-alloys. The aim of the research was to estimate the effect that elevated temperatures generally have on the loss of the tensile strength of conductors which indirectly results into increased sags and decreased safety heights or ground clearances of the line. The relevant experiments made on some types of conductors and ground wires under short-circuit conditions confirmed that from the mechanical point of view combined (bimetallic) conductors are more convenient than the homogeneous (monometallic) ones of the same cross-section. As far as thermal and mechanical stressings are concerned, the authors recommend to use ground wires of a larger cross-section with several layers of aluminium-alloy strands as they excel themselves with much better mechanical properties and smaller sags at the occurrence of elevated temperatures under unsteady-state operation.

Keywords: **Overhead conductors, ground wires, sag, elongation, tensile strength, unsteady-state, short-circuit current.**

1. INTRODUCTION

Line conductors and ground wires are one of the most important elements of the overhead transmission equipment. It is a prerequisite that they are dimensioned in accordance with adequate standards so that with their mechanical properties they assure safe operation of transmission lines during their entire life. Technical and economical reasons are consequently inducing managers and designers of electric power transmission systems to utilise the current-carrying components of theses systems as fully as possible. Recently, environmental considerations are being paid much attention.

2. RESEARCH INTO MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF CONDUCTORS

2.1. General

The temperature has a direct effect on conductor sags and consequently on safety heights. The size of the conductor sags is at given stressing conditions and at a particular span a function of the material elongation and contracting. A particularly critical state in the electric power system occurs in cases when two or more accidental events take place simultaneously:

- the system carries a high current
- the external temperature is extremely high
- an accidental event takes place, e.g. a short circuit.

In case of a short circuit, an additional sag takes place as a result of the conductor heating up. Such state may, in particular cases, have negative consequences on the site. As a rule, they reflect themselves in decreased safety heights and operational reliability of overhead transmission lines.

2.2. Research into mechanical properties of conductors at elevated temperatures

The purpose of our research was to establish the change into the remaining strength and the relative elongation after a short circuits of various investigated conductors at the short-circuit duration of 60 ms (1st step of the line protection distance), 350 ms (2nd step of the line protection distance), and 1000 ms (prolonged 3rd step of the line protection distance) at the initial temperature of 20 ^{0}C or 25 ^{0}C (the laboratory temperature). These data provided the basis for the computational determination of adequate sags, or their variations, that may take place at short circuits for any particular span of overhead transmission lines at given stressing conditions. Figure 1 shows the shematic ar-

rangement for testing of samples of selected conductors in short-circuits conditions. The measuring instruments had for measuring of elongation with the maximal range ±1mm and the accuracy ±1 micron and the basic range 220 mm, for the measuring of the force had the accuracy ±1%. Figure 2 shows the arrangement of thermoelements into several layers of conductor for the temperature measurement.

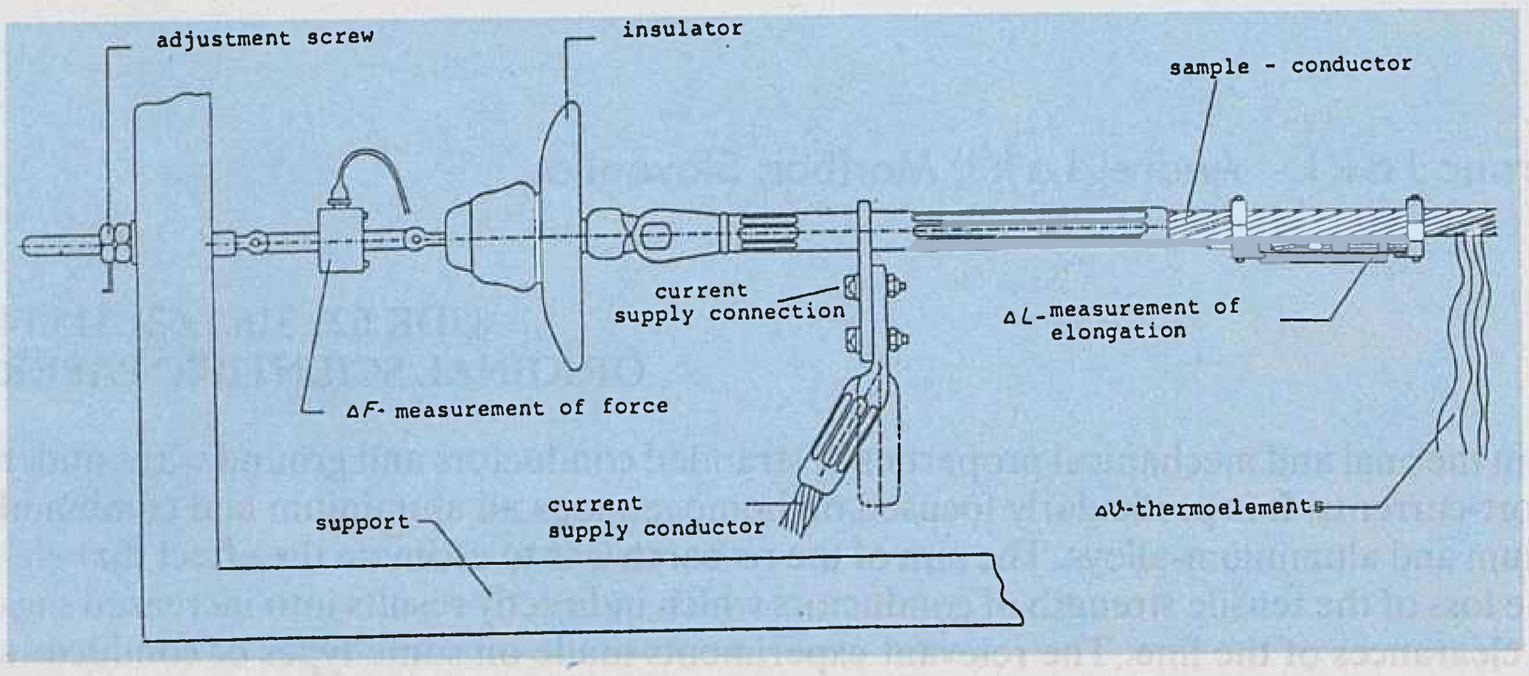


Fig. 1. The shematic arrangement for testing of conductor at short-circuit current

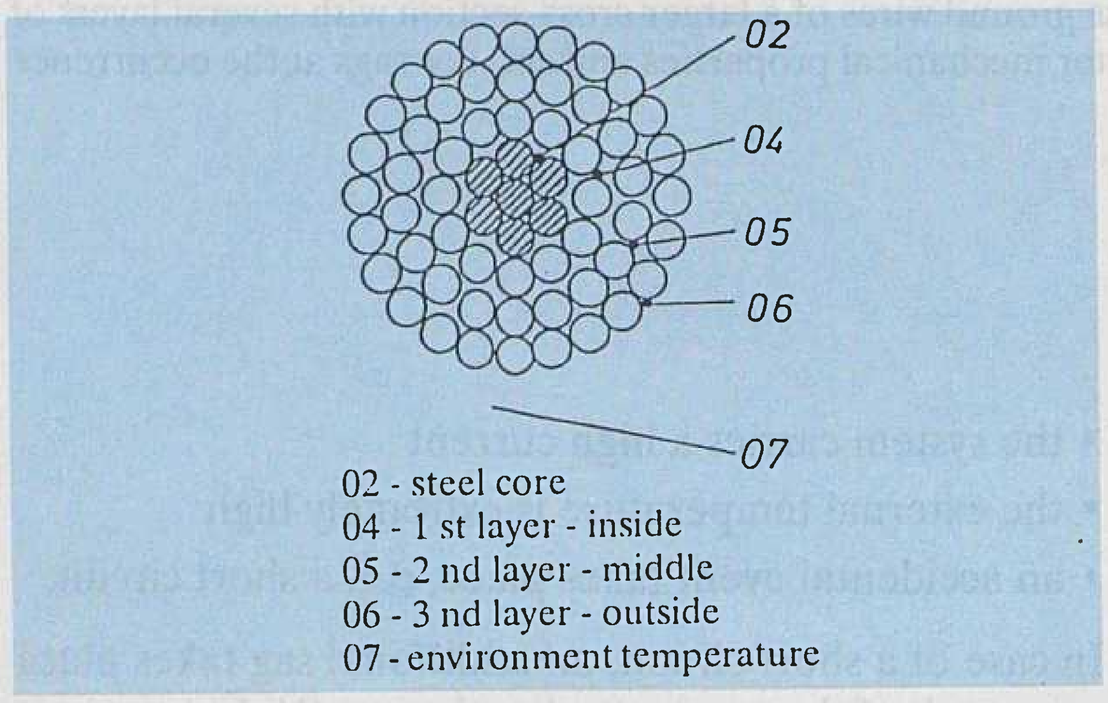


Fig. 2. The arrangement of thermoelements into several layers of conductor

For the purpose of our research we compressed tension clamps on the ends of 2.5 m long conductors. Such conductors were erected horizontally after having been correspondingly prestressed for 5 hours each in order to assure the wire forming according to Table 1. All the short-circuit tests were made with the 50 Hz frequency under the initial EDS 19% mechanical stressing which corresponds to average stressing conditions of overhead transmission lines[1].

Table 1. Data about conductor mechanical parameters within the research made under short circuits

Conductor	Prestress		EDS 19% initial state	
	F_p kN	σ_p [N/mm²]	F_{EDS} kN	σ_{EDS} N/mm²
ACSR 490/65	50	90.3	29.05	52.30
AAC 500	30	60.7	14.47	29.34
AACSR 240/55	45	151.2	23.93	80.41
AACSR 120/70	40	206.9	20.77	107.46

The research into mechanical properties made on stranded ACSR, AAC and AACSR conductors under short-circuit conditions, manufactured according to the DIN standards, showed that under the same short-circuit current the relative elongation of monometallic all aluminium conductors, i.e. AAC 500 conductors, was considerably greater as compared to combined (bimetallic) conductors of approximately the same cross-section, i.e. ACSR 490/65 conductors. In AACSR 240/55 and AACSR 120/70 ground wires, the relative elongation was at a lower short-circuit current and shorter exposure times approximately the same. Due to a higher heating level the relative elongation was at a greater short-circuit current and longer duration time considerably greater at weaker ground wires, e. g. the AACSR 120/70 ones, as compared to the stronger AACSR 240/55 wires.

Figures 3-6 show the remaining tensile force and increase in the relative elongation at given stressing conditions (see Table 1) as a function of short-circuit currents for selected conductors and ground wires, Figure 7 shows the change into the sag for each one as a function of the short circuit. Sags were calculated on the basis of the obtained elongations at various short-circuit durations of 1000 ms for a particular hypothetical span of 400 m at EDS 19%.

More about the thermal research into overhead line conductors see [2], low-loss three layer ACSR 680/85 conductor see [3, 4], and low-loss designs of Grackle ACSR conductor see [5].

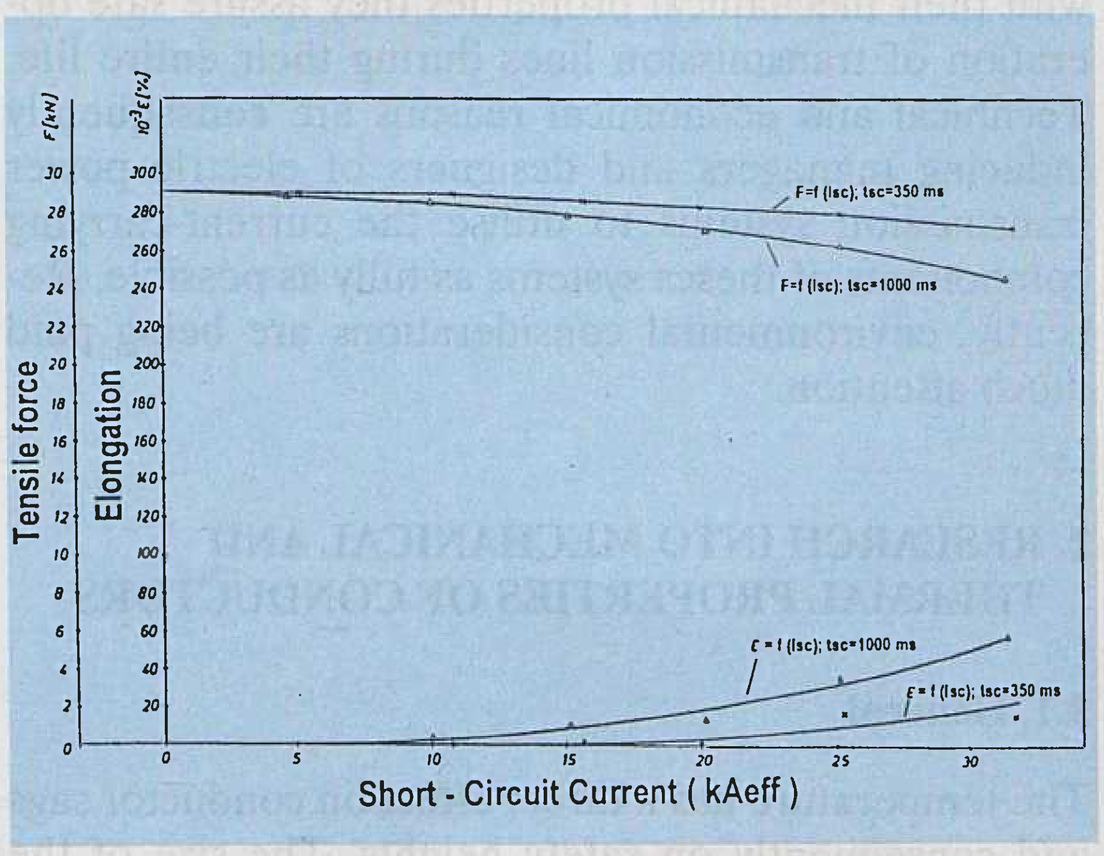


Fig. 3. Variation of the tensile force and the percentage elongation of ACSR 490/65 conductor as a function of the short-circuit current and short-circuit durations t_{sc}=350 ms and 1000 ms at EDS 19% (F_{EDS}=29.05 kN, σ_{EDS}=52.30 N/mm²)

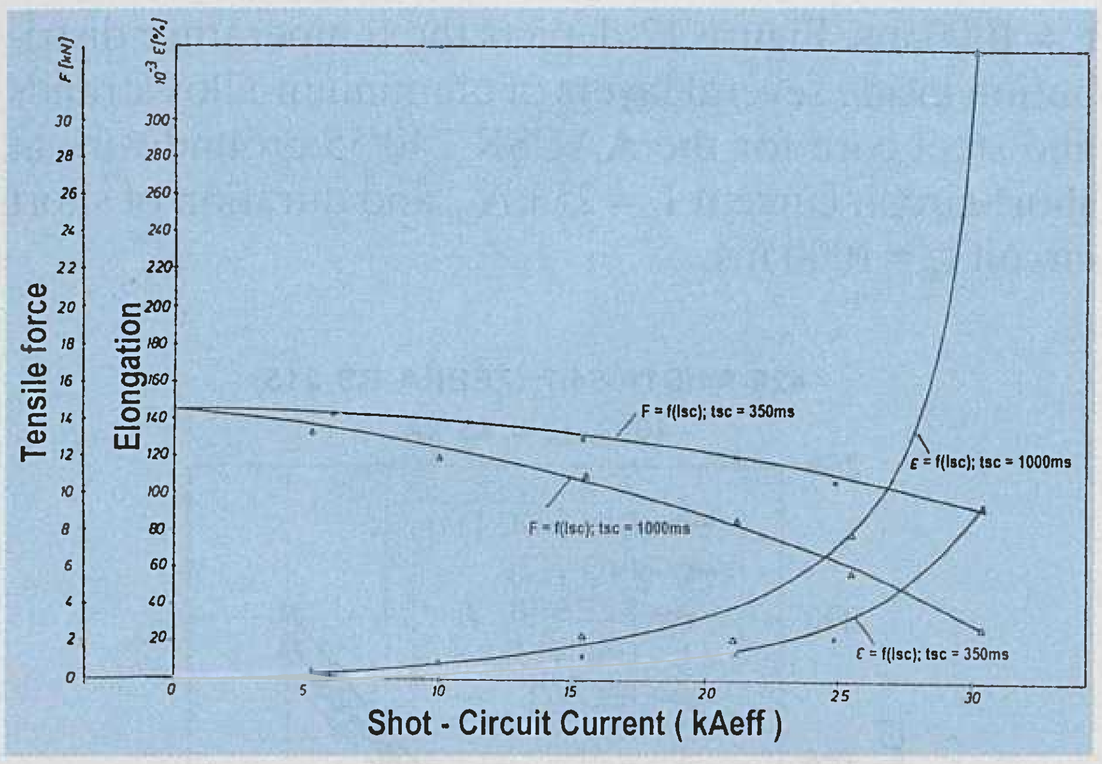


Fig. 4. Variation of the tensile force and percentage elongation of AAC 500 conductor as a function of the short-circuit current and short-circuit durations t_{sc}=350 ms and 1000 ms at EDS 19% (F_{EDS}=14.47 kN, σ_{EDS}=29.34 N/mm^2)

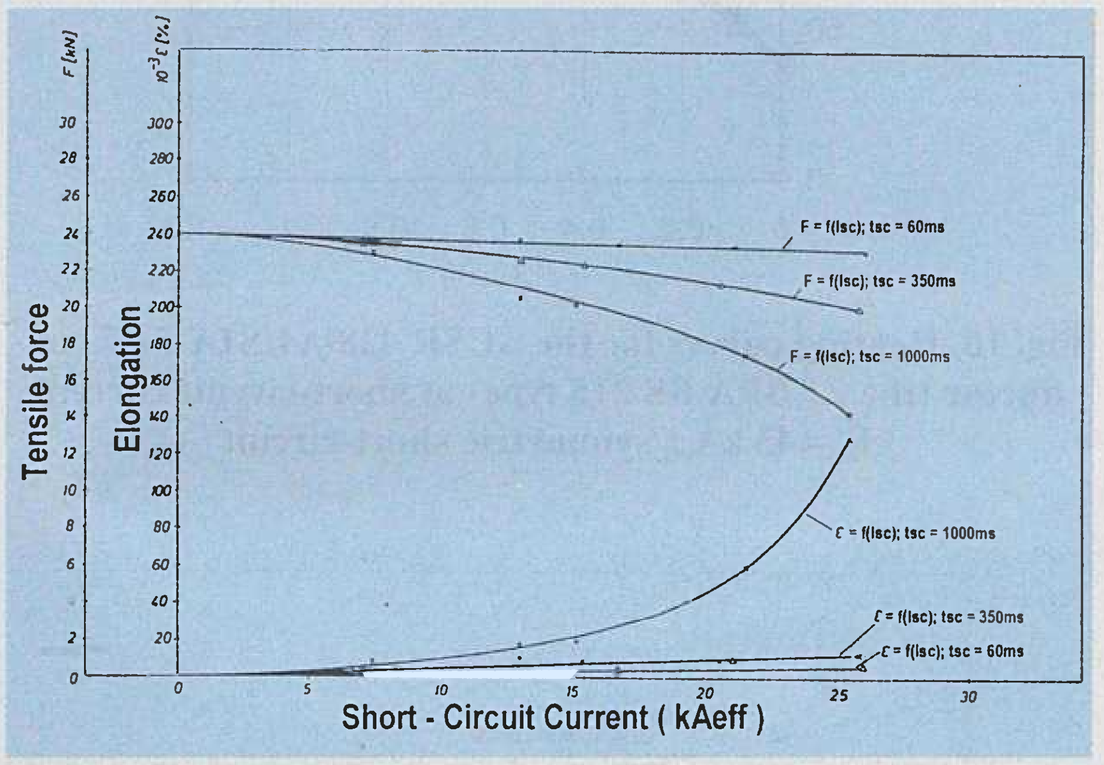


Fig. 5. Variation of the tensile force and percentage elongation of AACSR 240/55 ground wire as a function of the short-circuit current and short-circuit durations t_{sc}=60 ms, 350 ms and 1000 ms at EDS 19% (F_{EDS}=23.93 kN, σ_{EDS}=80.41 N/mm^2)

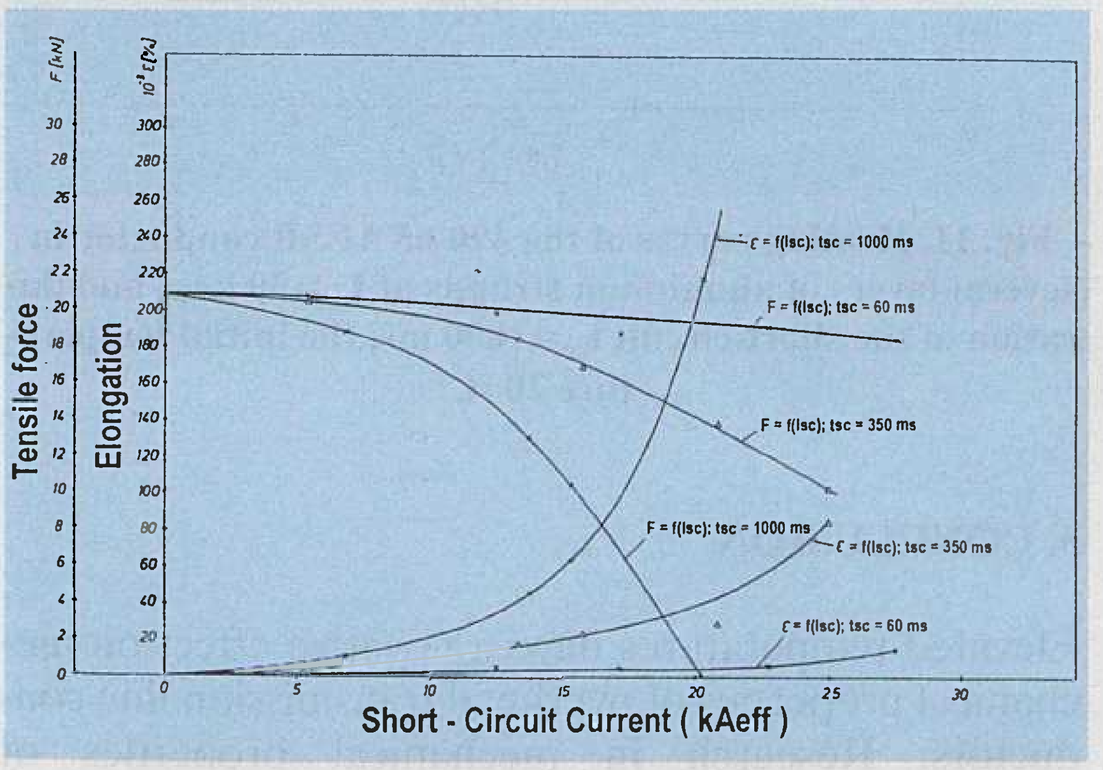


Fig. 6. Variation of the tensile force and percentage elongation of the AACSR 120/70 ground wire as a function of the short-circuit current and short-circuit durations t_{sc}= 60 ms, 350 ms and 1000 ms at EDS 19% (F_{EDS}=20.77 kN, σ_{EDS}=107.46 N/mm^2)

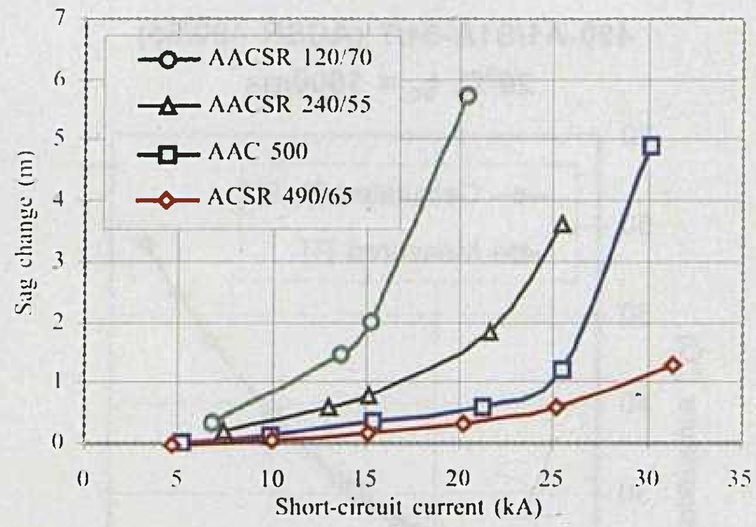


Fig. 7. Change in the sag for an average span of 400 m at EDS 19% of various conductors

2.3. Research in the conductor heating up at short circuits

At short circuits, conductors or ground wires are thermally additionally stressed. It is very important to know in what thermal state the conductor is in the moment of the short-circuit occurrence (the initial temperature in the steady-state condition).

There is quite a number of various approaches available for the determination of the overtemperature that the conductor attains at the occurrence of the short-circuit current. When we deal with the adiabatic heating up, we assume that all the generated heat results in the temperature rise. The heat outlet during the time of the short-circuit duration is neglected and specific electric resistance, specific conductor mass, specific conductor heat at constant pressure are considered as being independent on the temperature [6]. It should herewith be noted that the IEC 949 standard[7] specifies that the non-adiabatic heating of the conductor (the dynamic model) should be observed at the consideration of the effect of the cooling down despite the short duration of the heating up process during the short circuit. Such approach is by all means suitable to be used at greater current densities and longer durations of the short circuit (350 ms $\leq t_{sc} \leq$ 1000 ms). In case of lower current densities and shorter durations of the short circuit (100 ms $\leq t_{sc} \leq$ 350 ms), the adiabatic approach is found to be more suitable.

Figure 8 presents the measured temperature [1] and calculation [8, 9] under the short-circuit condition (the adiabatic stage without the DC component) of ACSR 490/65 conductor at 20 °C of the initial temperature and the short-circuit duration t_{sc}=1000 ms.

Figure 9 shows heating curves of the AACSR 240/55 ground wire at various short-circuit currents at the initial temperature 20 °C and short-circuit duration time t_{sc}=350 ms. The observed samples of the ACSR 490/65 conductor and AACSR 240/55 ground wire were taken from a 400 kV line of the power transmission system of Slovenia and were laboratory investigated in 1976 within [10] and in 1992 within [1], respectively. The ground wire was made of the AlMg1E aluminium-alloy that is mechanically similar to the "6201" aluminium-alloy.

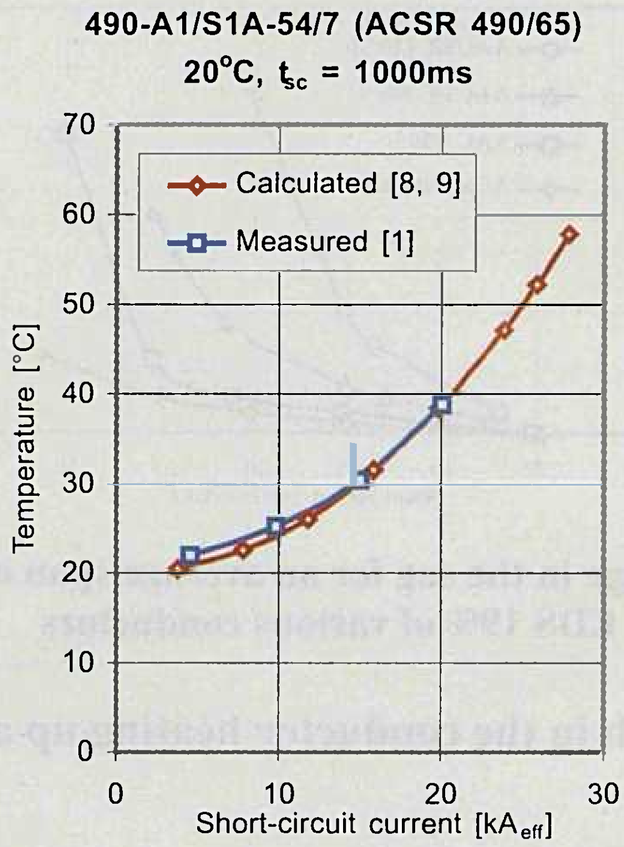


Fig. 8. Heating curve of the ACSR 490/65 conductor as a function of the short-circuit current at t_{sc}=1000 ms, the initial temperature 20 °C

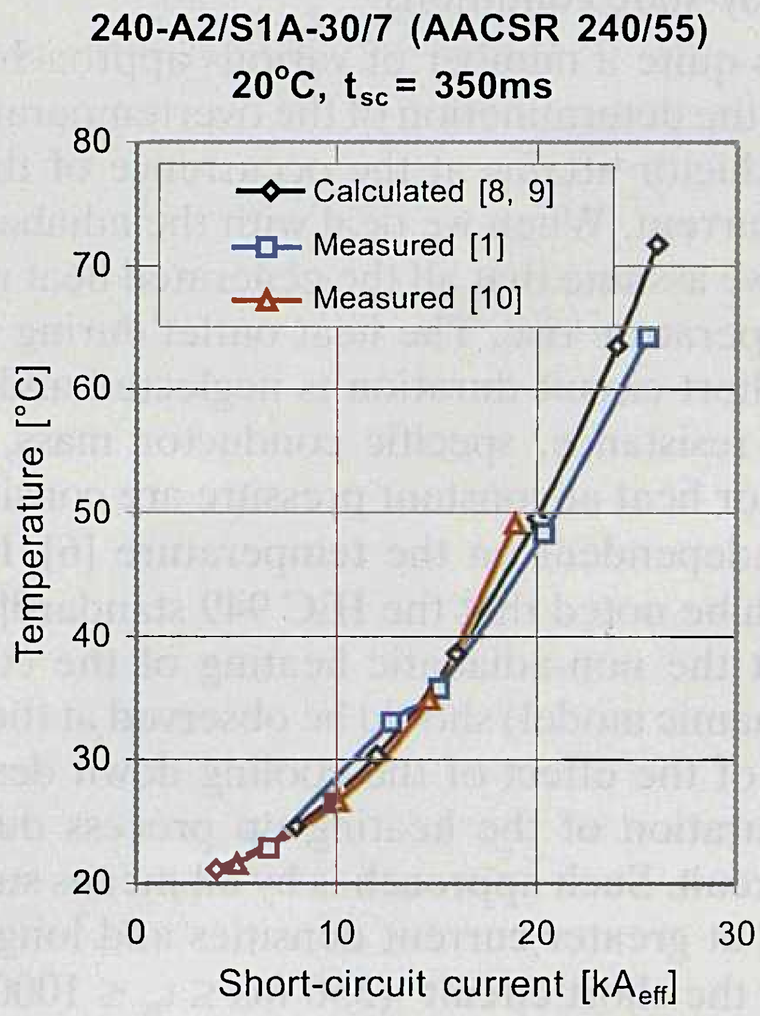


Fig. 9. Heating curves of the AACSR 240/55 ground wire as a function of the short-circuit current at t_{sc}=350 ms, the initial temperature 20 °C

Figure 10 shows comparative heating curves calculated according to various methodologies for the ACSR 428-A1/S1A-54/7 conductor (the ZEBRA BS 215 type) at short-circuit current I_{sc}=43 kA_{eff} as a function of the short-circuit duration $0 \le t_{sc} \le 1000$ ms at the initial temperature 40 ^{0}C. The above curves of heating or the occurrence of the overtemperature apply for the symmetric short circuit with no DC component.

The above comparative calculations were done by CIGRE Working Group WG 22.12 Electrical Aspects of Overhead Lines in 1996 and 1997, respectively [8, 9].

Figure 11 is an account of the temperature distribution inside several layers of aluminium strands and steel core of the ACSR 490/65 conductor at short-circuit current I_{sc}=30 kA_{eff} and duration of the short-circuit t_{sc}=1000 ms. Figure 12 depicts the temperature distribution inside several layers of aluminium-alloy strands and steel core for the AACSR 240/55 ground wire at short-circuit current I_{sc}=25 kA_{eff} and duration of short circuit t_{sc}=1000 ms.

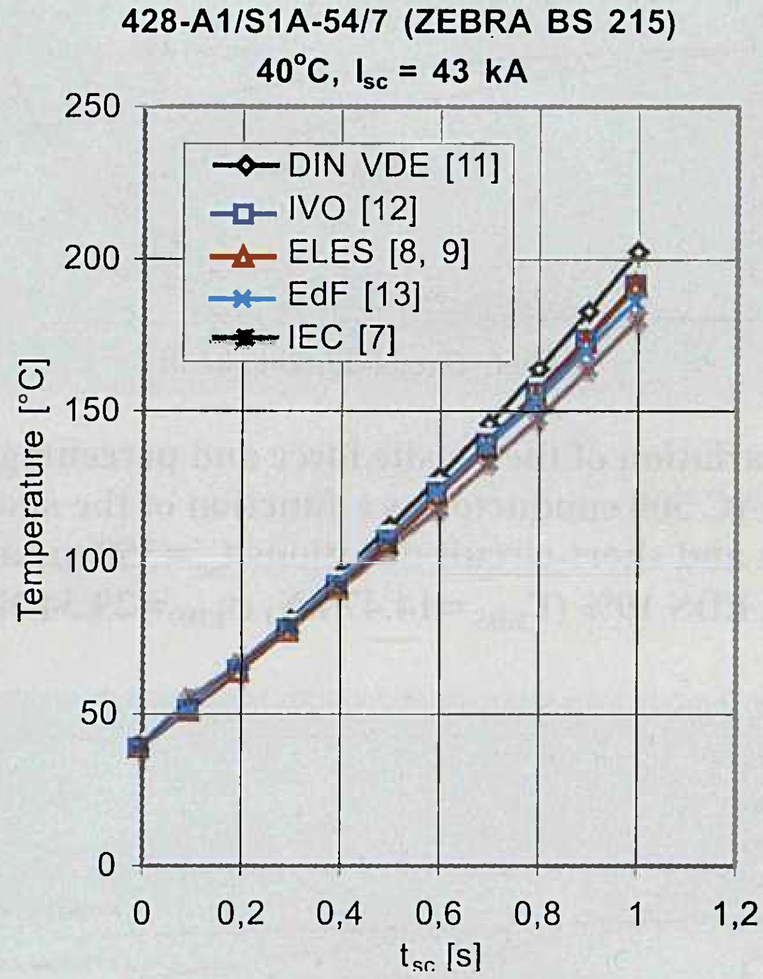


Fig. 10. Heating curves for the ACSR 428-A1/S1A-54/7 conductor (the ZEBRA BS 215 type) at short-circuit current I_{sc}=43 kA_{eff} symmetric short-circuit

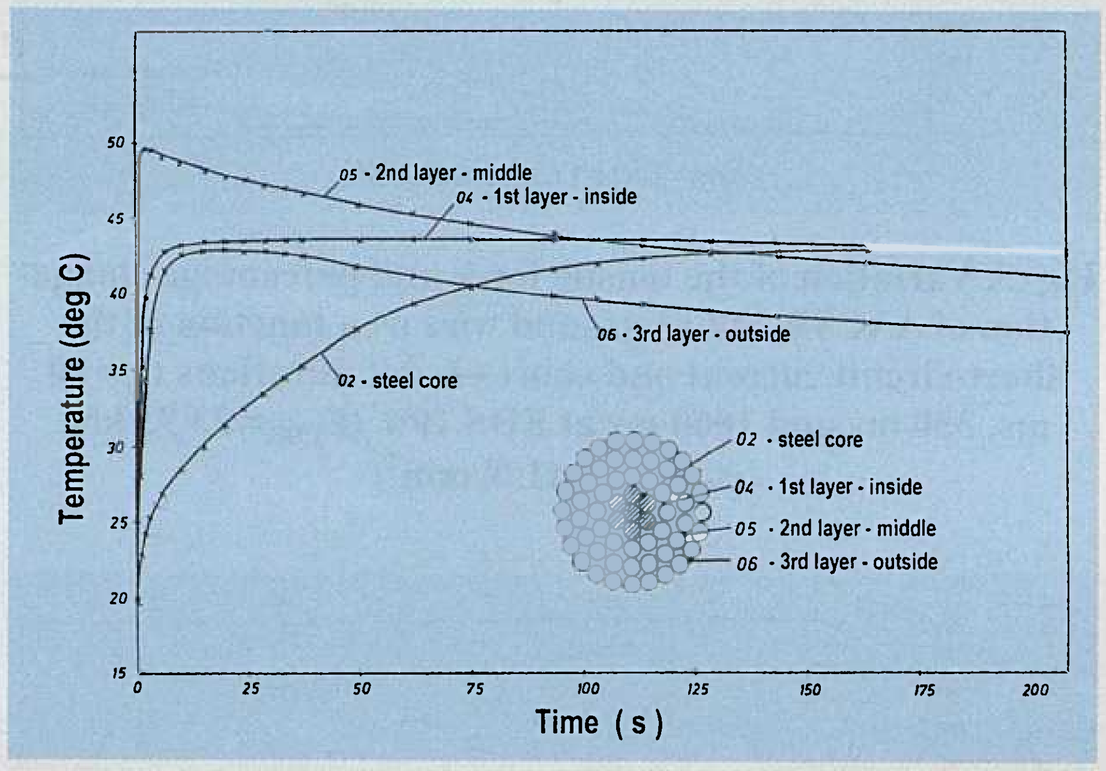


Fig. 11. Heating curves of the 490/65 ACSR conductor in several layers of aluminium strands at I_{sc}=30 kA_{eff} and duration of the short-circuit t_{sc}=1000 ms, the initial temperature 20 °C

3. CONCLUSION

Elevated temperatures have a negative effect on mechanical properties of overhead transmission line conductors. Research in mechanical properties of stranded conductors under the unsteady-state condition at elevated temperatures shows that combined (bimetallic) conductors are in the mechanical sense more suitable than the monometallic all aluminium or aluminium-alloy ones of the same cross-section. As far

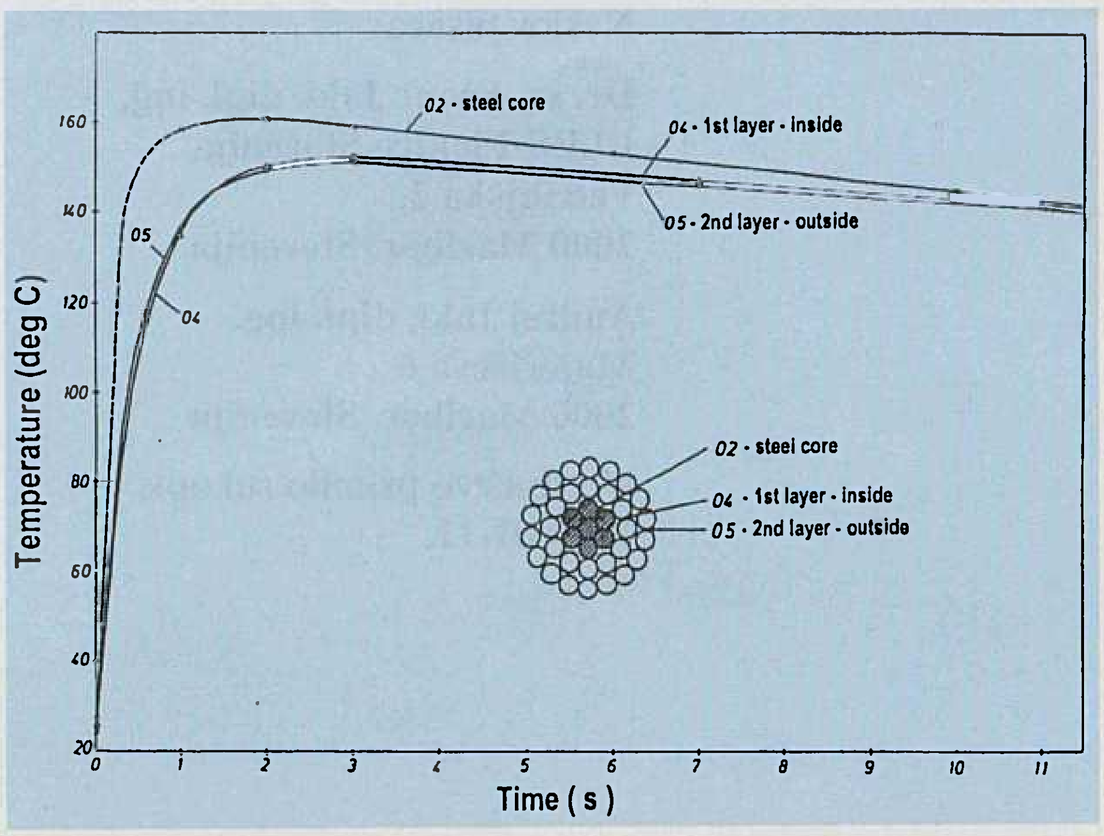


Fig. 12. Heating curves of the AACSR 240/55 ground wire in several layers of aluminium-alloy strands at I_{sc}=25 kA_{eff} and duration of the short-circuit t_{sc}=1000 ms, the initial temperature 25 °C

as ground wires are concerned, the research brought us to the conclusion that mechanical properties of ground wires with several layers of aluminium-alloy strands are much better and their sags are smaller than weaker ground wires which have but one aluminium-alloy strand. The research done in thermal properties of conductors and ground wires gave similar results. The research in thermal properties of observed conductor samples based on heating under short-circuit conditions showed good agreement with the calculated values (see Figs. 8 and 9). When there are serious failures on lines at large short-circuit currents, conductor sags can be quite considerable as a result of the fact that monometallic all aluminium conductors are much more sensitive than the bimetallic conductors with approximately the same cross-section.

REFERENCES

[1] F. JAKL: "Issues of Bare Conductors and Ground Wires for Overhead Lines". *Ph. D. Thesis*, Faculty of Electrical Engineering, Computer Sciences and Information Technology, University of Maribor, 1992

[2] V. T. MORGAN: "The Thermal Rating of Overhead Line Conductors", Part II. *Electric Power Systems*, Vol. 6, pp. 287-300, 1983

[3] L. VARGA: "Determination of the Current Distribution and Current Load of Overhead Line Conductors". *Acta Technica Acad. Sci. Hungary*, 105 (1-2), pp. 117-128, 1993

[4] O. GÜNTNER, G. DANYEK: "Computer Aided Design of Optimized Stranded Conductors". *Acta Technica Acad. Sci. Hungary*, 105 (1-2), pp. 19-40, 1993

[5] V. T. MORGAN, Bo ZHANG, R. D. FINDLAY: "Effect of Magnetic Induction in a Steel-Cored Conductor on Current Distribution, Resistance and Power Loss". *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 12, No. 3, July 1997

[6] V. T. MORGAN: "Thermal Behaviour of Electrical Conductors". *RSP-Research Studies Press LTD*, Taunton, Somerset, England, 1991

[7] *IEC 949*: "Calculation of Thermally Permissible Short-Circuit Currents, Taking into Account Non-Adiabatic Heating Effects". First Edition, 1988

[8] F. JAKL, A. JAKL: "Investigations of Temperature Rise of ACSR Conductors and OPWG under Short-Circuit Conditions". *CIGRE (22)96(WG12)11*, Nice/France, August 1996

[9] F. JAKL, A. JAKL: "Effects of Conductor and Ground Wire Heating of Overhead Lines under Short-Circuit Conditions". *ENERGIJA (46)*, No 4, pp. 255-259, Zagreb, 1997

[10] F. JAKL: "Issues of AlMg1/Fe Ground Wires for Overhead Lines". *M. Sc. Thesis E-III/24*, Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana, 1976

[11] *DIN VDE 0103*: "Bemessung von Starkstromanlagen auf mechanische und thermische Kurzschlussfestigkeit", April 1988

[12] *IVO International LTD, Transmission Lines*: "Short-Circuit Current Calculation of Conductors", Vantaa/Finland, 1996

[13] *EdF-Electricite de France, Research and Development Division*, Paris, 1996

TERMIČKE I MEHANIČKE OSOBINE GOLIH VODIČA ZA DALEKOVODE U NESTACIONARNIM USLOVIMA KOD KRATKIH SPOJEVA

U članku daju se rezultati istraživanja termičkih i mehaničkih osobina dalekovodnih vodiča i gromobranskih užeta u nestacionarnim uvjetima kod kratkih spojeva. Rezultati istraživanja odnose se na homogene vodiče iz aluminija i na kombinirane bimetalne vodiče iz aluminij/čelika i aluminijska legura/čelik. Cilj istraživanja bio je utvrđivanje promjena mehaničkih i termičkih osobina takvih vodiča kod povišenih temperatura, što uvjetuje kod dalekovoda na povećanje provjesa vodiča odnosno na smanjenje sigurnosnih visina. Laboratorijska istraživanja potvrdila su, da su sa mehaničkog stajališta u takvim uvjetima bolji kombinirani vodiči u poređenju sa homogenim vodičima jednakih presjeka. Istraživanja isto tako su potvrdila, da su kod struja kratkih spojeva zaštitna užeta sa većim presjekom i većim brojem provodnih slojeva u termičkom i mehaničkom smislu bitno bolja od zaštitnih užeta sa npr. samo jednim provodnim slojem.

THERMISCHE UND MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN BLANKER LEITER FÜR FERNLEITUNGEN IN UNSTÄTIGEN KURZSCHLUSSVERHÄLTNISSEN

Im Artikel werden Ergebnisse der Untersuchungen thermischer und mechanischer Eigenschaften der Leiter für Fernleitungen und der Blitzschutzseile in unstätigen Kurzschlussverhältnissen dargestellt. Diese Ergebnisse

beziehen sich auf homogene Leiter und Bimetal-Leiter Aluminium/Stahl und legiertes Aluminium/Stahl. Ziel der Untersuchungen war die Feststellung der Änderungen mechanischer und thermischer Eigenschaften solcher Leitungen bei erhöhten Temperaturen, welche die Erhöhung des Durchhanges und die Minderung der Sicherheitshöhen hervorrufen.

Naslov pisaca:

Dr. sc. Franc Jakl, dipl. ing.
ELES-Elektro Slovenija
Vetrinjska 2,
2000 Maribor, Slovenija

Andrej Jakl, dipl. ing.
Majeričeva 6
2000 Maribor, Slovenija

Uredništvo primilo rukopis:
1999-01-11.

SENSIBLE OBSERVATIONS ON PRESENT DAY PROTECTION TECHNIQUES

Joseph M o n a g h a n, Ireland

UDK 621.316.9.91:621.315
PROFESSIONAL PAPER

The paper outlines facts and opinions observed over many years working with EHV protection. Standards and specifications need to be more exacting than ever. User-friendliness must be the keyword for all applications. To minimise effort utilities may need to restrict themselves to just two suppliers. Inaccuracies and omissions in relay documentation continues to be a hazard. Relay complexity can be controlled by minimising the exceptions to any specific design suite. Continuously-running numerical devices may occasionally reset, perhaps during a HV incident. The practice of making a type test report a mandatory part of a bid evaluation process does little more than confer a false sense of security.

Key words: CT, Co-ordinated, Distance relay, GIS, Numerical, Protection, TPY, Type test.

1. INTRODUCTION

This paper is a collection of facts and opinions gleaned over many years working in the EHV/HV protection relay field, most recently with numerical technology. It is intentionally written in a slightly provocative manner in an attempt to drive home a few well learned lessons.

The resources available to utilities depend on the utility size and there is a critical mass. Utilities with small order books cannot justify advanced facilities for evaluation of control and protection systems prior to purchase. With reduced construction time scales, commercial pressures, privatisation, and a general downgrading of specialised technical excellence, there is a tendency for companies to want to take more and more on trust, and to just žget on with the job'. To an extent, the days are gone when a problem - or a product - can be examined in depth. Unfortunately, without excellence there is only mediocrity, and a price will eventually have to be paid. The arrival of numerical technology, its hidden layers, the rapid upgrading, and the inability of manufacturers' documentation to keep pace or be accurate, has exacerbated the situation.

With technology rapidly advancing on several fronts, utilities, manufacturers, and consultants are becoming aware of their technical short-comings. There are too few people who really know, and too many younger technologists who have yet to learn. Many will never truly learn because the work pace now only allows a thin veneer of knowledge to be acquired, with no deeper roots. Commercial considerations often preclude a manufacturer sharing information with an end-user. Yet utility engineers want to make judgements based on facts not perceptions. It is an increasing area of conflict.

2. TECHNOLOGY EMPHASIS CHANGE

2.1. Diluting fundamental concepts

Protection engineers of long standing will recall the emphasis that used to be placed on HV network and application aspects of protective relaying, not only in relay instruction manuals but more generally in the technical journals. All this has changed, it would appear that these issues are now solved to everyone's satisfaction. Alternatively and more likely the increasing pace of industry has simply meant that they are swept aside as cost increasing difficult issues that must be side-stepped.

Pick up a numerical relay manual today and instead you will find less than five percent of it devoted to principles, with the bulk of the document describing how to configure and set the vast range of choices. What does this mean? At best it means that the newest generation of utility protection engineers gets lost in the peripheral detail and never gets to understand what it is all about; and the manufacturer's design engineer acquires and retains, but holds within his own company, all the knowledge necessary to create the product. There is a trend in published instruction manuals to equate the essential protection function with the subservient added-value functions, to lose it in the wealth of detail provided for the total device. An instruction manual is a significant means of educating the next

generation of *users* (it can be assumed that outside of the manufacturing sphere there will be fewer protection *experts* working in utilities in the future), and if the emphasis and quality of information passed on is poor, the general appreciation of the subject will suffer. It is in the long term interest of the industry to have periodic debates and challenges between informed experts on both sides. The danger is that the technical expertise in protection matters is beginning to migrate by default to the manufacturers because utility managers are too concerned with žthe bottom line', and manufacturers in turn are quickly diluting the protection concepts by extraneous material which reduces their focus on the essentials. For the intelligent end user there may be too much window dressing and not enough manufacturing expertise or attention to the sine-qua-non items.

Today, protection engineers are forced to concentrate the greater part of their efforts on the numerical management aspect of the product (installing, utilising, and upgrading application software, interfacing, downloading peripheral files, etc.) often to the neglect of an ability to question the fundamental design. These issues are no different for manufacturers and utilities, they are a distraction for both.

2.2. The demise of the protection elementary diagram

With numerical protection, an explicit protection elementary schematic diagram is a thing of the past. Explicit implies meaningful for understanding the scheme, and useful for commissioning and maintenance purposes. Compared with earlier protection technologies which had limited settings and well-defined features which could reasonably be represented in this simplified form if supplemented by a few text notes, the rich selection of choices that must be made when configuring a numerical relay can no longer be accommodated on a traditional elementary or schematic diagram. To understand and specify such schemes and provide the necessary information to commissioning and maintenance personnel, it is necessary therefore to support such drawings with detailed documentary design information. As an example of this procedure for just one 220 kV station with 14 different numerical relay variants from two manufacturers, a 200 page text document had to be created to record the required configuration and setting choices, together with a minimal amount of background explanation. It can be argued that all this information ought to be issued instead as a series of floppy disk files based directly on the various relay interrogation/setting software programs, but as a design office approach the data are too easy to inadvertently modify, and it is more difficult to attach responsibility for legitimate modifications; also there is no mechanism to readily attach necessary explanations, user comments, or corrections to observed mistakes. The configuration document justified above is now regarded as an essential part of the design office procedure for major new stations, and it provides the foundation to develop the wiring schematic diagrams. The general approach taken is to ensure that all questions, issues, and potential conflicts that would arise during production of these drawings have been addressed. The configuration just stops short of providing actual terminal numbers for the recommended associated connections. It must be appreciated that configuring one relatively small numerical relay today is equivalent to determining the schematic wiring requirements for a whole cubicle or panel of the former electro-mechanical or static products.

3. SPECIFICATIONS, STANDARDS, AND TYPE TESTS

3.1. Can the utility specification be delivered?

A good specification cannot strictly be fulfilled. It is important therefore that the specification writer should also be the final judge when the bids come in. Some requirements may need to be relaxed, and no two requirements have equal priority. A judgement žnot in accordance with specification' is based therefore not on any one point (unless it is exceptional), but on a collection of individual factors. A poor specification will provide little safeguard for the utility, since it is merely the lowest common denominator of what is on offer. A good specification is one which gives notice to manufacturers that quality is appreciated, and which encourages them to further develop a product. So while the specification cannot perhaps be fulfilled today, it may be enforceable in two years time if manufacturers regard it as valid and respond positively to it. In respect of the opinions expressed here, protection specifications differ substantially from almost all other utility specifications and resulting evaluation procedures. The remarks apply mostly to utility in-house specifications, and the aspirations cannot be achieved to the same extent with external consultancy projects where a more relaxed approach is necessary with a consequent lowering of standards.

3.2. International standards - apply them wisely

International standards represent a consensus view of the conflicting needs of a large body of manufacturers and users, and rest therefore on important commercial constraints. It can be said that they represent the lowest common denominator of acceptable practice. Only in rare instances will a manufacturer claim that a product exceeds an international specification. Admittedly, a specification will usually contain a series of choices, but it is up to the knowledgeable end user to make the appropriate selection. Without diligence and a high degree of justifiable confidence on the user's part (which the younger engineer may not possess) the of-

fered list may impose an almost moral constraint which may be quite unrealistic. One example would be the overcurrent factor for a CT, where a generalised figure of 20 might be selected as an almost enforced choice whereas 50 may be more appropriate. It may seem that a user can choose any figure that he can technically justify, but there are other factors - such as peer pressure - at play. If a requirement appears to be extreme when judged against the published international norm, a manufacturer may attempt to have it relaxed. This may be an instrument transformer manufacturer who knows his own product but not the wider scene.

A second example might be the specification of the permissible DC supply interruption time for numerical relays. The international standard permits a wide choice from 2 - 200 ms, but there is almost a consensus that 50 ms is reasonable, although a few manufacturers still offer only 10 or 20 ms. It is on aspects such as this - which could have been originally upgraded at little cost - that utilities which specify 50 ms may decide to take a stand. A lower figure may also be interpreted as generally indicative of a poor quality product. A utility which imposes a 50 ms requirement for protection relays may be prepared to accept 20 ms for numerical control equipment; before doing this however it must be assured that the control equipment will not implement any žadded value' protection functions (e.g. circuit breaker failure protection). As stated elsewhere, resetting of a numerical relay may involve a long recovery time.

3.3. Protection type tests and implications

There is no internationally agreed standard for type tests performed in-house by a manufacturer for general circulation to prospective purchasers. Purchasers usually insist on examining type tests but few seem to appreciate the paucity of the information provided. Some will ask for the more important *system test* documentation as well as type tests, but will rarely have the muscle to extract such information from suppliers. One thing is certain: a type test will rarely declare failure to pass any given test. If a manufacturer states that a type test report is not yet available it may be a coded message saying that a pivotal test was unsuccessful. To be serious but slightly provocative at the same time, the important parts of a type test document are the unpublished parts. Examine it against your own check list and you may be surprised to note the most obvious omissions. Unfortunately many of us will only discover such omissions in retrospect, for example when an installed relay exhibits curious behaviour under test and reference to the type test will indicate no counterpart test.

There is a perception that numerical relays may have too many variants and options to allow them to be adequately type tested. With this increasing functional complexity, particular sub-sets of conditions must be chosen for the type tests. Compared with the consumer market the quantities of protection relays is insignificant. Utilities are concerned that new software versions may not be adequately covered by type test requirements. It follows that every reported malfunction in service ought to be intensively investigated, because the very probability of detecting a problem is low. If a trivial situation arises even once - e.g. the LED signals on a numerical relay fail to reset - this fact should be pursued.

4. RELAYS AND APPLICATION SOFTWARE

Numerical technology has a down-side - layers of complexity. With earlier technologies it was only necessary to understand the prime product - the relay - in order to successfully apply it. Most relays had fewer than 100 wired terminals and functionally all were clearly defined. Numerical developments have removed the physical constraint of limited setting ranges (no setting knobs), limited parameter choices, and limited teleprotection scheme choices. Numerical protection comes with complex manuals defining the myriad of choices now possible, and navigating through the various setting and configuration menus is not a task for the faint-hearted. This must all be seen against a backdrop of increasing non-specialisation within the utility and consultancy organisations. But the situation is in fact worse than described here. Advantage can only be taken of numerical technology by ignoring any in-built MMI and communicating from a laptop. This implies proficiency in the application software. Even if Windows based (not to be taken for granted), it will not necessarily be user-friendly. User-friendly implies that the product will not cause frustration, lost time, added costs, and an inability to complete a task within a predefined maintenance outage interval. A protection supplier may therefore meet resistance not because the product itself is intrinsically poor, but because the associated application software is judged to be inferior. A developer's first priority must be the product itself, and only then can the peripherals be upgraded. But the development cost is that of the total package. But utilities and consultants have become painfully aware of two related things. The first is that up to now, technical comparisons based on competitive bids for protection devices have largely tended to concentrate on the product itself, not on the application software. Indeed it seems probable that most specifications written by utilities scarcely mention requirements for interrogation/setting software, because it is more difficult to define what makes such software user friendly. The second thing that utilities have recently learned is that with numerical devices the prime cost of a product is no longer a suitable yardstick for bid comparisons. A manufacturer can limit development costs and remain competitive by prioritising resources to the relay at the expense of the application software; but by doing so the inescapable fact is that real measurable costs are

thereby transferred to the end user. Any utility or consultant that fails to recognise the existence of this cost transfer is in grave danger of making a bad investment decision. This of course is easier said than done.

The convenience of numerical technology means that the complete suite of configuration and setting choices can be made for a particular relay in the utility design office environment, within the application software running on an office PC, long before the relay is delivered. All this data can be transferred to a floppy disk which can eventually be brought to the remote station. However if the relay design concept provides a vast range of optional features and only a slimmed-down list of basic features, then depending on the structure of the application software it may be less easy to create such files in the design office. Instead it may be necessary to allow the application software interrogate an actual delivered and energised relay. This is not a great imposition for large orders, or repeat orders but it has certain nuisance, delaying, and cost-increasing implications for the first group of purchases. Recognising too that the technology is constantly changing it does have an on-going effect.

In the mass consumer market for computer equipment the technology has moved to plug-and-play designs, and there is a huge demand for simplification and user-friendliness. In the protection and control area, considering the overall combination of systems and their configuration/setting software, the designs that will succeed long term are those that make life easier for the hard-pressed multi-skilled non-specialist utility technologist. The converse of plug-and-play is a system that is so complicated that it would almost need an expert system to handle it.

The complexity of relays and related interrogation/setting software is such that many users would prefer to standardise on one supplier. However, an effective duplicate protection policy practically makes it imperative to have two suppliers, except in a transitional phase where one protection may be numerical and an older one may be static. The need for two suppliers is actually a great imposition on the end user.

Some relay interrogation/setting systems are based on the Windows 3.1 Terminal communication package. With these systems care is needed since there may be no automatic rejection of a chosen setting that is inadvertently out of bounds.

5. THE CATASTROPHE OF EXCEPTIONS

5.1. Design consistency

What a utility design office needs most is consistency across a product range. If the utility has come to expect a certain feature from a given manufacturer, he will take it for granted that it exists on all relays and may react negatively if it turns out otherwise. It may be nothing more than the availability of phase-selective alarm signal contacts to identify the faulted phases. He may have initially evaluated a particular feeder differential relay, and recognising that phase identification was standard he might have assumed that the same rule would hold for distance protection. It does not necessarily follow. You have to check. But it costs money to check everything thoroughly. Some manufacturers are better than others in this regard, and exhibit fewer last minute application surprises.

Or it may be that a utility, in purchasing a distance relay may decide that no case can be made for installing optional single-pole tripping because the installed 110 kV circuit breakers do not support that facility. A simplified tripping logic is then delivered. But later for the same network they order a differential relay from the same family; they still have no need for single-pole tripping but now find that it is standard. The consequence from the application and configuration aspect is that the tripping logic now differs substantially in both relays, and the original configuration needs to be re-worked, leading to higher application costs. There are other implications also: when a product range has an uneven texture, and when product development is continuous and on-going, neither the utility nor the manufacturer can be certain what variant was delivered without extensive checking, and time pressures are now such that wrong information can be exchanged greatly exacerbating any application uncertainties.

If a product works why upgrade it runs the old adage. It cannot therefore be assumed that an apparently consistent range of co-ordinated control and protection products truly share the same concept. There may be a superficial similarity engineered for marketing purposes. The difficulty is that such differences may not always be flagged by the supplier, and the promotional documentation may lead one to believe for example that the complete scheme is based on fibre optic communications between bays and central unit. In reality it may turn out that some serial links are based on copper cable. It is not that this is necessarily inferior when properly engineered but it is at variance with the established fibre optic norm; and if manufacturers wish to extol the virtues of fibre optic communication for co-ordinated control and protection then they should put such an internal inconsistency on record if only to defuse comment, or better to establish their longer term design strategy. Prospective purchasers are entitled to know about such non-uniformity if the documentation implies otherwise, and this should not depend on the ability of the purchaser to phrase the right question.

These matters become particularly important where a manufacturer wishes to develop new markets where his products are not already well known. It follows that if a manufacturer critically evaluates only the back-reports from his established client base he will fail to recognise this situation. Before committing resources to improve

a product, the manufacturer must have the insight to distinguish between the legitimate concerns of potential users who may genuinely wish to purchase an upgraded product, and the wider reservations of those who have no such intention. When it gets down to the level of detail discussed here - technical short-comings that will not be evident until a design application has progressed - it may be assumed that the utility is interested.

Standardisation is the keyword in relay design where a family of products is available. A properly thought-out design strategy will seek to minimise the exceptions that must be remembered by application engineers - exceptions are a catastrophe for infrequent users. For example, if a specific test switch contact performs a given function for nine relays in a family then it ought to do just that and no more for the tenth relay in that family. This way there are no surprises for the application engineers. If, in the real world, this ideal cannot be achieved then the exception must be adequately documented.

5.2. Design differences between protection manufacturers

For a variety of reasons it is improbable that a utility will purchase protection from just one manufacturer, but as implied elsewhere he may insist on restricting purchases to just two suppliers. Thus, he may buy distance relays from two sources or he may purchase distance protection from one and complex schemes like buszone protection from another. Whichever way, a utility with a long history of purchasing specific devices from one manufacturer will take certain features for granted. As markets open up, this can be a mistake. No two manufacturers will approach a design in exactly the same way at the detailed application level. Vigilance is needed to spot the differences. It is not that one is right and one is wrong but rather that if a difference is not noted by the end user a wrong inference can be drawn. This will often rebound expensively at the commissioning stage. If the žestablished' distance relay for example can easily reverse current polarity for main CTs that happen to be starred on the wrong side, then a problem may arise on site if the žnew' relay cannot do likewise.

The differences can be minor and yet important to recognise. If one manufacturer designs a quadrilateral distance relay with the R-direction setting reach calibrated for loop impedance, and another supplier utilises positive sequence impedance, then where duplicate protection is applied it would be incorrect to utilise numerically identical R-direction settings in Ohms on both relays. A case can be made for publishing relay characteristics in terms of positive-sequence R - X diagrams, in addition to loop impedance diagrams. Again, if one distance relay manufacturer provides phase-selective alarm signals derived from a far-reaching starting zone, and another design derives them from a restricted-reach phase-selection circuit covering just the protected feeder, then they will react differently to an external fault.

Earth fault compensation is a standard distance relay design feature. It ensures that a fault is seen the same distance away regardless of the fault type on the assumption that fault resistance is zero. It applies only to earth faults, and the objective is to measure the positive sequence fault impedance rather than the higher loop impedance value. This compensation of V/I can be achieved either by appropriately increasing the current or by reducing the voltage. The two methods are identical provided the basic assumption is satisfied - zero fault resistance. However, when fault resistance is non-zero there is a significant difference between the approaches. Manufacturers' documentation which treats both methods as interchangeable gives rise to a problem in correctly interpreting the published relay R - X diagram. The difference occurs in the calibration of the fault resistance locus that can be over-plotted on a relay's R - X diagram, which in turn defines what the relay reach in the R-direction physically means in terms of Volts and Amps under system fault conditions. Furthermore it is believed here that the žvoltage reduction' method complicates the blinder line position in the R - X direction more than the žcurrent increase' method.

With full scheme distance relays it can generally be anticipated that the phase-earth loop measurements are only released if zero sequence current is detected. Yet even here occasional exceptions will be found to this elementary rule. It can be instructive therefore when evaluating an unfamiliar design to enumerate the uses to which residual current is put, but here again a useful žpaper' analysis is only possible if the documentation is accurate and complete. This cannot be taken for granted.

Differences between manufacturers exist not just in the application implementation, but also in the hardware design. In making a relative but subjective technical comparison of offerings, utilities will grasp at what they can more easily assess. Some will want state-of-the-art devices to minimise future obsolescence, more conservative ones will insist on tried and tested technology. Some distance relays will have several DSPs, others will have only one more powerful DSP, while yet more will have no DSP at all. Many will have Flash EPROMs which inter alia permit upgraded software to be conveniently downloaded at a later date. Aspects such as these, when related to other factors may help give the purchaser some feeling for the sophistication or relative žstatus' and žmobility' of a design. It can be assumed that all designs are progressing onwards in complexity as more powerful processors become available and as more resources are committed to development, but all are not in step. One thing is certain - and this is an obstacle that observant marketing managers will note - it is practically impossible for a technology-driven utility to willingly revert to a less sophisticated

product unless the savings are substantial. So a utility which has installed distance relays utilising 40 samples/cycle will have serious intellectual difficulties reverting to a 16 sample/cycle product. And differential relays with the remarkably low rate of 8 samples/cycle will still be found in manufacturers' 1998 catalogues.

5.3. Trade Description Act - or caveat emptor?

If a manufacturer makes a claim, publishes a relay feature, or claims an innovation the purchaser should expect nothing less. However, rapid technological change creates the particular problem for manufacturers that documentation may be out of phase with the product release - not in a hugely fundamental way, but in areas of detail that can give rise to considerable misunderstanding. It may be that a development has been delayed, or that implementation difficulties have arisen, but the paperwork has already been issued. The most notable example would be the recently released protocol IEC 60870-5-103 which traditionally several vendors claimed to implement but which few have strictly actually delivered.

Likewise if a relay characteristic is presented and described by a manufacturer, there should be no question but that the characteristic can be proved by test. The documentation should explicitly declare the relay characteristic and its exact meaning, not just in impedance terms but also in terms of well-defined test voltages and currents. With the commercial and marketing emphasis changing towards what added features might help to sell a distance relay, the prime task can perhaps be overlooked by a new breed of software developers.

6. THE NUMERICAL ENVIRONMENT

6.1. Sharing resources

Numerical technology is still in its infancy. Processors, though powerful, have limited capacity and several examples will be found where a relay cannot simultaneously process all its declared functions. In such a case the manufacturer will prioritise the tasks. When many functions are packed into one device it can happen that the maximum available quantity of inputs or outputs falls far short of requirements. By the time utilities recognise such bottlenecks they may already have committed resources to a project, with resulting delays and frustration. A protection device for example may have a distance function and a sensitive directional comparison earth fault function, but starting of the former may render the latter inoperative. Situations can be envisaged where the more appropriate protection cannot act quickly. Again, to be truly sensitive, earth fault protection will need to respond at quite low values of residual current and voltage. But if distance and earth fault functions are combined into one numerical device, this unit will be optimised for its principal function and may well be sub-optimal for earth fault protection - for example, the residual current sensitivity may decrease as the fault current rises.

Some designs may be more tight that others. Because a manufacturer has managed to integrate a breaker failure protection function into several relays does not mean that he has succeeded in doing this for all relays in that equipment generation. There may be one or two relays that lack the processing capacity. Failure to note such an exception in advance may delay or complicate a project.

6.2. Full scheme distance relays - does the numerical concept add up?

The phrase žfull scheme totally non-switched' is a largely dated concept used here to describe a relay which computes the six impedance loops separately and simultaneously for each zone; so a five zone relay would perform 30 simultaneous computations. It would of course also perform several more additional simultaneous computations to cover directional measurements and power swing blocking. The full scheme concept is a carry-over from static relay designs where it was highly significant because it implied hardware redundancy; but this is not the case with numerical relays. At the other end of the scale relays can be constructed which compute only six impedance loops, although in practice this may increase somewhat because algorithms may differ slightly between two categories of zone measurement. The point is that the number of simultaneous computations - while it may impose a heavy computing burden - it is not necessarily a key application parameter. Solving an algorithm once will provide the R and X values of the fault, and it would seem to be almost as easy to compare these results against five sets of limiting conditions - one for each zone - as one. With totally independent zone computations, benefits will arise for example on complex mutually coupled feeders where algorithms with slightly different parameters can be set for the different zones. On the other hand, if the setting flexibility offered by such a refinement is not exercised then it may confer no advantage to run the same algorithm four or five times with the same data samples to get the same result. For the user, the caution is to remember the diminished status conferred by full scheme relays in the numerical context.

6.3. Tracking the revisions

With numerical protection it is of the utmost interest to users to know why each particular minor and major upgrade was introduced. Only then can judgement be exercised with regard to the advisability of retrospective upgrading on site. Such information should be specific and detailed. It increases confidence between manufacturer and user, and circumvents the traditional ap-

proach where a defect was seldom admitted before the user experienced it first hand.

The non-transparency of version numbers is a minefield for the unwary. Simplistic considerations might suggest an orderly progression of numerical relay version numbers, with the highest number indicating the latest release. Unfortunately this is not always the case partly because releases take place in several language versions which cannot always be retained in step. Additionally manufacturers may be persuaded by utilities to support two streams of any given relay with different version numbers. Again, for consistency of texture across an established product range, a new relay might be introduced as Version 2 where a Version 1 never existed. Further confusion may arise where a relay and its interrogation/setting software differ in version number, and more so when the application software consists of several modules all with independent versions. With co-ordinated control systems there will frequently be a divergence between a bay computer firmware version number and the station computer firmware version. The user cannot therefore make reliable assumptions but must seek guidance, preferably by means of a table. From the users viewpoint it can almost be argued that this lack of transparency and traceability - amounting at times to utter confusion - is in conflict with the spirit of quality assurance procedures.

6.4. Quality of documentation

With numerical relays the quality of the technical documentation is of the utmost importance to the user. If a feature exists in a relay that is not described in the document it will frustrate the best efforts of the utility's application engineers to create a satisfactory relaying scheme. If this were to be pursued by an awkward utility in the event of damage, it could lead to interesting litigation. More usually the conflict will be identified by competent commissioning staff but in many cases this is unacceptably late in the project timescale. As an example, if a numerical feeder protection scheme has a separate stand-alone transfer trip input/output facility then the utility may decide to apply this to transfer a transformer Buchholz trip to a remote breaker. But it may not be evident from the documentation that the transfer trip gets interrupted when the main relay function is switched to the test position. So clarity and completeness of documentation is all important for correct application; there is no alternative, unlike the former technologies which could be exactly represented on schematic diagrams, leaving nothing to chance.

7. CHINK IN THE ARMOUR - WHEN THE MUSIC STOPS

A numerical relay can only function if its algorithm is running - interrupt the algorithm and there will be no protection. If that interruption is coincident with a HV short-circuit there will be no fault clearance by that relay. In this regard numerical designs are quite unlike all the traditional relaying technologies. The algorithm runs on processor hardware operating at voltage levels of only 3 - 5 Volts and at frequencies typically in the order of 20 MHz. The lower the voltage and the higher the frequency the greater the susceptibility to EMI. The hardware is located in the extremely harsh electro-magnetic environment of an EHV/HV substation. Invariably a watch-dog timer will attempt to restart a processor that has fallen out of step. The duration of non-availability during this restart will vary from several seconds to one minute depending inter alia on the thoroughness of self-checking for a hot restart. Regardless of the precise value, if the watchdog intervenes during a HV fault it is certain that relay recovery will be too late to clear the HV fault. While relay failure will not ordinarily coincide with a HV fault, the ability to rapidly restart (e.g. within a few seconds) is nevertheless advantageous during prolonged weather-related HV incidents.

What is the likelihood of such an event sequence? Probably insignificant if all standard precautions can be taken, but one such incident did occur in 1997. This was on the 110 kV side of a mid-1960s 220/110 kV station where all the original 220 kV and 110 kV electromechanical distance protection relays had been replaced by numerical types and where the unscreened control cable had been upgraded to the screened variety on 220 kV but not on 110 kV circuits. A single lightning strike caused three separate but simultaneous 110 kV single-phase flash-oversee to earth - involving all three phases - on line voltage transformer arcing horns located within the station compound, but outside the buszone protection zone, and involving three separate feeders. One of three numerical relays failed to trip for the above reason. Fortunately, most numerical relays leave an audit trail that enables a processor restart attempt to be internally logged. This relay logged one such restart and was found to be operative when inspected.

The refurbishment situation as outlined above can arise in practice where it becomes imperative to quickly replace unreliable older relays, and where there may be an ultimate plan to refurbish the total station by a co-ordinated control and protection system. In these circumstances the cost, disruption, and circuit outage implications of upgrading *the total station* to screened control cable during the relay replacement program can be difficult to justify. In fairness, protection experts will advise that if total replacement is not feasible a minimum amount of screened control cable should nevertheless be installed, namely on CT and VT circuits, and where possible on some battery and tripping circuits, but this was not convenient at the 110 kV level in this instance.

One other incident involving an apparently totally unresponsive numerical distance relay occurred in Febru-

ary 1998 during secondary injection relay commissioning tests on a 220 kV line, and the failure-to-trip condition lasted for a protracted time (15 minutes), only disappearing when the device was re-booted. The relay had the industry standard level of in-built supervision but did not report a failure. The possibility of an intricate test procedure causing a credible fuse failure blocking - exacerbated by a non-fatal MMI defect - has not yet been ruled out. The failure could not be replicated on site after manual re-booting. Any regular PC user will have experienced similar system failures, but few might have anticipated that conflicts would arise in protection relays.

The two incidents discussed here - involving different manufacturers - are especially interesting because they illustrate one case of a relay automatically recovering its functionality (albeit too late), and one case of a suspected permanently-hung relay. The corollary is clear - unless there are other factors to consider, never duplicate a relay by means of a similar product. Both incidents are still under investigation.

Numerical relays come with extensive self-supervision. Depending on severity, competent relay designs classify the resulting intervention into relay trip-blocking action or simple alarm reporting. But conditions that are programmed to generate a processor re-start cannot distinguish between minor and major incidents - in this context žmajor' would for example refer to processing the main protection function while žminor' would relate to processing non-critical supplementary functions. Consequently a processing conflict arising during a background task operation, or arising during a HV short-circuit but in a software routine subsidiary to the protection function, may render the protection ineffective for an extended time, incomparably longer than the original žglitch'. It raises the question as to how much supplementary-task processing and intelligence ought to be concentrated into a device whose prime function is protection.

8. GAS INSULATED SWITCHGEAR (GIS) - IMPLICATIONS OF STANDARDISATION

As stated in Section 4, there are cogent reasons why a utility may wish to standardise on two and only two families of numerical protection. Often for historical reasons a manufacturer may have several disparate product lines and for price or technological reasons only one of these may have been chosen for standardisation by a utility. The utility now invites tenders for GIS switchgear which almost certainly now implies a compatible control system with a relaying option. Because GIS suppliers wish to optimise their own design situation, they will usually offer a restricted choice of control and protection devices rather than the corporate company's full arsenal of material. If now as part of a co-ordinated control system they offer a protection system that differs from the utility's preferred standards, the prospect of success will be lower because the utility may not countenance the introduction of a third protection standard. Yet the protection and control may represent only a moderate proportion of the total cost. To an extent, this situation will sort itself out in time as more suppliers implement the IEC 60870-5-103 protocol - the limited but only rational universal vehicle at present.

A GIS design - whether compact or not - restricts the space for CT cores, but the capacity of competing designs differs significantly. A utility will have a standard for protection class cores expressed perhaps as 5P50 30VA 1 A reflecting what it regards as necessary. It does not ordinarily want one standard for GIS and another for air insulated stations. Any proposal by a GIS bidder to relax this standard should be supported by calculations based on published relay requirements taking a realistic DC time-constant (say 80 - 100 ms for HV/EHV) into account. Such calculations will give a result in the form of the tolerable total CT circuit resistance i.e. some value from 0 Ω upwards. The thrust of such an approach is to compensate for a lower than specified over-current factor by imposing a design requirement that the CT internal resistance and the CT lead resistance must not exceed specific calculated values. Calculations by GIS manufacturers which purport to show that a protection will remain stable provided remarkably low resistance values are achieved are grossly unrealistic. In one such case the stated requirements were that a CT internal resistance should not exceed 0.4 Ω while the CT lead resistance should not exceed 0.2 Ω loop, with no reserve. At these levels one is entitled to question the impact on circuit resistance of a series of screwed connections. The penalty situation for failing to achieve the guaranteed values also arises.

9. FAULT CURRENT CONSIDERATIONS

9.1. Dynamic range of current

Surprising as it may seem in 1998, the dynamic range of current may be a cause for concern with numerical relays because of an analogue-to-digital converter (ADC) restriction. This will only arise for some older relays, but because of the assumed high-technology nature of numerical relays, some of which may even utilise fibre optic end-to-end communication, this obsolescence may not be evident to the non-expert. At any one time a manufacturer's product range may be a mixture of vintages, and relays with a more cost effective return on investment will be prioritised for upgrading. A purchaser should therefore create a sufficiently high-grade specification for every specific relay likely to be purchased, keep it updated, and enforce it as dili-

gently as feasible. A feeder differential relay that cannot accurately transform fault currents exceeding 30 times rated CT current will be inappropriate if the short-circuit current level and CT primary current rating dictate higher requirements; offset currents will exacerbate the situation.

9.2. Offset current waves

There is a perception that numerical relays are less forgiving of CT inaccuracies than traditional protection. Since conjunctive testing is involved, an assessment can most easily be made on the basis of formulas provided by the protection manufacturer which take account of offset waves and network DC time-constants. In many cases these formulas will be published for a given relay. Astute observers will note however that in other cases the manufacturer may hesitate to stipulate the CT requirements but will make the formulas available on request. Strict application of these criteria can expose application weaknesses with for example generator step-up transformer differential protection, which probably explains the manufacturers' discretion. In the latter case the more difficult case to meet may be an external fault where the differential protection may need to remain stable for a longer time than in the case of an internal fault. In a specific practical case, the existing over-dimensioning factor was approximately 6 whereas the theoretically necessary factor would be 28 - 44 depending on whether a system time-constant of 100 or 150 ms was assumed. By the time this kind of assessment is performed it is often too late to change course, and in any event the latter figures are too high for practical implementation. Assuming that the original design is reasonable by conventional thinking, and based on the 5P standard, it may have to be concluded that the ideal is not attainable. It must then be accepted that under unfavourable fully-offset wave conditions the protection may issue an unwanted trip for an external fault, perhaps on an 11 kV unit auxiliary transformer. It may be argued that a fully offset wave is rare because it implies a short-circuit at the zero-voltage instant, but for the converse reason - a multi-phase fault initiated on one phase at voltage maximum - it must be recognised that in a three-phase system many faults can be expected to have an offset of perhaps 40 per cent.

Again, with transformer differential protection, another formula may stipulate the matching requirements between CTs on the HV and LV windings in the event of an external fault. With considerable effort these requirements can usually be fulfilled for prestige projects, but in less exacting situations they can be difficult to implement. In the above example the effective overcurrent factor for the LV CT was 87 compared with a required but impractical figure of 310. In the end common-sense has to be the final criterion and risks have to be accepted.

Publication of CT formulas represents something of a dilemma for manufacturers, because if such information is disseminated too widely it may be misinterpreted by žunreasonable' users. Critical decisions in this area should only be taken by experienced individuals who have the confidence and authority to compromise on one or more of the underlying inter-related design parameters.

9.3. CTs with improved transient performance

Protection experts enthusiastically welcomed CTs with improved transient performance (TPX, TPY, TPZ) when they were first introduced. It is paradoxical that only a few years after the long-awaited international standard IEC 44-6 issued in 1992, some of this early enthusiasm has begun to evaporate.

Fully-tailored TPY CT designs (regarded here as technically superior to TPX and TPZ) have been introduced in all the more important ESB stations since the early 1980s but with the greater design complexity, shorter lead times, and the possibility of wrong application by less experienced staff, this preferred solution has largely fallen out of favour since 1994. Specification of TPY cores always proved to be an uncomfortable exercise. A competent TPY design generally implies a significantly larger core size compared with a steady-state 5P50 style specification. In order to accommodate this in the available standard housings from the leading CT manufacturers it invariably proved necessary to restrict the quantity of TPY cores to one. The anomaly then existed that the CT had three non-transient cores (typically 5P50) and one TPY core. It was easy to justify this disparity as an introductory experiment, but more difficult to justify it on an ongoing basis. It eventually became clear that there was never any possibility of increasing the number of TPY cores beyond one - the physical size barrier proved to be sacrosanct. There was an inconsistency - but also some attraction - in utilising a TPY core for Main 1 distance protection and a 5P50 for Main 2 distance protection.

Experience shows that it is not generally feasible to write a TPY specification for a new application that does not later require intensive interactive discussion with the CT manufacturer to achieve the optimum design compromise. This restriction and the associated delay can be tolerated in some circumstances but not in others. It also means that when a utility expert makes a recommendation to a utility project group charged with implementation, there is no clean one-shot interface: this is a recipe for misunderstanding, compromise, and non-performance. The perception always existed that CT manufacturers accepted TPY orders with reluctance, recognising the nuisance value of small but complex orders that would generate prolonged design interaction and marginal profitability. In time, ESBI project managers recognised these same

difficulties. True, a protection specialist could force the issue and have the requirement implemented, but there seemed to be no one out there to appreciate the effort.

Another issue then emerged although with numerical technology it is not relevant today: with transformer differential protection energised by TPY CTs it makes no sense to install conventional intermediate CTs for ratio and phase angle correction; so this functionality had to be achieved by directly tailoring the ratio and connection arrangement of the TPY core. This is both inconvenient and inflexible if design changes become necessary as the project progresses. This leads to the next issue which has never been comfortably resolved: if expensive and inconvenient TPY units are introduced to improve the dynamic performance, will the relay input transformer quality match these strict dynamic standards? It must be stated that convincing evidence has never been produced.

To be consistent, adoption of TPY designs also makes it necessary to accept other unpalatable facts. If the CTs are applied for generator step-up transformer differential protection then it is advisable to match the CT secondary time constants on both the HV and LV sides. This can be troublesome to achieve because the CT designs are vastly different, perhaps 500/0.577 A (0.577 A rather than 1 A for the reason given above) and 12,000/1 A. It will be complicated further where the CTs are to be supplied by different manufacturers because an agreed value has to be implemented. In one such successful project a common secondary time constant of 0.5 s was imposed, and this compromise figure necessitated the shortest possible airgaps on the 400 kV CT cores and abnormally long airgaps on the generator 17 kV CT cores. The imposition of an optimum common time-constant requires considerable expertise.

The extra space demanded by TPY CT cores can be a serious problem for GIS switchgear, and an insurmountable problem with so-called compact GIS designs. It should also be noted that such cores are unsuitable for circuit breaker failure application because of the delayed decay of secondary current.

9.4. Stability of EHV/HV buszone protection

A manufacturer's marketing documentation will frequently make the claim that absolute stability of buszone protection equipment is assured. In contrast, the more detailed design information will have hidden in it somewhere a more realistic capability statement and related formulas imposing restrictions on CTs. Through inexperience, in the time-scale available for bid evaluation, the žoptimistic' claim may get accepted and an order may get placed. But it may subsequently turn out that some of the main CTs will require replacement to achieve stability. With most modern well-engineered fast-acting buszone protection schemes, it seems probable that there will not be a significant real advantage in this regard between one scheme and another, so it is hardly worthwhile to search out a design that will permit existing inadequate CTs to be retained. Indeed in one such instance where difficulties were identified with a proposed scheme a manufacturer strenuously advocated an alternative very fast older scheme as a certain cure, but subsequent examination of the relevant CT formulas indicated that this was not the case. The confusion most likely arose because the scheme was known to have an extremely modest requirement for CT output voltage, and this was incorrectly interpreted to mean žsmall CTs will do the job'. In reality this feature only related to the need to drive current through an internal fault, and quite different parameters were relevant for an external fault. In general therefore, if calculations for one or two schemes indicate that a problem exists the better approach will be to replace the CTs. But it must be said forcibly that unduly optimistic claims in manufacturers' documentation create a credibility gap and a trap for the unwary.

10. CONCLUSIONS

The application of numerical technology is a relatively complex task for utilities at a time when technical competence is undervalued by industry restructuring forces. Standards, specifications, and tests need to be more exacting than ever before. Because of the major conceptual differences between numerical and earlier relays - with implications that may not be fully appreciated by utilities - and the small quantities manufactured, vigilance is needed to pursue and report on any unexpected behaviour. Recent experiences reinforce the established policy of providing duplicate protection by means that will avoid common mode failure. No manufacturer can be expected to guarantee that firmware is 100 per cent error free; the problem is that when delivered quantities are small the probability of quickly finding a defect is correspondingly low. The existence of application software extends the required knowledge base of relaying practitioners, and the keyword here is user-friendliness. To minimise effort utilities must restrict themselves to not more than two suppliers. Inaccuracies, omissions, and false claims in relay documentation continues to be a hazard for the industry. The point is made that complexity can be controlled by minimising the exceptions to any specific design suite; in this way surprises can be eliminated. Manufacturers need to balance the information they publish between helping the user and retaining design secrets; but any temptation to publish disinformation will eventually rebound. Users should be aware that continuously running numerical devices may occasionally reset, perhaps during a HV incident. There are no international standards or quality standards governing the content of relay type tests. The common practice of

making the submission of a type test report a mandatory part of a bid evaluation process does little more than confer a false sense of security. It follows that to be realistic users should specify the minimum content requirements.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to thank ESB International for permission to publish this paper.

PRAKTIČNA ZAPAŽANJA O DANAŠNJIM TEHNIKAMA ZAŠTITE

Referat iznosi činjenice i mišljenja zapažena tijekom dugogodišnjeg rada sa zaštitom vrlo visokog napona. Standardi i specifikacije moraju biti zahtjevniji no ikad. "Lako za rukovanje" moraju biti ključne riječi za sve primjene. Radi smanjenja napora elektroprivredna poduzeća se ponekad moraju ograničiti na samo dva isporučitelja. Netočnost i propusti u dokumentaciji o relejima i nadalje predstavljaju opasnost. Kompleksnost releja se može kontrolirati smanjenjem iznimaka od bilo kojeg određenog projektnog niza. Numerički uređaji u stalnom pogonu mogu se povremeno resetirati, možda tijekom VN ispada. Praksa da se izvješće o tipskom ispitivanju nameće kao obvezni dio procesa evaluacije ponuda nije ništa više do ulijevanja lažnog osjećaja sigurnosti.

PRAKTISCHE WAHRNEHMUNGEN BEZÜGLICH DER SCHUTZTECHNIKARTEN VON HEUTE

Das Bericht stellt die -im Laufe des langjährigen Befassens mit dem Höchstspannungsschutz- beobachteten Tatsachen und Meinungen dar. Anspruchsvoller den je müssen Normen und genaue Angaben sein. "Leicht zu Bedienen (Handhaben)" müssen als Schlüsselwörter für alle Anwendungen vorkommen. Um Überbeanspruchungen zu vermeiden, müssen sich Stromversorgungsunternehmen manchmal auf nur zwei Lieferer einschränkem. Ungenauigkeiten und Unterlassungen in den Unterlagen über Relais stellen auch weiterhin eine Gefahr dar. Die Vielschichtlichkeit vor Relais kann durch die Herabsetzung von Ausnahmen im Bezug auf irgendein bestimmtes Projektierungssystem kontroliert werden. Numerische Einrichtungen im Dauerbetrieb müssen zeitweise, beispielsweise während eines Hochspannungsausfalles, neugesetzt werden können. Berichte über Typenprüfungen als verbindlich im Bewertungsverfahren aufzuerlegen, bedeutet nichts mehr als einen falschen Sicherheitsgefühl hervorzurufen.

Naslov pisca:

Joseph Monaghan, dipl. ing.
Lower Grand Canal Street
Dublin 2, Ireland

Uredništvo primilo rukopis:
1998-12-10.

DALEKOVOD d.d.

DALEKOVOD DANAS

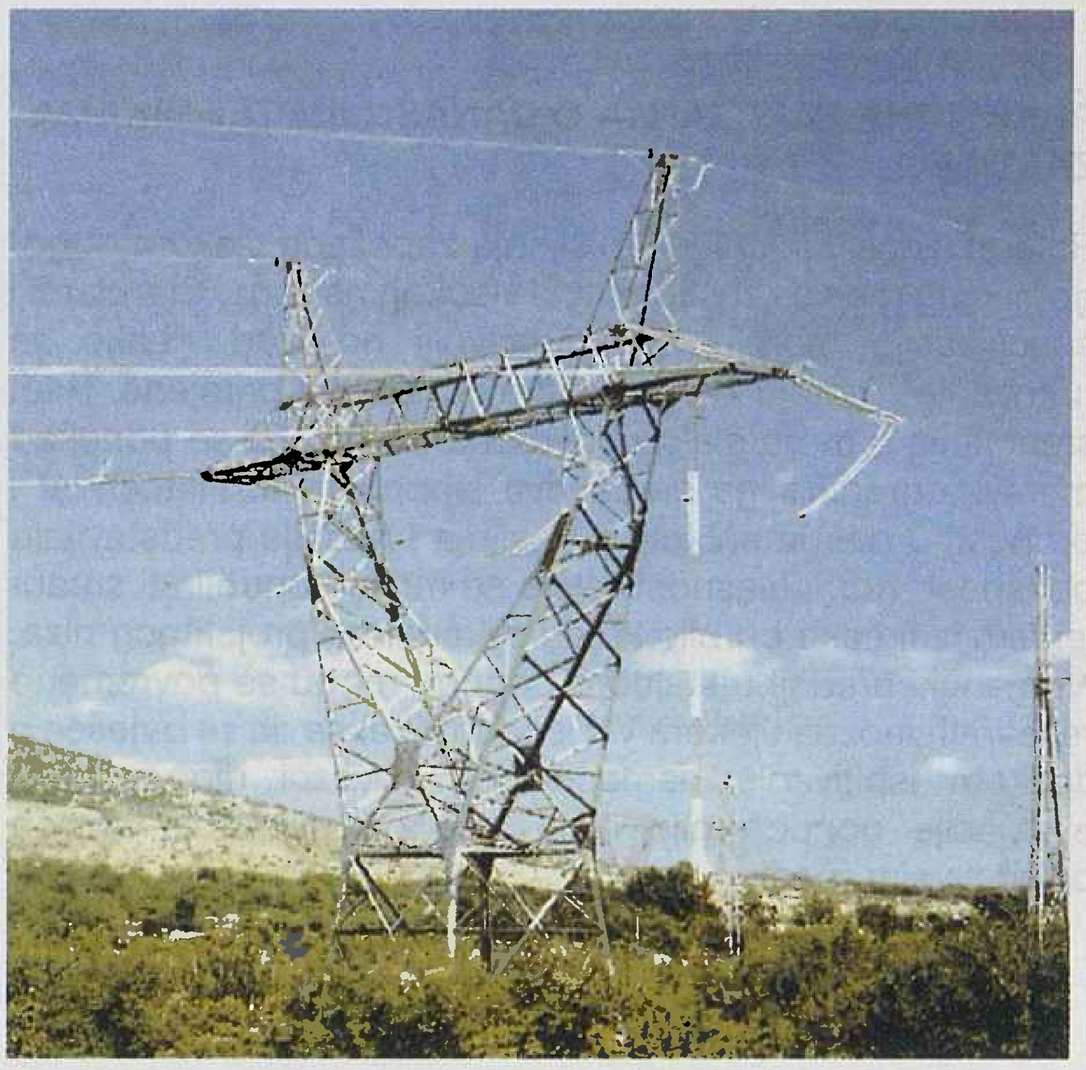
DALEKOVOD je dioničko društvo za inženjering, proizvodnju i gradnju. Za potrebe svog poslovanja utemeljio je:
– Tvrtku DALCOM sa sjedištem u FREILASSINGU – Njemačka
– Tvrtku DALEN sa sjedištem u LJUBLJANI – Slovenija
DALCOM i DALEN rade samostalno, ali s ograničenom odgovornošću.

U sklopu svoje djelatnosti DALEKOVOD projektira, gradi montira i proizvodi:
- distribucijske mreže i vodove napona 0,4 – 500 kV
- trafostanice i rasklopna postrojenja napona 0,4 – 500 kV
- kontaktne mreže za elektrovuču
- polaganje podzemnih i podmorskih energetskih i PTT kabela
- rasvjetu prometnica, športskih i drugih objekata
- portale i nosače aparata za energetske i prometne objekte
- zaštitne i sigurnosne ograde, portale-nosače za prometnu signalizaciju i putokaze na svim prometnicama i autocestama
- čelično-rešetkaste i limene stupove za mreže i vodove napona 0,4 – 500 kV, PTT vodove i kontaktnu mrežu
- ovjesnu i spojnu opremu za mreže, vodove, trafostanice i kontaktnu mrežu
- rasvjetne, reflektorske, antenske i televizijske stupove
- specijalna rješenja za elektroprijenosne i prometne objekte, alate i indukcijske uređaje.

Za sve te djelatnosti, DALEKOVOD ima poznate i priznate dugogodišnje referencije o brzoj i kvalitetnoj gradnji kao i kvaliteti isporučene opreme. DALEKOVOD vrlo uspješno rješava i udovoljava svim zahtjevima projektne odnosno tenderske dokumentacije na domaćem i inozemnom tržištu.

ISO 9001-94

Gotovo da je pola stoljeća rada i uspjeha iza DALEKOVODA, no nedavna potvrda za kvalitetu, dobivenu certifikatom ISO – 9001/94., od renomirane i u svijetu poznate i priznate tvrtke Lloyd's Register iz Londona, označila je za DALEKOVOD, novi iskorak u budućnost. Dobiveni standard potvrđuje rad po svjetskim normama u području proizvodnje, nabave, prodaje, završne kontrole, ispitivanja, ugradnje i servisa što sam DALEKOVOD čini tvrtkom visoko kvalitetne proizvodno-uslužne razine.



Ulica grada Vukovara 37
10000 ZAGREB – HRVATSKA
Tel.: ++385-1-6125-111, 511-325
Fax: ++385-1-530-606, 511-754

Lloyd's Register
Quality Assurance

CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Quality Management System of :

Dalekovod dd Zagreb
Zagreb and Associated Factories, Croatia

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance Limited to the following quality management system standards:

ISO 9001:1994 DIN EN ISO 9001:1994 BS EN ISO 9001:1994

The Quality Management System is applicable to :

Design, manufacture and installation of electric power transmission lines up to 500 kv and telecommunication lines and towers, including steel structures, suspension and jointing equipment. Installation of electric sub-stations up to 500 kv.

This certificate is valid only in association with the certificate schedule bearing the same number on which the locations applicable to this approval are listed.

Approval
Certificate No. 200638

Original Approval : 6th March 1995
Current Certificate : 6th March 1995
Certificate Expiry : 28th February 1998

on behalf of LRQA

The approval is subject to the company maintaining its system to the required standards, which will be monitored by LRQA.

Deutscher AkkreditierungsRat
DAR
TGA-ZQ-002/91

FORM L019I (1/94)

Lloyd's Register
Quality Assurance

CERTIFICATE SCHEDULE

Dalekovod dd Zagreb
Zagreb and Associated Factories, Croatia

Locations:	*Activities:*
Zagreb	*Design and company head quarter*
Velika Gorica	*Manufacture and quality management*
Žitnjak	*Installation head quarter*
Vinkovci	*Forging*

Certificate Schedule
Certificate No. 200638

Page 1 of 1

Original Approval : 6th March 1995
Current Certificate : 6th March 1995
Certificate Expiry : 28th February 1998

Deutscher AkkreditierungsRat
DAR
TGA-ZQ-002/91

FORM L019I (1/94)

POGLED NA OBNOVU PRIJENOSNE MREŽE U ISTOČNOM DIJELU SUSTAVA OSIJEK

Dr. sc. Zorko C v e t k o v i ć, Zagreb

UDK 621.315.17
PREGLEDNI ČLANAK

Obnova prijenosne mreže OSIJEK ima dvostruku ulogu. Ona je prije svega nužna da bi napajanje konzuma konačno izišlo iz kritičnog područja i izjednačilo se sa situacijom u ostalim dijelovima sustava. No, ta obnova ima i znatno šire značenje kako na povećanu sigurnost pogona hrvatskog elektroenergetskog sustava u cijelini tako i na jačanje pozicije tog sustava u mreži UCPTE sa svim pozitivnim posljedicama što iz toga slijede, posebno nakon ponovnog spajanja sa sustavima juga Europe i paralelnog priključenja UCPTE-u Bugarske i Rumunjske pa eventualno i Turske.

Ključne riječi: interkonekcija, prijenosna mreža, sustav.

1. UVOD

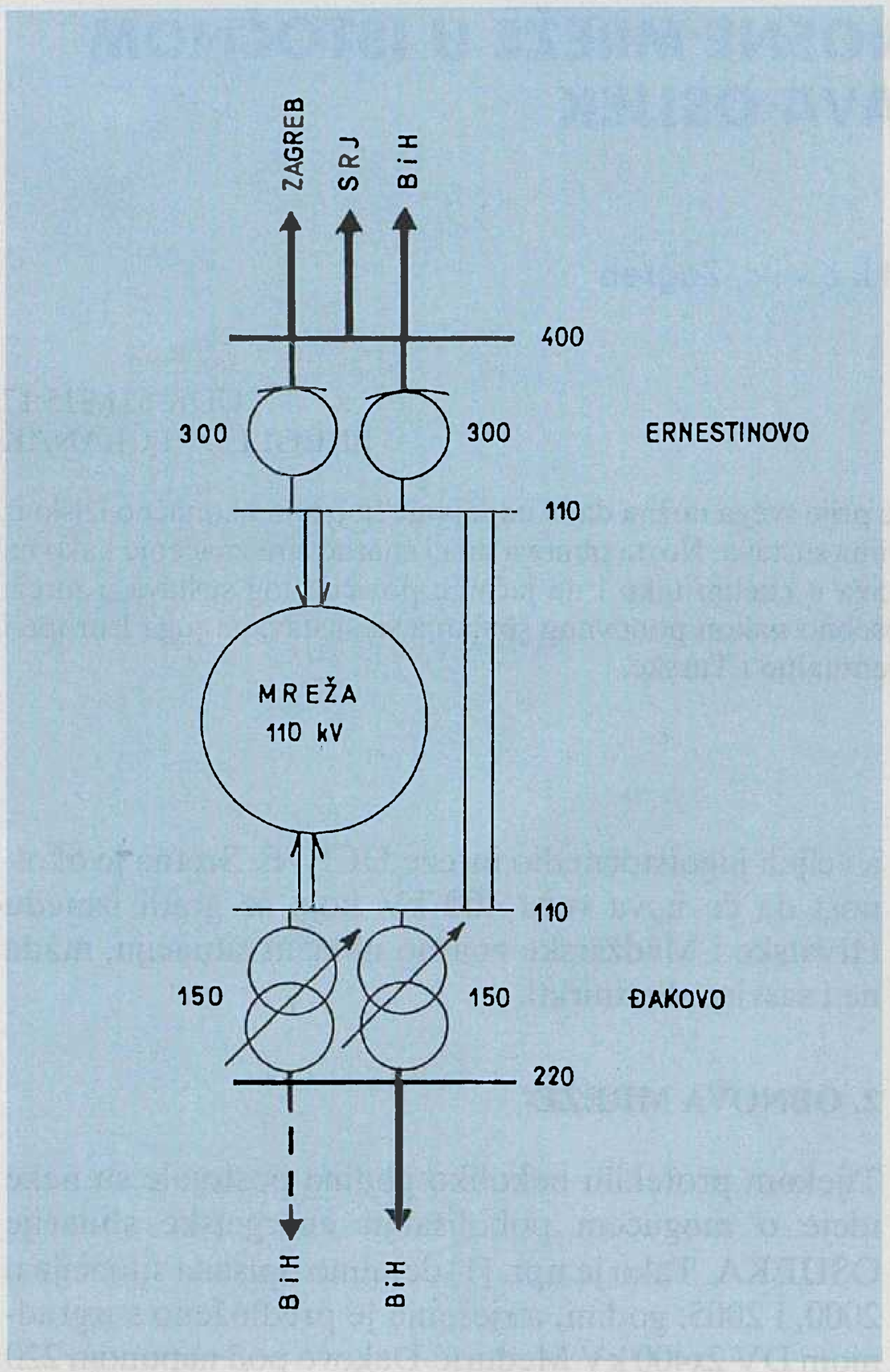
Ako zanemarimo neke ne baš i beznačajne probleme u 110 kV mreži, kao na pr. Dubrovnik, istočni Zagreb, Split i sl. možemo utvrditi da je globalna pouzdanost napajanja područja Rijeke, Splita i Zagreba zadovoljavajuća, dok je ta pouzdanost u području Osijeka nezadovoljavajuća i kritična. Naravno osnovni razlog takve situacije su ratna razaranja prvenstveno u TS 400/110 kV Ernestinovo, no i neka kolebanja u načinu i terminima obnove imaju svoj utjecaj.U [1] dan je detaljni opis stanja pouzdanosti. U međuvremenu konzum OSIJEKA je koncem 1998. godine dostigao vršnu snagu od 415 MW što odgovara snazi transformacije od otprilike 460 MVA i on se danas napaja iz TS 220/110 kV Đakovo snage 2x150 MVA, TS 220/110 kV 1505/2 snage 1x150 MVA, TE-TO Osijek, PTE Osijek i tri dalekovoda 110 kV iz Virovitice, Nove Gradiške i Šikloša. Dvije stanice 220 kV su s jedne strane spojene na TS 220/110kV Mraclin, a s druge strane na mrežu BiH. Jednostavnim deterministićkim pristupom postaje vidljivo da ispad iz pogona jednog transformatora 220/110 kV, a pogotovo jednog dalekovoda 220 kV dovodi elektroenergetski sustav OSIJEK u kritičnu situaciju. Što se pouzdanosti tih elemenata tiče može se utvrditi da je pouzdanost dalekovoda 220 kV relativno visoka iako su je ratne posljedice i nedovoljna mogućnost zamjene i rekonstrukcije umanjili. Što se tiče dviju stanica 220 kV njihova je pouzdanost niska, kako zbog ekstremnog provizorija TS 220/110 kV 1505/2, tako i zbog starosti transformatora u TS 220/110 kV Đakovo(26 odnosno 32 godine)

Neovisno o napajanju OSIJEKA nedostatak TS 400/110 kV Ernestinovo sa 400 kV vezama nasuprot Zagreba, SRJ i BiH oslabio je cjelokupni hrvatski EES, a i cijeli jugoistočni dio mreže UCPTE. Sretna je okolnost da će nova veza 400 kV koja se gradi između Hrvatske i Madžarske znatno ublažiti situaciju, mada ne i sasvim eliminirati.

2. OBNOVA MREŽE

Tijekom proteklih nekoliko godina postojale su neke ideje o mogućem poboljšanju energetske situacije OSIJEKA. Tako je npr. [1] detaljno opisana situacija u 2000. i 2005. godini, a rješenje je predloženo s izgradnjom DV 2x400 kV Međurić-Đakovo pod naponom 220 kV i pojačanjem 110 kV mreže izgradnjom voda Virje - Virovitica. Postojala je i ideja da se u TS 400/110 kV Ernestinovo uvede naponski nivo 220 kV kao prijelazno rješenje. Treba reći da se je pri tome računalo da u 2000. g. ne postoji interkonekcija s BiH i SRJ, a da ta interkonekcija u 2005. g. ima vrlo nizak stupanj pouzdanosti. Danas u 1999. g. situacija je promijenjena, jer su se neke pretpostavke promijenile. Prvenstveno je ulazak u pogon interkonekcije 220 kV Đakovo -BiH promjenio situaciju, jer tim se vodom pokriva otprilike 50 % osječkog konzuma. Pri tome ipak ne treba zaboraviti da je taj konzum u znakovitom porastu i da je vršno opterećenje u prosincu 1998. g. dostiglo 415 MW, što bi bez te interkonekcije bilo teško zadovoljiti.Ako se osvrnemo na ideju o vezi 220 kV Međurić-Đakovo može se reći da bi bila izvrsna da je mogla biti ralizirana kad se je pojavila, tj. negdje u 1997. godini. Danas razmišljanja idu u sasvim drugom smjeru. Izgleda da je shvaćena važnost obnove TS 400/110 kV Ernestinovo, iako ta obnova nije dobila i nužni prioritet. U ovom momentu bilo bi potrebno poduzeti sve mjere da se što prije, po mogućnosti u 2001 godini obnovi i pusti u pogon ne samo TS Ernestinovo,

već i cjelokupna predratna mreža, uz još poneko pojačanje mreže 110 kV. Naravno, to uključuje i obnovu interkonekcija 400 kV sa BiH i SRJ.



Slika 1.

Mislim da je bez ikakvih računa jasno što bi obnova 400 kV veze Ernestinovo-BiH-Konjsko značila za pouzdanost, kako hrvatske, tako i bosanskohercegovačke mreže, odnosno sustava.U današnjoj gospodarskoj situaciji teško je reći kako će se razvijati konzum u slijedećim godinama. Ostanimo s toga realni, pa predvidimo godišnji porast od 3%. To znači da bi koncem 2001 g. vršno opterećenje Slavonije moglo iznositi oko 470 MW. Na sl. 1 prikazana je situacija u tako zamišljenoj mreži iz koje je vidljivo da ispad iz pogona bilo kojeg elementa mreže ne dovodi podsistem OSIJEK u kritičnu situaciju. Pri tome treba spomenuti da današnji transformator iz TS 1505/2 može služiti kao hladna rezereva u TS 220/110 kV Đakovo. Ne treba zaboraviti da su sabirnice 110 kV u Ernestinovu i Đakovu povezane s dva dalekovoda 110 kV čiji kapacitet iznosi oko 240 MVA kod 20 stupnjeva C ,što daje mogućnosti elastičnog opskrbljivanja mreže 110 kV kod ispada iz pogona nekog od transformatora 300 MVA odnosno 150 MVA.

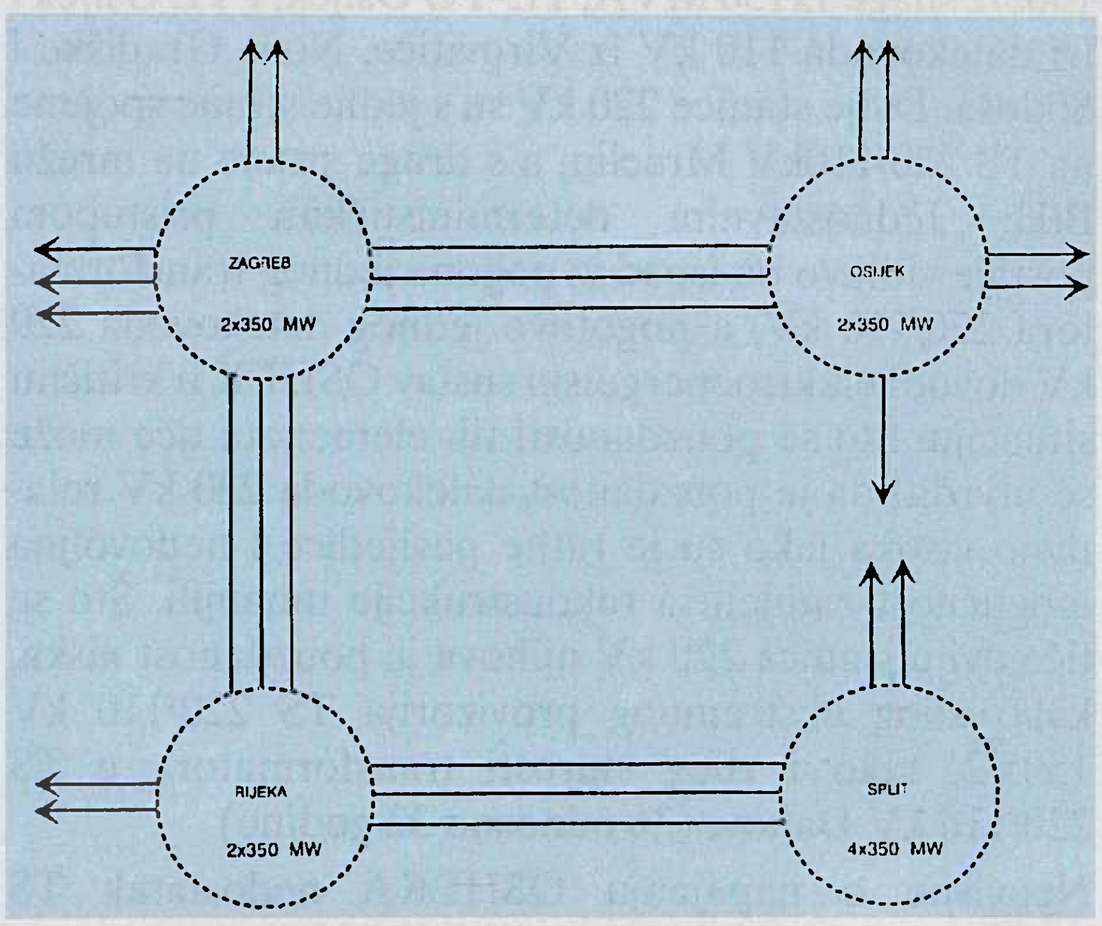
3. BUDUĆA IZGRADNJA

Ciljna mreža 400 kV kao vizija budućeg razvoja dana je u [2] i prikazana na sl. 2. Po današnjim sagledavanjima na toj viziji nije potrebna nikakva preinaka no trebat će riješiti detalje koji se nalaze unutar kruga OSIJEK kao i termine proširenja mreže. Prvenstveno treba vidjeti do kada je moguće sigurno napajati OSIJEK iz TS Ernestinovo i TS Đakovo. Očito je da postojeća konfiguracija odgovara do momenta kad vršno opterećenje postiže otprilike 580 MW. Do toga momenta ispad iz pogona najveće transformatorske jedinice 300 MVA ne dovodi do redukcije konzuma. Iza toga treba proširiti transformaciju i to rekonstrukcijom TS Đakovo na 400 /110 kV u prvoj etapi zamjenom jednog transformatora 150 MVA, a zatim i drugoga. Koje će se to godine dogoditi danas je teško pretpostaviti , jer je teško u aktualnoj gospodarskoj situaciji prognozirati porast konzuma. U ostalom to i nije toliko važno, no bilo bi važno odmah donijeti idejno rješenje rekonstrukcije TS 220/110 kV Đakovo. Zamjenom drugog transformatora u TS Đakovo gasi se i 220 kV interkonekcija s BiH, što je u pravilu sudbina svih interkonekcija na naponu 220 kV. Vjerojatno će ugradnja trečeg transformatora u TS Ernestinovo rješiti sigurno napajanje konzuma čije je opterećenje otprilike 1100 MW, odnosno potrebna snaga transformacije 1200 MVA, sl. 3.

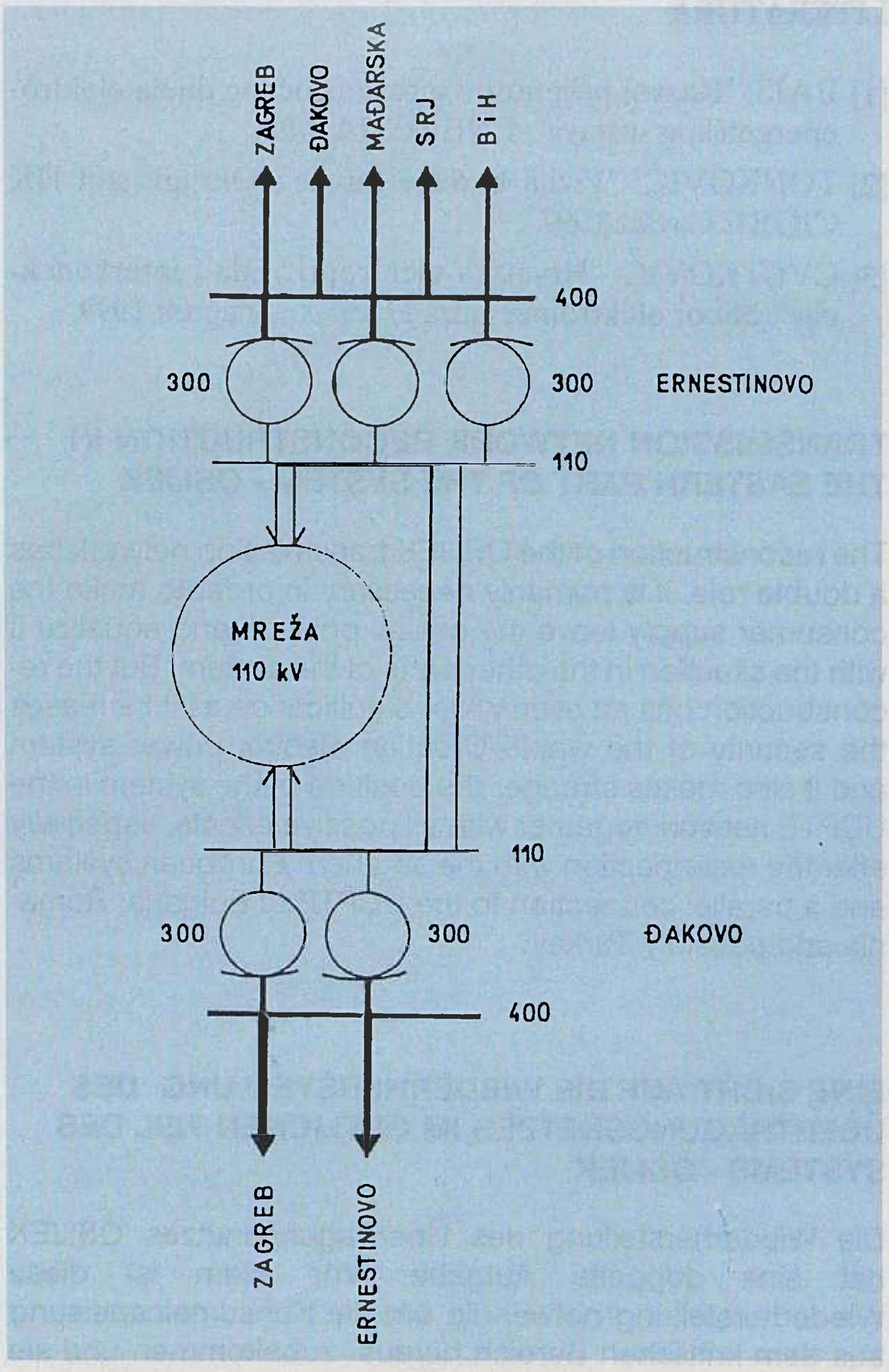
Naravno da porast konzuma traži kontinuirani rast mreže 110 kV, a naročito interpolaciju novih stanica 110/x kV.

Ovdje treba reći zašto se predlaže rekonstrukcija TS Đakovo , a ne izgradnja neke nove TS 400/110 kV. Razlog je činjenica da je konfiguracija 110 kV mreže naglašeno vezana za rasplete na sabirnicama 110 kV u Ernestinovu i Đakovu te da bi zanemarivanje te činjenice izazvalo i velike probleme i visoku cijenu.

Ono što je teže vremenski odrediti je izgradnja novih dalekovoda 400 kV prvenstveno dvostrukog daleko-



Slika 2.



Slika 3.

voda Zagreb-Osijek i Osijek -Madžarska pa i udvostručenja interkonekcija sa SRJ i BiH. Mnogi faktori imaju utjecaja na te odluke. To su porast konzuma, izgradnja snažnijeg izvora na području OSIJEKA, razvoj situacije u mreži UCPTE razvoj europskog slobodnog tržišta pa i opća klima u zemlji. U svakom slučaju ta problematika zntno nadilazi potrebe samog konzuma. U slijedećem poglavlju bit će nešto više riječi o interkonekcijama. Za rješenje mreže 400 kV unutar kruga OSIJEK postoji naravno više rješenja, no definitivnu odluku treba donijeti kad budu poznati svi relevantni faktori što neće predstavljati veći problem.

4. INTERKONEKCIJE

Kao što je već rečeno 400 kV mreža OSIJEKA ima daleko veće značenje od napajanja lokalnog konzuma i to zbog svojeg položaja u EES-u i svojih današnjih (misli se obnovljenih) i budućih interkonekcija

Osvrnimo se na ekonomsku računicu neke potencijalne interkonekcije hrvatskog EES-a sa susjednom zemljom prikazanu u [3]. Vidljivo je da prosječna dužina interkonektivnog dalekovoda iznosi 40 km. Kapacitet tog dvostrukog voda je otprilike 1000 MVA, a cijena izgradnje zajedno sa poljima u graničnoj stanici iznosi do 140 milijuna kuna. Godišnji troškovi takve interkonekcije iznose oko 10 milijuna kuna ili otprilike 0,18 % od današnjih troškova cjelokupnog HEP-a.

Taj trošak potencijalne interkonekcije može se pokriti šestodnevnim uvozom energije, čija je cijena bar za 1 US cent niža od varijabilnih troškova naših termoelektrana. Druga je varijanta da se interventnim uvozom u trajanju 3,5 sata u slučaju većeg kvara ili poremećaja izbjegne šteta nastala uslijed neisporučene energije.

Obje su varijante vrlo vjerojatne. Naglasimo samo činjenicu da se na području sjeverne Hrvatske (od Ogulina do Osijeka) nalaze potrošači koji čine 60% ukupnog konzuma Hrvatske, a izgrađenost izvora električne energije je praktički obrnuta, tj. na našoj jadranskoj obali izgrađeno je 70%, dok je na području sjeverne Hrvatske izgrađeno 30 %. Veza ovih dvaju područja s jednim dalekovodom 400 kV i jednim 220 kV (upitnim) prolazi klimatski najtežim područjem u zemlji.

Već bi ovo razmatranje bilo dovoljno da se ozbiljno pristupi razmatranju izgradnje interkonektivnog voda Ernestinovo-Madžarska, no postoje i drugi razlozi za to. Navedimo dva od njih:

Pretpostavimo da će vršno opterećenje hrvatskog EES-a u 2000 g. iznositi 2700 MW što je prema današnjoj situaciji realno očekivati. U nazivnoj 2010 g. vršno bi opterećenje iznosilo 3300 MW, 3600 MW odnosno 4000 MW ovisno o tome hoće li porast konzuma iznositi 2%, 3% ili 4% godišnje. Iz toga slijedi da će se manjak snage u toj godini grubo kretati od 600 MW, 900 MW ili 1300 MW. Ako ovoj nepoznanici dodamo ono što znamo, a to je da izgradnja nove snažne termoelektrane od ideje do puštanja u pogon traje otprilike 8 godina i da prije 2000, g. nećemo imati odluku o tipu elektrana, njihovoj lokaciji i jediničnoj snazi blokova koje će se graditi u budućnosti, vidimo da situacija blago rečeno nije zavidna.

Može nam se desiti da 2010. g. dočekamo s nedovoljno izgrađenim sustavom i s problemom zadovoljenja konzuma. Može nam se naprotiv desiti da imamo preizgrađeni sustav tj. da smo nepotrebno i prerano uložili velika financijska sredstva. Podsjetimo se da cijena izgradnje termoelektrana snage od samo 200 MW iznosi između jedne i dvije milijarde kuna, ovisno o tipu elektrane.

Sve je ovo navedeno da bismo mogli dobiti bolji uvid u mogućnosti koje nam nude pojačane interkonekcije sa mrežom UCPTE. One nam uz svoje relativno male investicije daju mogućnost nabave konkurentne energije na europskom tržištu i omogućuju potreban vremenski predah prije odluke o izgradnji budućih termoelektrana. Naime, dugoročnim ugovorom o kupnji električne energije možemo odgodiiti gradnju termoelektrana ili barem dijela termoelektrana iza 2010. godine bez smanjene sigurnosti napajanja konzuma.

Možemo taj problem gledati i obrnuto. Uspijemo li riješiti sve prateće probleme i izgraditi takve termokapacitete koji će u startu biti predimenzionirani, interkonekcije nam daju mogućnost plasiranja viškova na slobodno europsko tržište, naravno uz uvjet konkurentne cijene. Uostalom, naši partneri u mreži UCPTE očekuju istu korist od povezivanja s nama kao i mi od povezivanja s njima. To je i cijela filozofija UCPTE interkonekcije.

Drugi razlog zbog kojeg bi trebali forsirati interkonekciju, konkretno Ernestinovo-Madžarska, pa eventualno i pojačanje interkonekcije Ernestinovo-SRJ, je razvoj situacije u mreži UCPTE. Zemlje CENTREL-a (Mađarska, Češka, Slovačka i Poljska) su već u paralelnom radu s mrežom UCPTE. Vrše se pripreme za uključenje Rumunjske, Bugarske i jednog dijela Ukrajine. Realizacija tih planova teče relativno brzo i može se očekivati njihovo uključenje do godine 2002.

Što to znači za nas? Prvenstveno proširenje europskog tržišta na istočnu Europu i kao posljedicu povećanje tranzita istok-zapad i sjever-jug, odnosno obrnuto. Hrvatski EES se mora pravodobno uključiti u te tokove i iskoristiti njihove prednosti ukoliko ne želi ostati europsko slijepo crijevo.

Izgleda da se sve svodi na poznate zaključke do kojih je došao UNIPEDE još 80-tih godina, tj. svaka izgrađena interkonekcija u Europi višestruko je nadmašila očekivanja koja su u studijama izvodljivosti iznošena da bi se dokazala korist te izgradnje. Dosta je baciti pogled na 400 kV mrežu u zapadnoj Europi.

5. ZAKLJUČAK

Zaključak se nameće sam od sebe:

Treba što prije po mogućnosti u 2001. godini obnoviti prijenosnu mrežu OSIJEK.

Treba usvojiti dugoročnu koncepciju razvoja 400 kV mreže.

Treba operativnije riješiti pitanje kontinuiranog financiranja proširene reprodukcije prijenosne mreže.

Treba kroz zamjene i rekonstrukcije održavati pogonsku sigurnost postojeće mreže..

Treba forsirati izgradnju interkonekcija.

Treba na vrijeme prirediti potrebne projekte.

Treba izraditi mrežni kodeks (grid code) koji će definirati način ponašanja u našem dijelu UCPTE mreže i treba ga usuglasiti s partnerima, prvenstveno sa susjedima.

LITERATURA

[1] BAJS: "Razvoj prijenosne mreže istočnog dijela elektroenergetskog sustava", ENERGIJA 4/98.

[2] TONKOVIĆ: "Vizija buduće mreže", Okrugli stol HK CIGRE Cavtat 1997

[3] CVETKOVIĆ: "Hrvatska elektroprivreda i interkonekcije", Sabor elektroinženjera Hrvatske, Zagreb 1999.

TRANSMISSION NETWORK RECONSTRUCTION IN THE EASTERN PART OF THE SYSTEM - OSIJEK

The reconstruction of the OSIJEK transmission network has a double role. It is primarily necessary in order to make the consumer supply leave the critical position and equalize it with the situation in the other parts of the system. But the reconstruction has an even wider significance as it increases the security of the whole Croatian electric power system and it also makes stronger the position of the system in the UCPTE network together with all positive effects, especially after the reconnection with the southern European systems and a parallel connection to the UCPTE of Bulgaria, Romania and possibly Turkey.

EINE SICHT AUF DIE WIEDERHERSTELLUNG DES ÜBERTRAGUNGSNETZES IM ÖSTLICHEN TEIL DES SYSTEMS - OSIJEK

Die Wiederherstellung des Übertragungsnetzes OSIJEK hat eine doppelte Aufgabe. Vor allem ist diese Wiederherstellung notwendig um die Konsumeinspeisung aus dem kritischen Bereich heraus- zubekommen und sie dadurch den anderen Teilen des Systems gleichzustellen. Diese Wiederherstellung hat aber auch eine breitere Bedeutung sowohl für die Sicherheit des kroatischen elektroenergetischen Systems als Gesamtheit, als auch für die Stärkung der Rolle dieses Systems im UCPTÉ-Netz mit allen daraus folgenden positiven Nachwirkungen, besonders mit der Wiedereinkoppelung in die UCPTÉ der Südost-Europa Systeme und dem Paralelschalten von Bulgarien und Rumänien, eventuell auch der Türkei mit der UCPTÉ.

Naslov pisca:

Dr. sc. Zorko Cvetković, dipl. ing.
HK CIGRE
Berislavićeva 6
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-03-26.

TEMELJI POKRETNIH RADIOKOMUNIKACIJA - III. DIO: MODULACIJSKI POSTUPCI POGODNI ZA SUSTAVE POKRETNIH RADIOKOMUNIKACIJA

Mr. sc. Dubravko S a b o l i ć, Zagreb

UDK 621.396.029
PREGLEDNI ČLANAK

Članak prikazuje metode diskretna modulacije nosioca radijskog signala digitalnim signalima, koje su primijenjene ili primjenjive u sadašnjim ili budućim sustavima digitalnih mobilnih komunikacija. Sistematski se obrađuje posebno QPSK klasa modulatora. Diskutiraju se pitanja otpornosti moduliranih signala na smetnje karakteristične u području terestrijalnih mobilnih komunikacija.

Ključne riječi: modulacija, demodulacija, pokretne radiokomunikacije, digitalni sustavi.

Uvod

Početkom devedesetih godina došlo je do implementacije sustava druge generacije pokretne telefonije baziranih na TDMA, kod kojih je u odnosu na analogne sustave prve generacije došlo do otprilike deseterostrukog povećanja kapaciteta i veće kvalitete prijenosa govora i podataka. S druge strane, dostupan frekvencijski spektar nije bitno povećan. Dodatni zahtjevi bili su u praksi zadržavanje postojećih konfiguracija infrastrukture baznih postaja radi skupoće zemljišta i građevinskih zahvata, te eventualni meki prijelaz sa stare na novu tehnologiju. Najznačajniji razvijeni TDMA sustavi su GSM u Europi, ADC IS-54 u sjevernoj Americi, te JDC u Japanu. S obzirom da je u USA odabrana meka tranzicija s prve na drugu generaciju uz koegzistenciju sustava AMPS i ADC u istom frekventnom opsegu, opću usporedbu ove dvije vrste tehnologija najlakše je provesti upravo na njima. Radijski je kanal u oba slučaja širok 30 kHz. AMPS pripada sustavima tipa FM-FDMA, i nosi 1 analogni kanal u 30 kHz, dok ADC pripada vrsti π/4-QPSK-TDMA, sa 3 kanala u istom pojasu, odnosno 6 kada se ostvari half-rate koder govora. Brzina signalizacijskih digitalnih poruka u AMPS-u je 10 kb/s, pa je spektralna efikasnost ovog sustava 0.33 b/s/Hz, dok je kod ADC-a digitalna brzina moduliranog signala u eteru 48.6 kb/s, uz efikasnost od 1.62 b/s/Hz. Sustav GSM nosi 8 kanala u 2*200 kHz-pojasu jednog dupleksnog nosioca, odnosno 16 u budućoj half-rate varijanti. Brzina bitova u eteru je 271 kb/s u svakom smjeru, uz korisnost od 1.35 b/s/Hz. Modulacijski postupak je GMSK [1].

Kao što se vidi, druga generacija sustava uspijeva u istom pojasu prenijeti višestruko veći broj osnovnih govornih kanala. To je omogućeno naprednim tehnikama restriktivnog kodiranja govora, koje svode redundanciju prisutnu u njemu na minimum. Jednom oformljena struja bita treba modulirati nosioc nekim od postupaka diskretne modulacije. Osnovni uvjeti kojima modulacijski postupak treba udovoljiti jesu: što veća spektralna efikasnost u b/s/Hz, što konstantnija anvelopa izlaznog signala radi mogućnosti rada u kanalima s nelinearnim pojačanjem, mala razina snage zračene u susjedne pojaseve i mogućnost nekoherentne (diferencijalne ili diskriminacijske) detekcije.

Postupak GMSK odabran za GSM sustav ima suštinski povoljne osobine glede tih zahtjeva, osim što mu je spektralna korisnost relativno skromna. Nasuprot tome, π/4-QPSK rabljen u ADC-u i JDC-u postiže bolju spektralnu korisnost, ali nema konstantnu anvelopu izlaznog signala, radi čega mora biti korišten u linearnim kanalima, što smanjuje korisnost snage, a time i satnu zalihu baterija mobilnih uređaja. Kada se π/4-QPSK nađe u nelinearno pojačavanom kanalu (npr. uslijed ispražnjenosti baterija), dolazi do jake restauracije frekventnih komponenti izvan radnog kanala, pa se javlja prilično ometanje susjednih. Glede demodulacije, treba reći da je mogućnost nekoherentne detekcije vrlo poželjna u mobilnim sustavima, premda je efikasnost snage koherentnih sustava bolja za 1 - 3 dB, jer oni zahtijevaju za toliko dB manji odnos signala i smetnji. Sustavi s koherentnom demodulacijom pogodni su za kanale u kojima je prisutan bijeli šum, a teoretski prednost imaju i u Rayleighovim i Riceovim kanalima. Međutim, uz prisustvo Dopplerovog efekta i drugih izvora dodatnog faznog šuma, nastaju problemi s regeneracijom nosioca. Kod terestrijalnih mobilnih sustava tipičan red veličine Dopplerovog pomaka je 15 - 100 Hz. Glavni izvor pulsnih smetnji kod sustava male brzine bitova (ili signaliziranja), kao što je ADC, Dopplerov je pomak, jer je produkt Dopplerove frekvencije i trajanja bita (simbola) veći od nekih 0.001 . Kod brzo

signalizirajućih sustava (npr. GSM), Rayleighov fading preuzima ulogu glavnog generatora BER-a, jer je normalizirani Dopplerov pomak malog iznosa. U predviđenim niskoorbitnim satelitskim sustavima, poput Iridiuma, problem Dopplerovog pomaka bit će još mnogo izraženiji. Diferencijalna detekcija moguća je kod postupaka u kojima se informacija nalazi u relativnoj promjeni faze, a ne u samoj fazi nosioca. Takvi su npr. GMSK i π/4-QPSK. Konstantna anvelopa odlikuje postupke kao GMSK, TFM, PAM-FM, PRS-FM itd. Postupci vrste QPSK nemaju konstantnu anvelopu, ali se dinamika može znatno reducirati filtriranjem i križnim koreliranjem I i Q signala, što stvara čitavu familiju mogućih postupaka zajedničkog naziva FQPSK.

Prvo poglavlje dat će opis osnovnih postupaka diskretne modulacije faze s naglaskom na metode koje se radi svojih svojstava mogu koristiti u pokretnim komunikacijama [1,2]. Drugo obrađuje porodicu FQPSK postupaka [3,4,5] i postupak GMSK [1]. Treće poglavlje osvrće se na glavna svojstva opisanih modulacijskih postupaka u pogledu osjetljivosti na smetnje prisutne u mobilnom radijskom okruženju [2-7]. Četvrto poglavlje prikazat će osnovna poboljšanja u prijenosu koja se, po cijenu približno dvostruko veće potrošnje spektra, mogu postići konvolucijskim zaštitnim kodiranjem [8, 9]. Peto poglavlje predočuje jednu suvremenu metodu koherentne demodulacije primjenjivu na FQPSK i GMSK signale [12].

Opća intencija ovoga nastavka serije napisa "Temelji pokretnih radiokomunikacija" je pružanje konciznog i obuhvatnog uvodnog pregleda modulacijskih metoda za nove, digitalne sustave mobilnoga komuniciranja. Čitatelj će sigurno uvidjeti da ovdje prikazani postupci imaju u svome počelu uvijek iste principe.

S obzirom da je u Energiji već pisano o sustavima digitalnih mobilnih komunikacija [10, 11], kroz ovu je seriju izbjegnuto ponavljanje tamo obrađenih tema. Stoga se ti naslovi mogu smatrati svojevrsnom nadopunom, odnosno sastavnim dijelom ovoga serijala, gdje se mogu pronaći i osnove danas aktualnih sustava mobilnih komunikacija TDMA i CDMA vrste.

1. DISKRETNA MODULACIJA FAZE

1.1. Načela PSK i postupak BPSK

Ako se nosiocu modulira samo faza u diskretnim iznosima, ovisno o prenošenom simbolu, skup faznih pomaka signala nosioca definiran je izrazom:

$$\varphi_m = \left\{ (2n + c) \cdot \frac{\pi}{M} \,\middle|\, \begin{matrix} n = 0,1,2.... M \\ c = 0 \; ili \; 1 \end{matrix} \right\}, \qquad (1)$$

a opći izraz za fazno diskretno modulirani napon u k-tom intervalu signaliziranja je:

$$u_{PSK}(t) = U_{pm}\cos(\omega_p t + \varphi_k) = U_{pm}\cos\varphi_k \cos\omega_p t - U_{pm}\sin\varphi_k \sin\omega_p t = U_I \cos\omega_p t - U_Q \sin\omega_p t \qquad (2)$$

Kratica PSK znači Phase Shift Keying, a U_I i U_Q su kofazna (In-phase) i kvadraturna (Quadrature) komponente. Potonji izraz govori dvije važne stvari: kao prvo, PSK signal moguće je promatrati kao zbroj dvaju ASK signala, što olakšava analizu njegova spektralnog sadržaja, i kao drugo, on daje putokaz za metode sklopovske realizacije PSK modulatora.

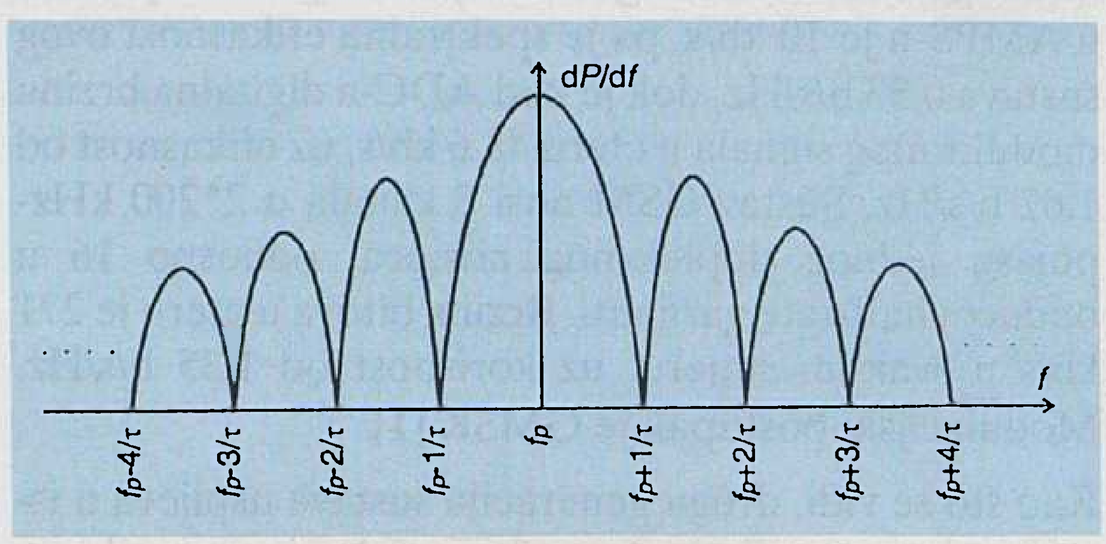
Ako se odabere modulacija samo pomoću skupa od dva simbola ("0" i "1"), diskretne faze poprimaju vrijednosti 0 rad za simbol "1", a π rad za simbol "0". Prikaže li se binarna informacija bipolarno (+1 za "1" i -1 za "0") u NRZ formatu, dobiva se jednostavan izraz:

$$u_{BSK}(t) = u_m(t)\cos\omega_p t, \qquad (3)$$

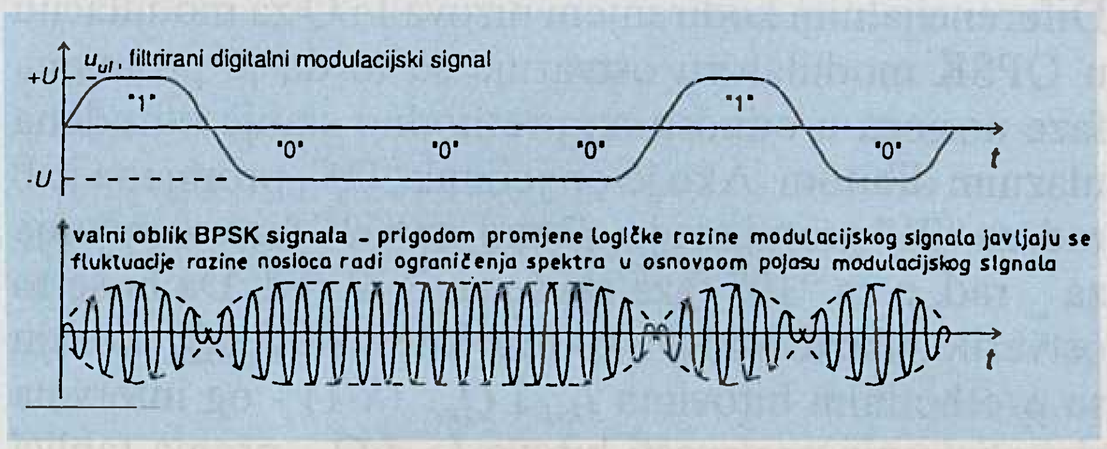
gdje je $u_m(t)$ vremenska funkcija modulacijskog digitalnog signala. Postupak definiran jednadžbom (3) zove se BPSK (Binary PSK), i najjednostavniji je među PSK postupcima. S obzirom da je ovaj signal istoga oblika kao ASK signal uz modulaciju bipolarnim digitalnim signalom, može se napisati izraz za ovojnicu spektra snage BPSK signala kao:

$$S_{BPSK}(f) = kT_S \left[\frac{\sin\pi(f - f_p)T_S}{\pi(f - f_p)T_S} \right]^2. \qquad (4)$$

T_S je interval signaliziranja, i kod BPSK on je identičan vremenu trajanja binarnog znaka τ_. Funkcija gustoće spektralne razdiobe snage prikazana je na slici 1. U trenucima vremena kada se $u_m(t)$ iz (3) mijenja iz +1 u -1 ili obratno, mora doći do naglog reverziranja faze nosioca. To nije moguće ako širina spektra nije beskonačna. Bipolarni NRZ signal ima u idealnom slučaju spektar identičan sa (4), samo u osnovnom pojasu, kojega očito karakterizira rasipanje velike količine snage u područja izvan pojasa oko centralne frekvencije. Radi toga se binarni signal mora profiltrirati niskopropusnim filtrom, kako bi se omogućila koegzistencija susjednih kanala u što je moguće gušćem rasteru. Primjenom idealnog pravokutnog Nyquistovog filtra [1] s odrezom na $1/T_S$ odstranile bi se spektralne komponente izvan pojasa kanala (f_p - $1/T_S$ do f_p + $1/T_S$), pa bi spektralna korisnost bila 1 b/s/Hz. U digitalnim radijskim komunikacijama koristi se filtar s roll-off faktorom α tipične vrijednosti oko 0.5, pa je



Slika 1. Ilustracija spektralne gustoće razdiobe snage BPSK signala

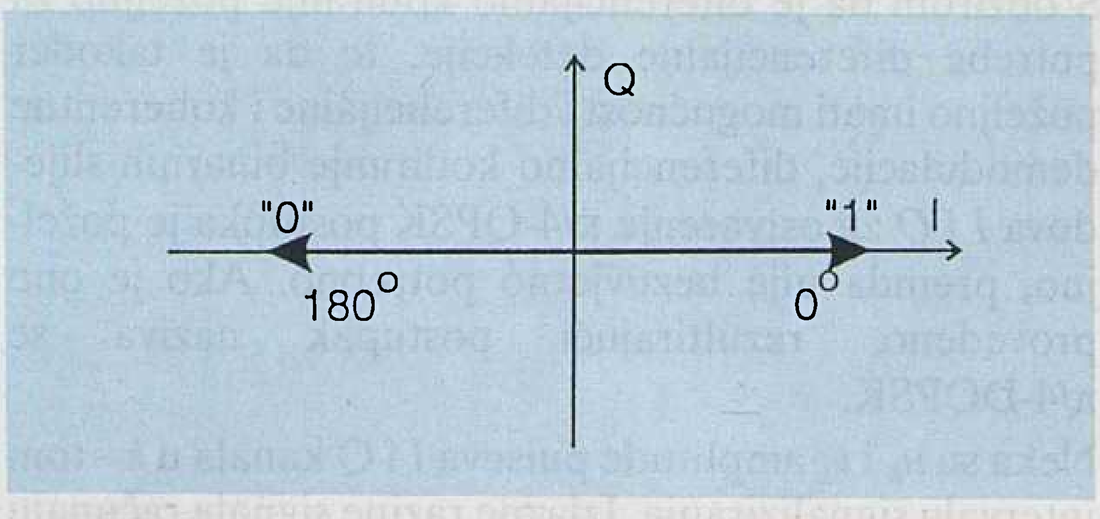


Slika 2. Nastajanje i valni oblik BPSK signala

spektralna korisnost oko 0.67 b/s/Hz. Ograničavanje spektra NRZ signala vodi do toga da $u_m(t)$ nije više pravokutna funkcija, već ima znatno umekšane tranzijente. Radi toga BPSK signal trpi parazitnu amplitudnu modulaciju, poglavito u vrijeme izmjene binarnih znakova (slika 2). Amplituda pritom prolazi kroz nultu vrijednost, pa izlazno pojačalo mora biti linearno, dakle i neefikasno (mali η). Kada bi se signal sa slike 2 pojačao u nelinearnom pojačalu klase C ili D, koje radi u približno sklopnom režimu ostvarujući tako visoku korisnost, fluktuacije amplitude bi se znatno umanjile, i došlo bi do restauracije izvornog spektra sa slike 1, koji se više izlaznim filtrima ne bi dao profiltrirati. To je u praksi vrlo poznati efekt i jedna od glavnih mana temeljnih PSK postupaka uopće, koja ograničava njihovu primjenu tamo gdje je visoka korisnost izlaznog pojačala od ključne važnosti.

Postupak generiranja BPSK signala direktno slijedi iz (3). Množilo pomnoži filtrirani bipolarni NRZ signal sa signalom nosioca. Potom se obavlja pojačanje u linearnom pojačalu.

Konstelacija ili prikaz stanja i tranzicija BPSK signala vidi se na slici 3. Komponenta U_Q iz (2) identički je jednaka nuli. Ovaj dijagram upućuje na tranzitiranje kroz nulu. Idealno rješenje je u svakom slučaju ono kada vrh verzora nosioca od stanja do stanja putuje po kružnici, a rasipanje snage po okolnom spektru je malo. Običan BPSK postupak to ne može postići, ukoliko se želi zadržati spektar izlaznog signala u razumnoj širini. BPSK se ne koristi u pokretnim komunikacijama, jer je očito riječ o metodi niske spektralne korisnosti i efikasnosti snage postizive kod izlaznih stupnjeva pojačala. S druge strane, radi se o postupku otpornom na utjecaje smetnji radi maksimalne udaljenosti diskretnih stanja u I-Q dijagramu.

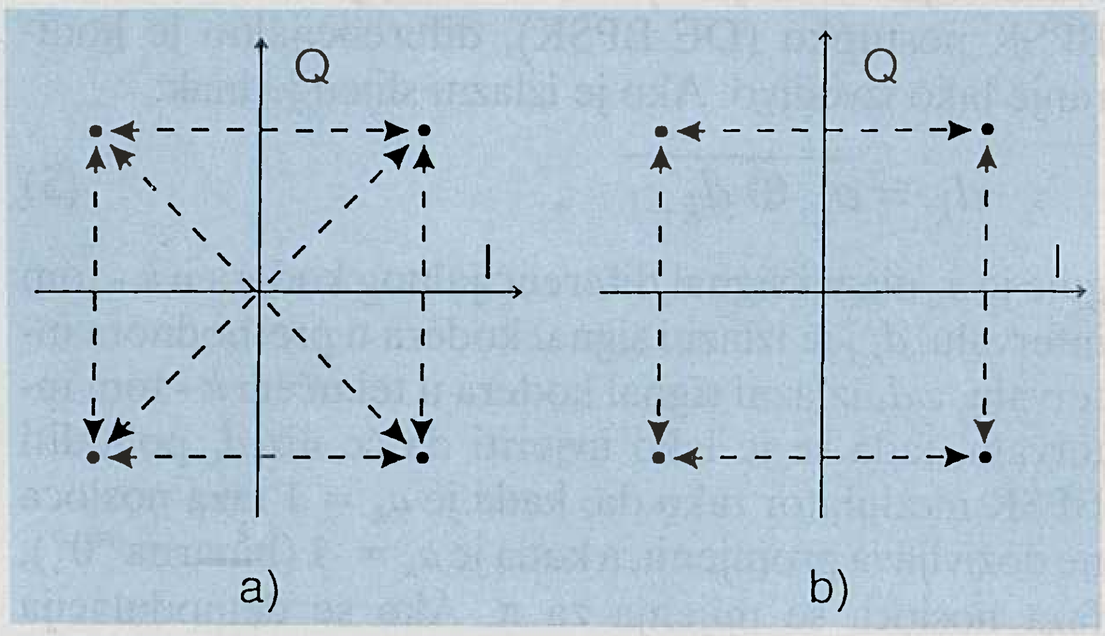


Slika 3. Konstelacija stanja BPSK signala

1.2. Postupci kvaternarne modulacije faze

1.2.1. *QPSK i OK-QPSK*

Kada se diskretne faze odabiru iz skupova {0, π/2, π, 3π/2} ili {π/4, 3π/4, 5π/4, 7π/4}, nastaju dvije moguće varijante QPSK postupka (Quaternary PSK). S obzirom da postoje 4 diskretna stanja, svakome se pridružuju parovi bitova, tzv. *dibiti*, i to po pravilu Grayevog koda, u kojemu se susjedna stanja razlikuju u samo jednom bitu dibita, a ne u obadva. Konstelacija stanja QPSK postupka prikazana je na slici 4a. Analitički izraz koji prikazuje signal QPSK u potpunosti odgovara posljednjem retku u (2). Spektar snage opisan je izrazom (4), ali u odnosu na sliku 1 postoji razlika utoliko što su spektralne nule na svakih $1/T_S = 1/2\tau$, s obzirom da je simbol sastavljen od dva bita.



Slika 4. a) Konstelacija stanja QPSK signala;
b) Konstelacija stanja OK-QPSK signala

Spektar QPSK je zato dvostruko uži za istu digitalnu brzinu (kb/s) nego li kod BPSK, pa je maksimalna moguća spektralna korisnost 2 b/s/Hz. U praksi se postiže do 1.9 b/s/Hz. QPSK je ustvari superpozicija dvaju BPSK signala, i kao takav trpi iste probleme glede tranzitiranja između dijametralno suprotnih stanja, kada se faza signala mijenja za ±π. Struje bitova za I i Q granu dobivaju se tako da prvi bit promatranog dibita daje svoju vrijednost nizu I, a drugi nizu Q. Kašnjenje ove obrade iznosi $T_S = 2\tau$, ali ono ne igra nikakvu ulogu.

Da bi se smanjila dinamika izlaznog signala QPSK postupka, on se modificira tako da se jedna od struja bitova I ili Q (obično je to Q) zakasni za dodatnih $\pi = T_S/2$. Na taj se način očito postiže da slijed I ima konstantnu vrijednost kada se Q mijenja, i obratno. Radi toga se tranzit između dijametralnih stanja ne događa nikada. Ovako modificirana metoda naziva se OK-QPSK (Offset Keyed QPSK) ili SQPSK (Staggered QPSK). Njezina je konstelacija prikazana slikom 4b. Dinamika izlazne amplitude reducirana je na blizu 3 dB.

Ovakav postupak bi dobrodošao za mobilne komunikacije, kada ne bi imao jednu veliku manu: OK-QPSK modulirani signal ne može se demodulirati nekoherentnim postupkom. Radi toga je kao kompro-

misno rješenje u ADC, JDC i nekim drugim manje važnim sustavima za pokretne radiokomunikacije implementiran postupak π/4-QPSK.

1.2.2. *DE-QPSK*

Općenito, *M*-arni PSK postupci imaju *M*-struku neodređenost prilikom detekcije. Tri su moguća načina uklanjanja ovog problema: prenošenje pilot-signala koji nosi referenciju faze, prenošenje digitalne sinkronizirajuće sekvencije, ili diferencijalno kodiranje. Potonjim postupkom nastaje tzv. DE-PSK signal (Differentially Encoded PSK), koji se može demodulirati i koherentno i nekoherentno. Koherentna demodulacija zahtijeva poznavanje faze moduliranog signala, a nekoherentna (diferencijalna) traži samo poznavanje razlike faza nosioca u *k* - tom i (*k*-1) - om intervalu signaliziranja. Kada je riječ o diferencijalno kodiranom BPSK postupku (DE-BPSK), diferencijalno je kodiranje lako izvedivo. Ako je izlazni slijed jednak:

$$d_k = \overline{a_k \oplus d_{k-1}} \quad , \tag{5}$$

gdje je a_k ulazni signal diferencijalnog kodera u *k* - tom intervalu, d_{k-1} je izlazni signal kodera u prethodnom intervalu, a d_k izlazni signal kodera u tekućem *k* - tom intervalu, tada se je lako uvjeriti da će niz d_k pobuditi BPSK modulator tako da, kada je $a_k = 1$ faza nosioca ne doživljava promjenu, a kada je $a_k = -1$ (binarna "0"), faza nosioca se mijenja za π. Ako se demodulacija DE-BPSK obavlja koherentnim postupkom (DC-BPSK, Differentially Coherent BPSK), vjerojatnost pogreške u prijamu raste, jer se pogreške tada javljaju uvijek u parovima (po dva susjedna bita).

Tablica 1. Tablica stanja diferencijalnog kodera za postupak DE-QPSK

I_k	Q_k	I_{k-1}	Q_{k-1}	I_{Dk}	Q_{Dk}
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	0

Diferencijalnim kodiranjem nizova I i Q za modulaciju u QPSK modulatoru ostvaruje se to da je promjena faze nosioca u odnosu na prethodno stanje određena ulaznim dibitom. Ako je on jednak "00", promjena je 0 rad, za "01" promjena je _/2 rad, za "11" faza se mijenja za _ rad, a za "10" faza skače za 3_/2 rad. Da bi se to ostvarilo, ulazni bitovi u *k* - tom intervalu I_k i Q_k moraju sa prethodnim bitovima I_{k-1} i Q_{k-1} (*k*-1) - og intervala signaliziranja proizvesti bitove I_{Dk} i Q_{Dk} prema tablici stanja u tablici 1. Iz nje se primjenom odgovarajućih Karnoughovih tablica lako mogu izvesti logički izrazi koji povezuju izlazne veličine diferencijalnog kodera s prethodnim stanjima izlaza i tekućim stanjima ulaza:

$$\begin{aligned} I_{Dk} &= I_k\bar{I}_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + \bar{I}_k I_{k-1}Q_{k-1} + Q_k\bar{I}_{k-1}Q_{k-1} + \bar{Q}_k I_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + \\ &+ I_{k-1}\bar{I}_k\bar{Q}_k + \bar{I}_{k-1}I_kQ_k + Q_{k-1}\bar{I}_kQ_k + \bar{Q}_{k-1}I_k\bar{Q}_k \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned} Q_{Dk} &= I_kI_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + \bar{I}_k\bar{I}_{k-1}Q_{k-1} + Q_k\bar{I}_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + \bar{Q}_kI_{k-1}Q_{k-1} + \\ &+ I_{k-1}I_k\bar{Q}_k + \bar{I}_{k-1}\bar{I}_kQ_k + Q_{k-1}\bar{I}_k\bar{Q}_k + \bar{Q}_{k-1}I_kQ_k \end{aligned} \tag{7}$$

Implementacija ovih na prvi pogled složenih izraza u tehnologiji DSP (Digital Signal Processing) nije nikakav problem. (Inače, DSP se danas ultimativno koristi u ovom području tehnike. Blok sheme koje se susreću u literaturi ne realiziraju se direktno analognim sklopovima, već imaju svoj digitalni programski pandan u DSP-u). Ovako formirani nizovi bitova I_D i Q_D filtriraju se adekvatnim niskopropusnim filtrom i moduliraju nosioce u kvadraturnom odnosu, kao kod klasičnog QPSK postupka. Rezultat je DE-QPSK signal.

Valja primijetiti da je diferencijalno kodiranje riješilo problem nekoherentne demodulacije, ali ništa nije promijenilo u pitanju dinamike anvelope. Radi toga, DE-QPSK postupci *sami po sebi* nisu pogodni za primjene u mobilnim komunikacijama. Nekoherentna modulacija pogoršava otpornost na smetnje temeljnih PSK sustava za iznos dB koji ovisi o *M*. Pogoršanje kod QPSK iznosi 2.3 dB, a za velike *M* 3 dB. Toliko treba podići odnos signala i smetnje u diferencijalnom sustavu, da bi vjerojatnost pogreške bila ista kao u koherentnom.

1.2.3. *π/4-QPSK*

S obzirom da je diferencijalno kodiranje poželjno za potrebe diferencijalne detekcije, te da je također poželjno imati mogućnost i diferencijalne i koherentne demodulacije, diferencijalno kodiranje binarnih slijedova *I* i *Q* za ostvarenje π/4-QPSK postupka je poželjno, premda nije bezuvjetno potrebno. Ako je ono provedeno, rezultirajući postupak naziva se π/4-DQPSK.

Neka su u_k i v_k amplitude pulseva I i Q kanala u *k* - tom intervalu signaliziranja. Izlazne razine signala računaju se u procesoru po izrazu:

$$u_{k,\pi/4} = u_k + u_{k-1}\cos\theta_k - v_{k-1}\sin\theta_k. \quad (8)$$

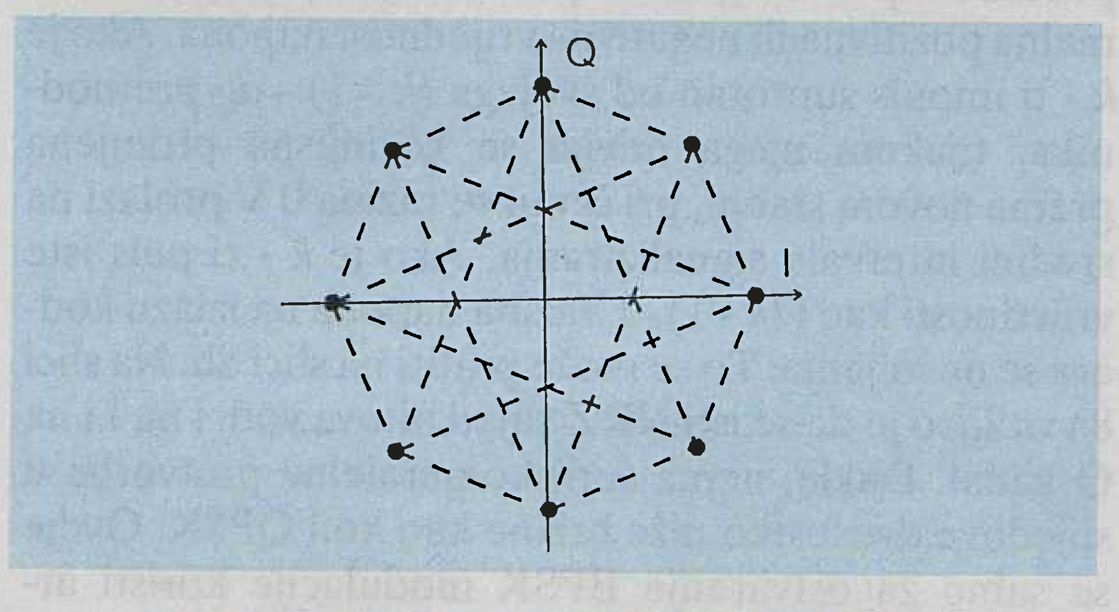
$$v_{k,\pi/4} = v_k + u_{k-1}\sin\theta_k - v_{k-1}\cos\theta_k. \quad (9)$$

One su prema tome funkcije trenutno prisutnih i prethodnih ulaznih simbola. Kut θ_k određen je trenutnim dibitom I_k Q_k po pravilu koje se vidi u iz tablice 2. Jednadžbe (8) i (9) su linearne transformacije koje u svakom koraku rotiraju kompleksnu ravninu anvelope *u-v* za π/4. Odatle je postupak dobio ime π/4-QPSK. Naime, efekt transformacije je slijedeći: u svakom intervalu signaliziranja konstelacija QPSK postupka sa slike 4a rotira se za π/4 u smjeru kazaljke na satu, tj. stanja u koja treba tranzitirati pri prijelazu iz *k* - tog u (*k*+1) - i interval nisu u (*k*+1) - om intervalu više gdje su bila u *k* - tom, već su za π/4 rad pomaknuta. Rezultat je to da nikada nema tranzicije u dijametralno suprotno stanje, jer *ono ne postoji*. Jedine moguće promjene faze nosioca su ±π/4 i ±3π/4. Štoviše, informacija je jednoznačno sadržana u tim promjenama faze, i to po pravilu koje se može očitati iz tabele II. Radi toga je nekoherentna detekcija π/4-QPSK signala moguća i bez diferencijalnog kodiranja. Slika 5 prikazuje konstelaciju stanja kod π/4-QPSK.

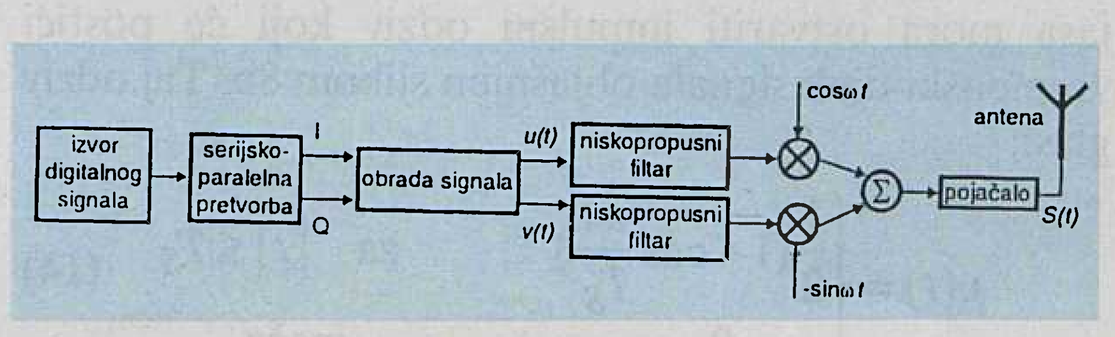
Tablica 2. Diferencijalni fazni pomak u modulacijskom postupku π/4-QPSK za sve moguce ulazne dibite

I_k	Q_k	θ_k
1	1	π/4
0	1	3π/4
0	0	-3π/4
1	0	-π/4

Sinteza π/4-QPSK signala je principijelno jednostavna, a prikazana je na slici 6. Ulazni podaci rastavljaju se u dvije dvostruko sporije struje *I* i *Q* u bloku za serijsko-paralelnu pretvorbu S/P. Slijedeći blok obavlja potrebnu obradu (računanje), bilo tako da primijeni (8) i (9) u svrhu generiranja π/4-QPSK signala, ili pak tako da obavlja operacije (6) i (7), a zatim (8) i (9), generirajući tako π/4-DQPSK signal. Ova obrada daje struje bitova $u_{\pi/4}(t)$ i $v_{\pi/4}(t)$, koje se oblikuju u pogodnim niskopropusnim filtrima. Potom slijedi modulacija I i Q nosioca, te konačno pojačanje. Obrada i filtriranje signala obavlja se u DSP tehnologiji.



Slika 5. Konstelacija stanja π/4-QPSK signala



Slika 6. Izvedba π/4-QPSK modulatora

1.3. Nekoherentna detekcija

Tri su osnovna načina nekoherentne detekcije π/4-QPSK signala: diferencijalna detekcija u osnovnom pojasu, konvencionalna diferencijalna detekcija u međufrekventnom pojasu, te FM-diskriminatorska detekcija. Naravno, kroz vrijeme se razvijaju i druge tehnike. Računalne simulacije i teorijska istraživanja pokazuju da su sva tri temeljna postupka po performancijama ekvivalentna. Njihove blok sheme nalaze se na slici 7. Ovdje će se pobliže objasniti rad detektora sa slike 7a.Pretpostavlja se da je kanal Nyquistov, tj. da ne unosi intersimbolnu interferenciju. Nakon miješanja sa signalom lokalnog oscilatora LO, koji ne mora biti fazno koherentan s nosiocem, te nakon niskopropusnog filtriranja, dobivaju se signali oblika:

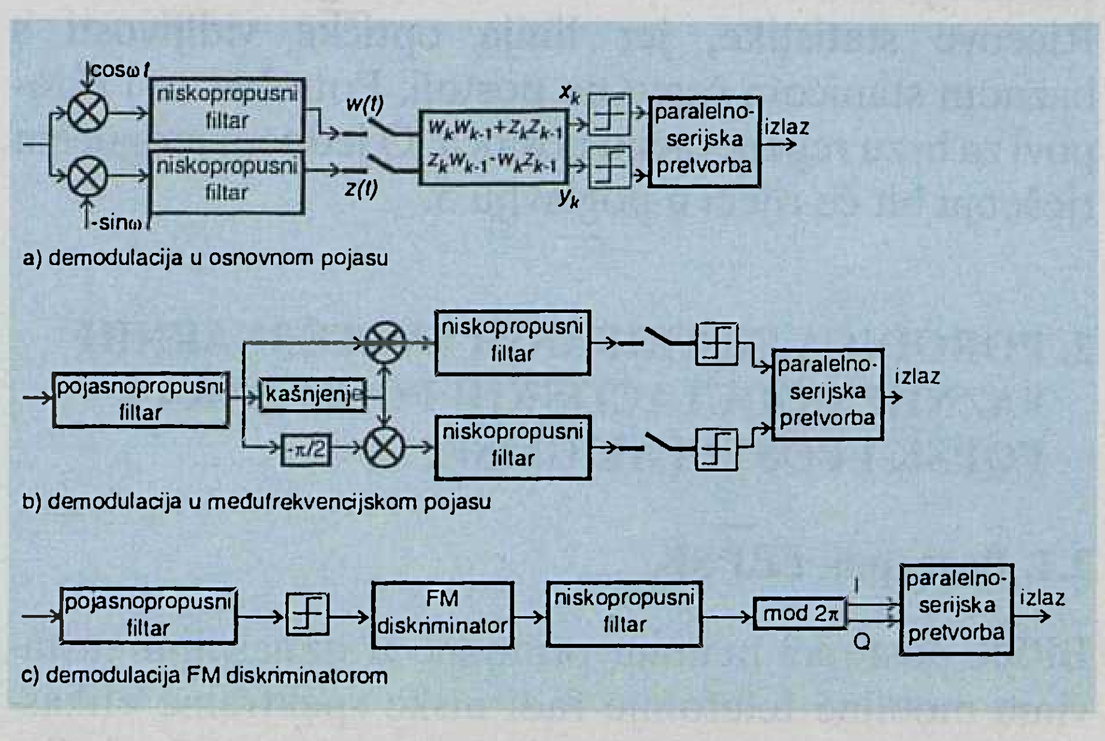
$$u_k = \cos(\varphi_k - \theta) \quad . \quad (10)$$

$$z_k = \sin(\varphi_k - \theta) \quad . \quad (11)$$

Ovdje je φ_k = Arctan (v_k/u_k), dakle faza nosioca u *k* - tom intervalu, koja je u trenutku uzorkovanja (sklopke na slici 7a) očuvana u Nyquistovom kanalu. Isto tako, u tom momentu vrijedi i $w_k = u_k, z_k = v_k$, ali u ostalim trenucima vremena *ne vrijede* jednakosti $w(t) = u(t)$, tj. $z(t) = v(t)$. Slijedeći blok računa izraze:

$$x_k = w_k w_{k-1} + z_k z_{k-1} = \cos(\varphi_k - \theta_{k-1}), \quad (12)$$

$$y_k = z_k w_{k-1} + w_k z_{k-1} = \sin(\varphi_k - \theta_{k-1}), \quad (13)$$



Slika 7. Tri načina nekoherentne detekcije π/4-QPSK signala: a) demodulacija u osnovnom pojasu; b) demodulacija u međufrekvencijskom pojasu; c) demodulacija FM diskriminatorom

što se lako provjeri iz (10) i (11). Vidi se da su fazni pomaci φk-1 izazvani nekoherencijom faze nosioca i lokalnog oscilatora identični, pa ne igraju nikakvu ulogu. Radi toga detektor odlučuje prema tablici 3. Tako je proces detekcije završen. I ovdje je rabljena digitalna obrada signala DSP.

Tablica 3. Tablica odluke diferencijalnog detektora u osnovnom pojasu, prikazanog na slici 7a

x_k	y_k	I	Q
<0	<0	0	0
<0	>0	0	1
>0	<0	1	0
>0	>0	1	1

Problem kod sklopa sa slike 7a je realizacija stabilnog lokalnog oscilatora frekvencije jednake frekvenciji nosioca. Ako postoji odstupanje Δf, tijekom intervala signaliziranja raste fazna pogreška po zakonu $2\pi\Delta ft$ sve do vrijednosti $2\pi\Delta fT_S$ u odnosu na početak intervala. Fazni drift uzrokuje pogoršanje *BER*-a. Kod sklopova sa slika 7b i 7c poteškoća leži u konstrukciji pojasnopropusnog filtra, koji mora imati određene prijenosne karakteristike. Ovaj filtar unosi intersimbolnu interferenciju i ima pojas šuma širi od Nyquistovog pojasa, što sve također pogoršava *BER*.

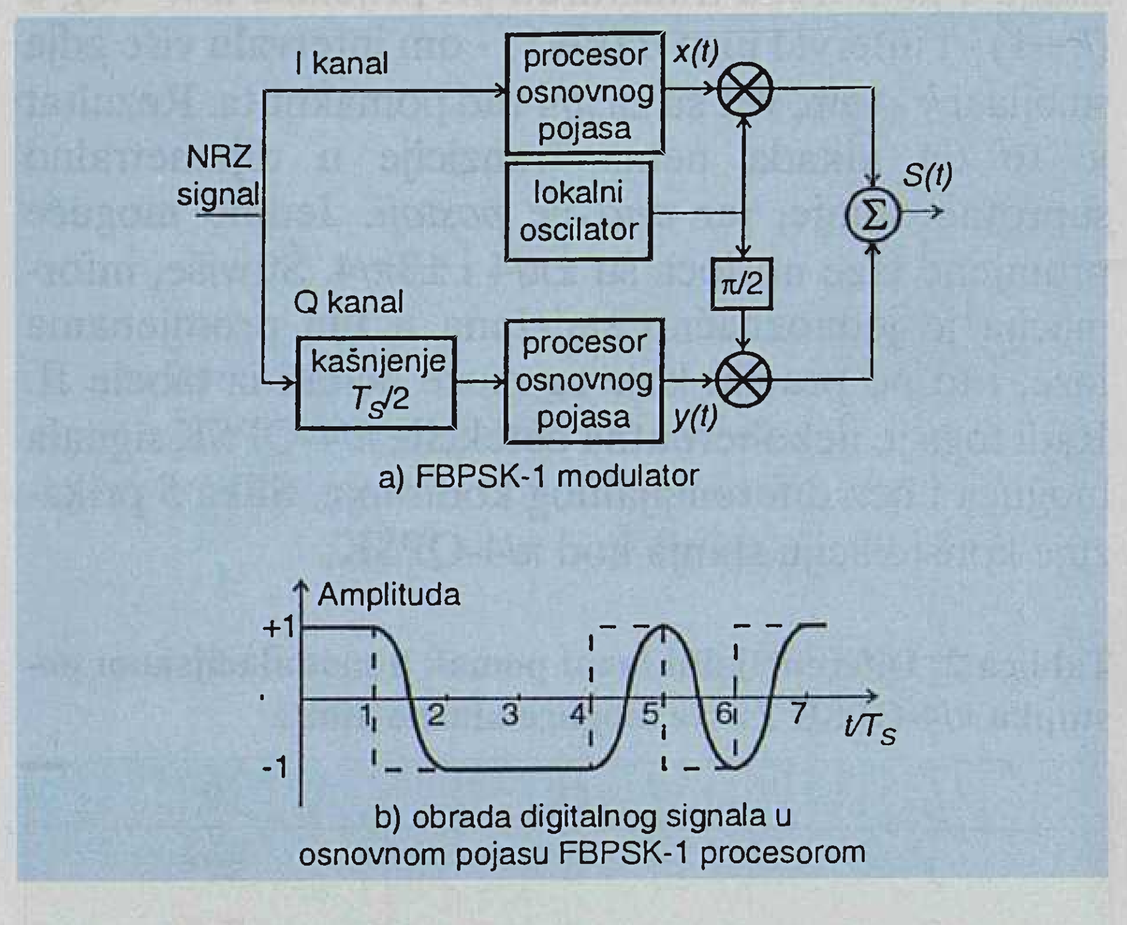
1.4. Koherentna detekcija

U kanalima s Gaussovim šumom i sporim fadingom koherentnom detekcijom može se postići 2 do 3 dB bolji *BER*, ovisno o primijenjenom modulacijskom postupku. U Riceovim kanalima (jaka direktna zraka s Gaussovom razdiobom + više slabijih indirektnih zraka koje rezultiraju Rayleighovim fadingom), te u Rayleighovim kanalima uz primjenu kompenzacije fadinga, koherentna demodulacija je poželjna i moguća i u radiomobilnim sustavima, posebice onima s velikim digitalnim brzinama, iznad nekih 40 kb/s. Problemi koji tu postoje izviru iz činjenice da je u mobilnom okruženju teško tvrditi da će kanal odgovarati modelu Riceove statistike, jer linija optičke vidljivosti s baznom stanicom često ne postoji. Potrebni su i sklopovi za brzu regeneraciju nosioca. O jednom mogućem rješenju bit će riječi u poglavlju 5.

2. PORODICA FILTRIRANIH KVATERNARNIH FAZNIH MODULACIJSKIH POSTUPAKA - FQPSK I POSTUPAK GMSK

2.1. Postupak FBPSK

BPSK postupci nemaju primjene u današnjim sustavima mobilne telefonije radi niske spektralne efikasnosti, ali bi zato mogli dobiti svoje mjesto u budućim CDMA sustavima. FBPSK (Filtered BPSK) je postupak razrađen da bi omogućio ostvarenje efikasnog BPSK postupka u *nelinearnom* kanalu. Struktura FBPSK modulatora odgovara OK-QPSK uređaju s procesorom koji uobličuje i korelira impulse radi umekšavanja tranzijenata. FBPSK se može demodulirati običnim BPSK demodulatorom, što je vrlo bitno svojstvo radi kompatibilnosti s do sada proizvedenim BPSK uređajima. Na žalost, demodulacija je isključivo koherentna. Ona se provodi samo nad jednim kanalom (I ili Q), jer oni nose istovjetne informacije. FBPSK postupak omogućuje bolju korisnost snage i spektra, te znatno smanjenje zračenja u okolinu kanala u slučaju nelinearnog pojačanja, a sve po cijenu degradacije *BER*-a manje od 1.1 dB u kanalima s bijelim Gaussovim šumom.



Slika 8. FBPSK-1 modulator: a) struktura modulatora; b) obrada ulaznog digitalnog signala u procesoru osnovnog pojasa

Najjednostavnija varijanta FBPSK procesora naziva se FBPSK-1. Struktura modulatora i primjer valnog oblika modulacijskih pulseva nalaze se na slici 8. Meki prijelaz između pulseva ostvaren je tako da se na početku bipolarnog NRZ pulsa uvijek postiže maksimalna pozitivna ili negativna vrijednost napona. Ako je k - ti impuls suprotan od svojega (k - 1) - og prethodnika, tijekom njega odvija se kosinusna promjena prema novom stanju, pri čemu se razina 0 V prolazi na sredini intervala signaliziranja. Ako je k - ti puls iste vrijednosti kao i (k - 1) - i, razina napona na izlazu kodera se ne mijenja. To se može pratiti na slici 8b. Na slici 8a vidljivo je da se isti NRZ slijed bitova vodi i na I i na Q kanal. Dakle, nema serijsko/paralelne pretvorbe u slijedove dvostruko niže brzine kao kod QPSK. Ovdje se samo za ostvarenje BPSK modulacije koristi arhitektura QPSK modulatora. Procesor osnovnog pojasa mora ostvariti impulsni odziv koji će postići vremenski tijek signala objašnjen slikom 8b. Taj odziv glasi:

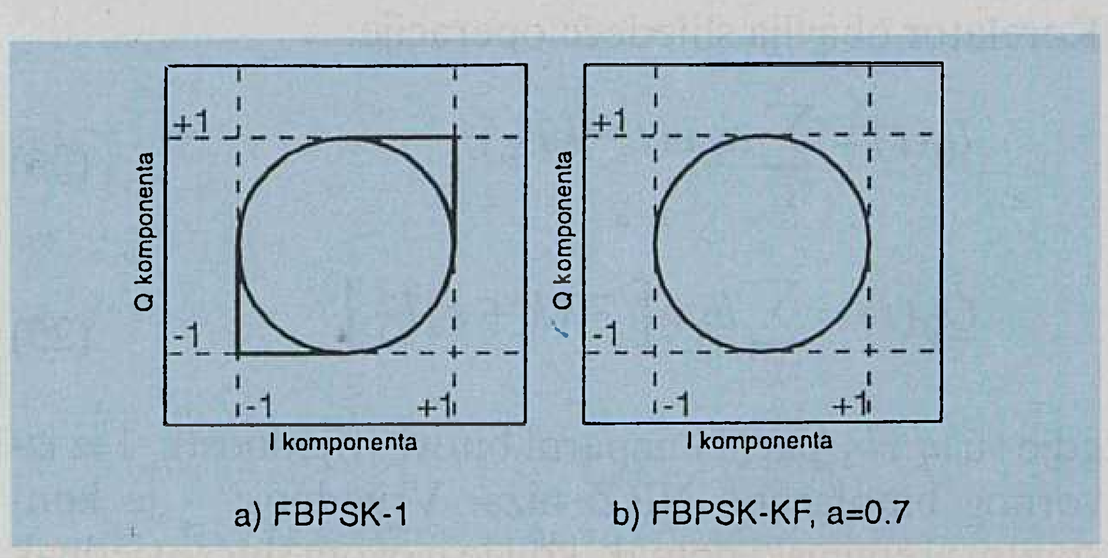
$$p(t) = \begin{cases} \frac{1}{2}(1+\cos\frac{\pi t}{T_S}) & \text{za } |t| \le T_S \\ 0 & \text{inače} \end{cases}. \quad (14)$$

Izlazni signali filtra tada su općenito:

$$x(t) = a(k)p(t - kT_S) + a(k-1)p\left[t - (k-1)T_S\right] \quad , \quad (15)$$

$$y(t) = a(k)p\left[t - (k-0.5)T_S\right] + a(k-1)p\left[t - (k+0.5)T_S\right] + \\ + a(k-2)p\left[t - (k+1.5)T_S\right] \quad , \quad (16)$$

gdje je a faktor korelacije, koji se kreće između 0.5 i 1. Odabir faktora a iz gornjih izraza određuje vrstu FBPSK postupka. Kao što se vidi, a općenito može biti različito odabran za različite vremenske korake k. Ako se odabere $a = 1$ za svaki k, nastaje FBPSK-1. Dinamika njegove amplitude je 3 dB. Za $a = 1/\sqrt{2}$ dinamika je 0 dB, a postupak se naziva FBPSK-KF. Konstelacije ova dva načina modulacije prikazane su slikom 9.



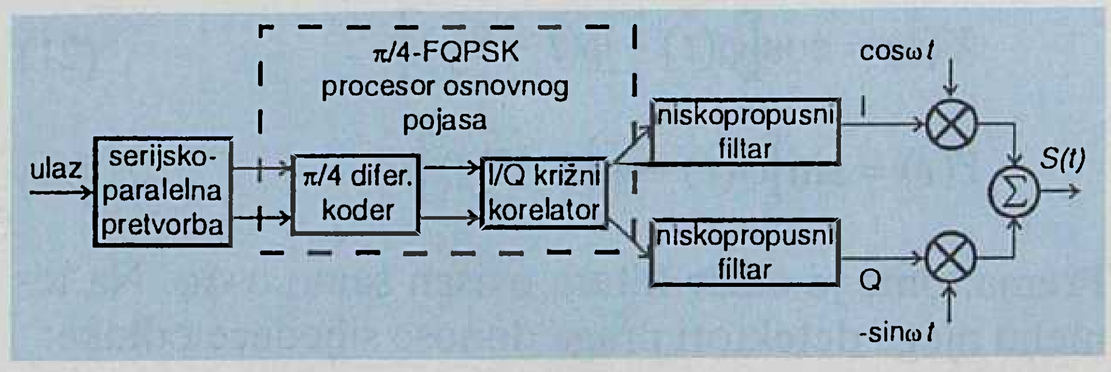
Slika 9. Konstelacije dvaju FBPSK postupaka: a) konstelacija signala FBPSK-1; b) konstelacija signala FBPSK-KF (faktor korelacije a=0.7) jednaka je konstelaciji GMSK signala

2.2. Postupak π/4-FQPSK

Uobičajeni π/4-QPSK postupak ima nepovoljnu osobinu značajne regeneracije spektra pri nelinearnom pojačanju. Unošenjem križne korelacije između I i Q signala pomoću procesora u osnovnom pojasu, taj se problem može prilično ublažiti i dobiti modulacijska metoda vrlo niske dinamike. Jedna od takvih je Feherova π/4-FQPSK. Ona je u demodulaciji kompatibilna sa π/4-QPSK, i zadovoljava uvjete standarda IS-54 glede zračenja u susjedne pojaseve. Važna osobina postupka je da može biti demoduliran koherentno i nekoherentno.

Križna korelacija simbola uključuje miješanje utjecaja sadašnjih i prethodnih signala, i kao takva ima filtarski učinak niskopropusnog tipa. π/4-FQPSK procesor osigurava da kada god jedan od I ili Q kanala prolazi kroz nulu, drugi kanal dostiže amplitudu specificiranu faktorom korelacije. Njegovim variranjem moguće je ostvariti čitav spektar π/4-FQPSK postupaka različitih svojstava.

Blok shema modulatora dana je na slici 10. Procesor osnovnog pojasa u DSP tehnologiji ostvaruje π/4 diferencijalno kodiranje i izračunavanje križne korelacije. Prema tome, procesor sa slike u stvari generira signale tipa π/4-FQPSK. (Sam čin diferencijalnog kodiranja



Slika 10. Modulator π/4-FQPSK

prema (6) i (7) nije od esencijalne važnosti. Nužno je obaviti barem operacije (8) i (9)). Ako $I(k)$ i $Q(k)$ označuju rezultat te operacije u bilo kojoj od dvije varijante, kroskorelator mora izvesti slijedeće izračune:

1.) Za $I(k)\ I(k-1) = 0$ postoje dva moguća slučaja:

a) ako je $Q(k)\ Q(k-1)$ 0, tada je:

$$\left.\begin{aligned} u(t) &= C_{11} + 0.5C_1 \cos 2\pi(t/T_S - k + 1) \\ v(t) &= Q(k-1)\cos\pi(t/T_S - k + 1) \end{aligned}\right\} \text{ za } t \in \left[(k-1)T_S, (k-0.5)T_S\right] \\ \left.\begin{aligned} u(t) &= C_{21} - 0.5C_2 \cos 2\pi(t/T_S - k + 1) \\ v(t) &= -Q(k)\cos\pi(t/T_S - k + 1) \end{aligned}\right\} \text{ za } t \in \left[(k-0.5)T_S, kT_S\right] \Bigg\} \quad . \quad (17)$$

Pritom su konstante jednake:

$$\left.\begin{aligned} C_{11} &= 0.5\left\{I(k-1) + 2a\left[I(k-1) + I(k)\right]\right\} \\ C_{21} &= 0.5\left\{I(k) + 2a\left[I(k-1) + I(k)\right]\right\} \\ C_1 &= I(k-1) - 2a\left[I(k-1) + I(k)\right] \\ C_2 &= 2a\left[I(k-1) + I(k)\right] - I(k) \end{aligned}\right\} \quad . \quad (18)$$

Parametar a predstavlja korelacijski faktor između 0 i 1, o kojemu ovise valni oblici izlaznih modulacijskih signala.

b) ako je $Q(k)\ Q(k-1)$ 0, tada je:

$$\left.\begin{aligned} u(t) &= A_1 + A_2 \cos\pi(t/T_S - k + 1) \\ v(t) &= B_1 + B_2 \cos\pi(t/T_S - k + 1) \end{aligned}\right\} \quad \text{za} \quad t \in \left[(k-1)T_S, kT_S\right] \quad . \quad (19)$$

Konstante se računaju kao:

$$\left.\begin{aligned} A_1 &= 0.5\left[I(k-1) + I(k)\right] \\ A_2 &= 0.5\left[I(k-1) - I(k)\right] \\ A_3 &= 0.5\left[Q(k-1) + Q(k)\right] \\ A_4 &= 0.5\left[Q(k-1) - Q(k)\right] \end{aligned}\right\} \quad . \quad (20)$$

2.) Za slučaj $Q(k)\ Q(k-1) = 0$ treba u formulama (17) do (20) sve oznake I zamijeniti sa Q i obratno.

Time je definiran skup operacija koje treba izvesti korelator kao dio procesora osnovnog pojasa. Vidljivo je da postoji međuutjecaj I i Q komponente, jer se npr. operacije (17) i (18) provode pod uvjetom $I(k)\ I(k-1) = 0$, i istodobno koriste I i Q vrijednosti. Konstelacija π/4-FQPSK postupka nastala ovakvom obradom prikazana je na slici 11. Blok shema diferencijalnog detektora u međufrekventnom pojasu dana je na slici 12. Lako je izračunati da signali niskopropusnih filtara imaju oblik:

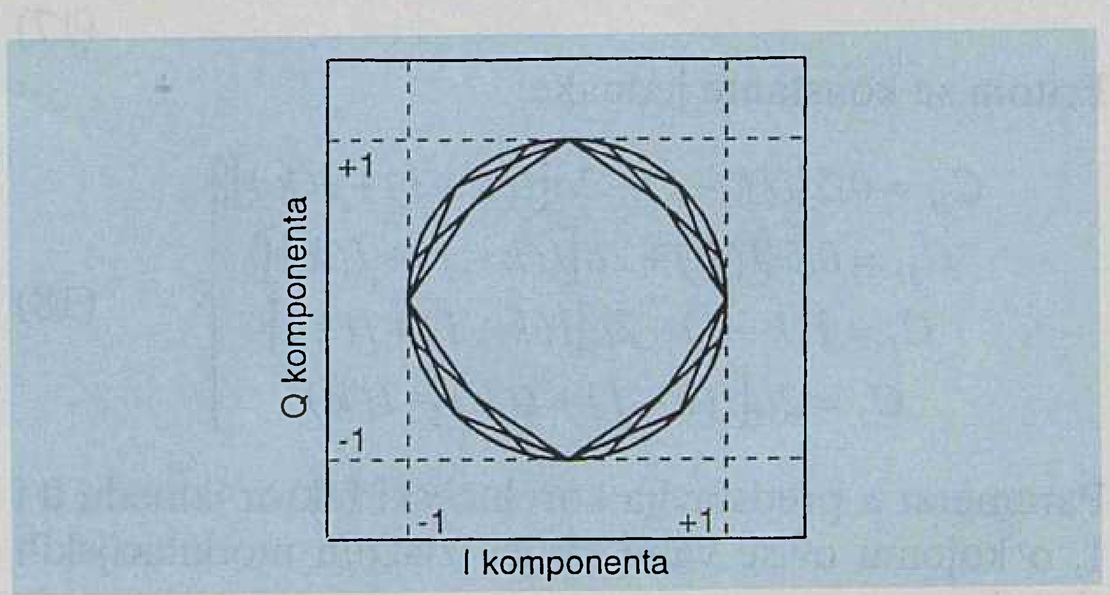
$$X(t) = \cos\left[\varphi(t) - \varphi(t - T_S)\right] \quad . \tag{21}$$

$$Y(t) = \sin\left[\varphi(t) - \varphi(t - T_S)\right] \quad . \tag{22}$$

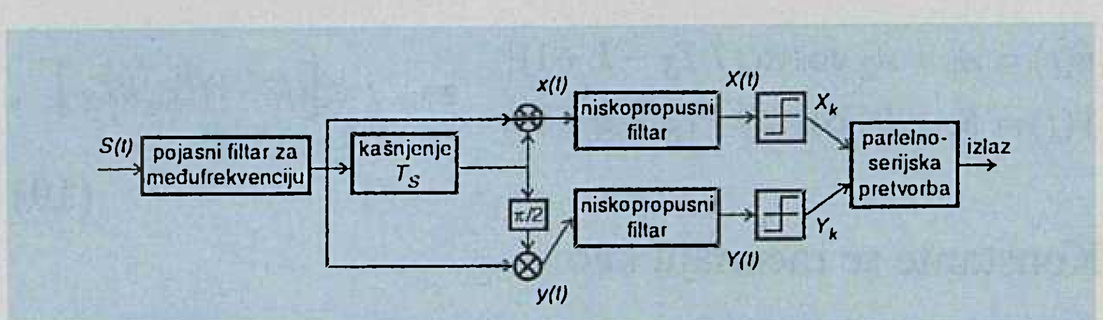
Prema tome je odziv filtara ovisan samo o $\Delta\varphi$. Na temelju njega detektori praga donose slijedeće odluke:

$$\left.\begin{array}{lll} X_k = 1 & \text{ako je} & X(t)\big|_{t=kT_S} > 0 \\ X_k = 0 & & \text{inače} \\ Y_k = 1 & \text{ako je} & Y(t)\big|_{t=kT_S} > 0 \\ Y_k = 0 & & \text{inače} \end{array}\right\} \quad . \tag{23}$$

Treba naglasiti da se operacije iz (23) obavljaju u trenucima uzorkovanja kT_S. Nakon paralelno-serijske pretvorbe (odnosno diferencijalnog dekodiranja i paralelno-serijske pretvorbe za π/4-FDQPSK) dobiva se izvorni slijed podataka. S obzirom da se on detektira samo pomoću razlike faze iz (21) i (22), očito je riječ o diferencijalnom postupku demodulacije.



Slika 11. Konstelacija stanja signala π/4-FQPSK

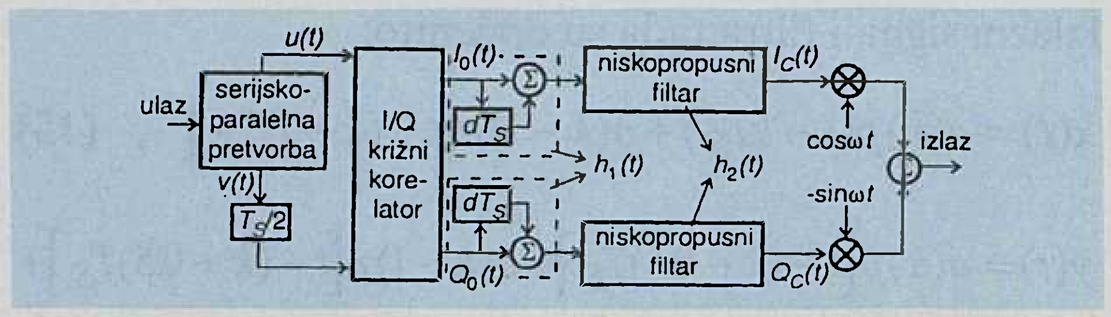


Slika 12. Diferencijalni detektor u međufrekvencijskom pojasu za signal π/4-FQPSK

2.3. Postupak CB-FQPSK

Brown i Feher predlažu u [5] najnoviju modulacijsku metodu koja nudi dva puta veći kapacitet celularnog sustava u odnosu na GMSK primijenjen u DECT-u. Ona ima poduži naziv: Cross-correlated corelative Baseband encoded FQPSK (CB-FQPSK), tj. križno korelirana korelativna FQPSK kodirana u osnovnom pojasu. O čemu se radi?

Shematski prikaz kodera vidi se na slici 13. Nakon serijsko-paralelne pretvorbe s dodatnim pomakom Q kanala za $T_S/2$ (kao kod OK-QPSK) slijedi najprije I/Q križni korelator. Njegova zadaća je da osigura približnu konstantnost vektorske sume amplituda kofazne i kvadraturne komponente u svakom periodu



Slika 13. Modulator za postupak CB-QPSK

binarnog signala. Taj stupanj unosi korelaciju između I i Q kanala. Nakon njega, na slici 13 se vide dva niza, $I_0(t)$ i $Q_0(t)$, što se vode preko korelativnog kodera jednostavnog tipa, zaključenog niskopropusnim filtrom, koji unosi kontroliranu dozu intersimbolne interferencije u ove nizove. Daljnji postupak s ovako formiranim i oblikovanim strujama bitova u načelu potpuno odgovara klasičnom QPSK postupku.

Korelator obavlja slijedeće operacije:

$$I_0(t) = \sum_k a_k u(t - kT_S), \tag{24}$$

$$Q_0(t) = \sum_k b_k v\left[t - (k + \varepsilon)T_S\right], \tag{25}$$

gdje su a_k i b_k parni i neparni bitovi vrijednosti _1 iz izvornog bipolarnog NRZ niza. Vrijednost _ je konstantni vremenski pomak, koji je u ovom slučaju jednak 1/2. Funkcije u i v biraju se po određenom pravilu iz ovoga skupa:

$$u(t), v(t) \quad \in \quad \left\{\begin{array}{c} X \\ A\cos(\pi t / T_S) \\ A\sin(\pi t / T_S) \\ X\cos(\pi t / T_S) \\ X\sin(\pi t / T_S) \\ A - K\cos^2(\pi t / T_S) \\ A - K\sin^2(\pi t / T_S) \end{array}\right\} \quad , \tag{26}$$

gdje je $K = A - X$. Ovdje X označuje korelacijski faktor, a A najveću amplitudu modulacijskih signala. Sumacija u (24) i (25) provodi se određeni broj koraka unatrag. Taj broj može biti dosta velik.

Korelativno kodiranje obavlja slijedeću operaciju:

$$I_C(t) = I_0(t) + I_0(t - d \cdot T_S). \tag{27}$$

$$Q_C(t) = Q_0(t) + Q_0(t - d \cdot T_S). \tag{28}$$

To se vidi i na slici 13. Impulsni i njegov odgovarajući amplitudni odziv su očigledno:

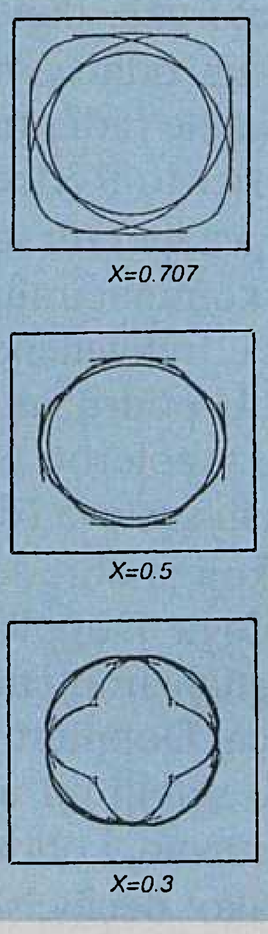
$$h_1(t) = \delta(t) + \delta(t - d \cdot T_S). \tag{29}$$

$$\left|H_1(f)\right| = 2\left|\cos(\pi \cdot f \cdot d \cdot T_S)\right|. \tag{30}$$

Filtar definiran sa (30) ima periodičku karakteristiku koju treba prigušiti nakon prve nultočke na $f_{gl} = 1/(2\,d\,T_S)$ Nyquistovim filtrom. S obzirom da je vrijednost

(30) pri toj frekvenciji ionako mala, na dotični filtar ne postavljaju se teški uvjeti. Dovoljno je primijeniti npr. Butterworthov filtar 4. reda sa $BT_S = 0.55$. Faktor kašnjenja d kontrolira veličinu kašnjenja u vremenskom odzivu. On *mora* biti $d = 1/2$. Tada se postiže dvorazinsko signaliziranje i detekcija. Čitav ovaj postupak u osnovnom pojasu signala obavlja DSP procesor.

Na bitna svojstva CB-FQPSK postupka najviše utječe korelacijski faktor X, ili preciznije rečeno, njegov relativan odnos prema veličini A. Zato se za A može uvijek staviti vrijednost 1. Slika 14 prikazuje konstelacije stanja za različite iznose X. Vidi se da optimalna vrijednost faktora X iznosi 1/2.



Slika 14. Utjecaj odabira korelacijskog faktora X na konstelaciju stanja postupaka iz porodice CB-FQPSK

Mana CB-FQPSK metode sa stanovišta uporabe u pokretnim radiokmunikacijama je nužnost koherentne detekcije, što povlači potrebu za brzom rekonstrukcijom nosioca iz prijamnog signala.

2.4. Postupak GMSK

Modulacijski postupak GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) [1] važan je zato što je primijenjen u sustavima pokretnih komunikacija GSM i DECT. Riječ je o metodi modulacije koja se po svojim osobinama može svrstati bilo u FSK (Frequency Shift Keying), bilo u QPSK porodicu postupaka. Pažljiviji čitatelj sigurno zamjećuje da su *svi* do sada spominjani postupci ostvareni na istim načelima: izvorna struja bitova razdvaja se u dvije dvostruko sporije, koje se potom procesiraju (filtriraju), te se koriste za modulaciju dvaju nosioca iste frekvencije, međusobno pomaknutih za 90°.

FSK signal kontinuirane faze s indeksom modulacije $m = 0.5$ ima neka posebna svojstva. Frekventna devijacija iznosi $\Delta f = 1 / 4\tau$ (τ je trajanje bita), što znači da su diskretne frekvencije razmaknute za $1/(2\tau)$. To je minimalni razmak kod kojega one mogu biti ortogonalne na periodi digitalnog signala, pa se ovaj postupak naziva MSK (Minimum Shift Keying). Ortogonalnost upućuje na nekoreliranost signala. Očito se MSK može zapiati kao:

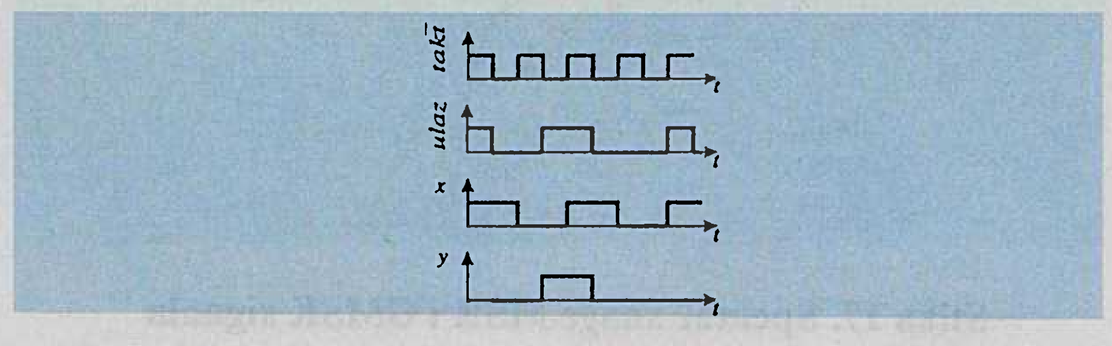
$$u_{MSK}(t) = U_p \cos\left[2\pi\left(f_p \pm \frac{1}{4\tau}\right)t\right], \quad (31)$$

što rastavljeno daje:

$$u_{MSK}(t) = U_p \cos\left(\pm\frac{\pi t}{2\tau}\right)\cos\omega_p t - U_p \sin\left(\pm\frac{\pi t}{2\tau}\right)\sin\omega_p t\ . \quad (32)$$

Izraz je sastavljen od kvadraturnih komponenti signala frekvencije ω_p (nosioc) amplitudno moduliranih signalima cos ($\pm\pi t/2$_) i sin ($\pm\pi t/2$_), a to omogućuje jednostavnu i efikasnu sintezu pomoću dvije digitalne struje. Niz modulacijskih digitalnih signala treba rastaviti na dva dvostruko sporija. Princip rastavljanja ilustriran je slikom 15. Promatrajući blokove po dva bita ulaznog niza, prvi daje vrijednost struji x od trenutka svojeg početka, a drugi daje svoju vrijednost struji y, također od trenutka svojeg početka. Znači da y kasni za π za nizom x. Upravo to je bio i cilj. Ako iz matematičkih razloga x i y tretiramo kao bipolarne logičke signale, (32) prelazi u oblik:

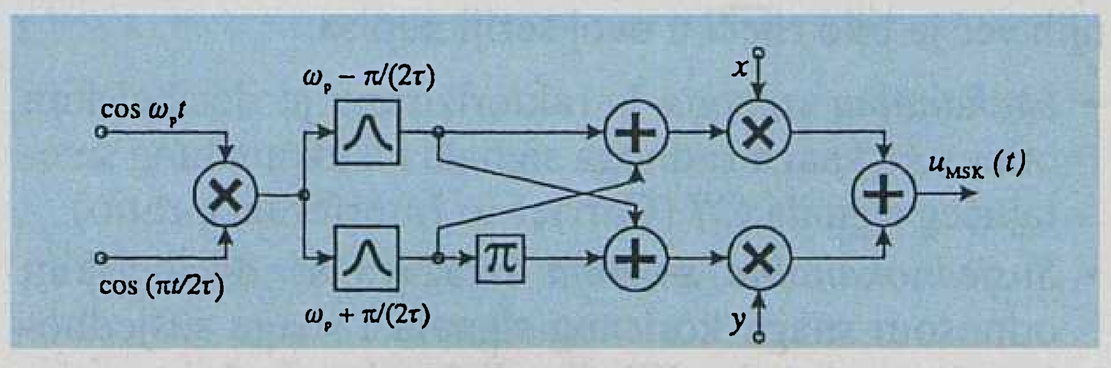
$$u_{MSK}(t) = U_p\left[x\cos\left(\frac{\pi t}{2\tau}\right)\cos\omega_p t - y\sin\left(\frac{\pi t}{2\tau}\right)\sin\omega_p t\right]\ . \quad (33)$$



Slika 15. Dobivanje dvaju nizova fazno pomaknutih za τ rastavljanjem ulaznog signala, za potrebe sinteze MSK signala

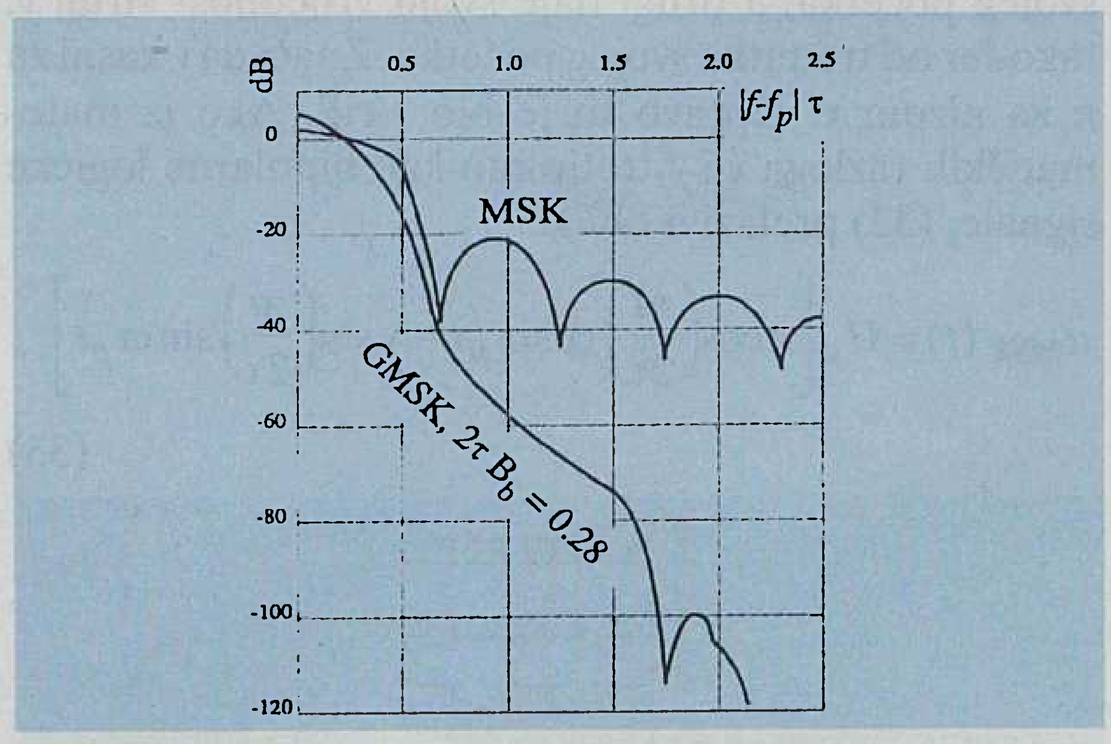
To otvara put konstrukciji mogućeg sklopa sinteze MSK signala prema slici 16. Ovojnica spektra snage MSK signala računa se na osnovi zapažanja da je u stvari riječ o linearnom modulacijskom postupku tipa QPSK:

$$S_{MSK}(f) = K\tau\,\frac{1+\cos\left[4\pi(f-f_p)\tau\right]}{\left[1-16\tau^2(f-f_p)^2\right]^2} \quad (34)$$



Slika 16. Izvedba MSK modulatora

Ako se provede filtriranje digitalnih modulacijskih signala Gaussovim filtrom, izgled spektralne ovojnice se mijenja tako što pada udio viših bočnih komponenti. Umekšavanje tranzijenata provodi se upravo da bi se potisnule te komponente, čime se postižu dva efekta: smanjuje se zračenje smetnji u susjedne kanale i glavnina snage se premiješta u pojas blizu nosioca, čime se umanjuje njezin dio što se odrezuje izlaznim filtrom. To čini postupak GMSK metodom koja daje praktički konstantnu anvelopu. U mobilnim uređajima, gdje je poželjno koristiti nelinearna visokoefikasna pojačala, radi se nesumnjivo o prednosti. Asimptotska spektralna korisnost GMSK je 2 b/s/Hz, a GSM korist 1.35 b/s/Hz, pa se u pojasu radiokanala širokog 200 kHz prenosi 271 kb/s informacije. Parametar karakterističan za GMSK je normirana širina pojasa niskopropusnog Gaussovog filtra za modulacioni signal, u našem slučaju $B_b * 2\tau$, koja u GSM-u iznosi 0.28. Slika 17 prikazuje ovojnicu spektra snage za obični MSK signal, te za GMSK kakav se koristi u GSM-u.



Slika 17. Spektar snage MSK i GMSK signala

3. SVOJSTVA MODULACIJSKIH POSTUPAKA U UVJETIMA SMETNJI

3.1. Vrste smetnji i karakteristični parametri

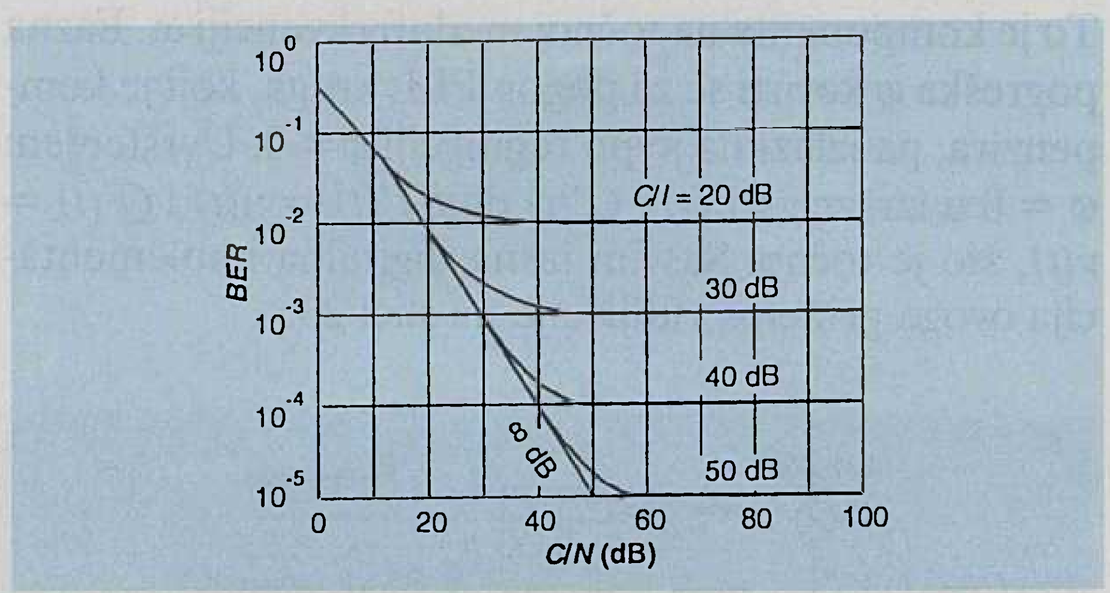
U mobilnim komunikacijama javlja se više vrsta smetnji koje se nepovoljno odražavaju na performancije digitalnih sustava. Kvaliteta prijenosa izražava se udjelom pogrešno dekodiranih bitova (*BER*, Bit Error Rate) na kraju digitalnog komunikacijskog lanca. Moguće je identificirati sedam glavnih izvora smetnji s njima karakterističnim parametrima, a o nekima od njih već je bilo riječi u ovoj seriji napisa:

- *Istokanalna smetnja* karakterizirana je decibelskim odnosom snaga radnoga signala i istokanalnog smetajućeg signala *C/I* (Carrier to Interference ratio).
- *Susjednokanalna smetnja* izražava se decibelskim odnosom snage korisnog signala i snage susjednokanalnog signala, čiji dio djelomice, bočnim pojasom, upada u korisni - *C/A* (Carrier to Adjacent channel ratio). Ta je smetnja iste vrste kao i prethodna, a razlikuje se po tome što u loše koncipiranoj mreži može doći s mnogo manje udaljenosti nego li istokanalna.
- *Vremenska disperzija* važan je parametar u digitalnim sustavima. Ona nastaje uslijed višestrukog širenja valova između komunicirajućih radijskih postaja. Na taj način jedan dio energije, obično najveći, dolazi najprije na cilj, najkraćim putem, tzv. glavnom zrakom. Iza nje dolaze još mnogi dijelovi ukupne energije, koji su se širili drugim, dužim putevima, uslijed složene konfiguracije terena. Vremenski rasap izriče se dvjema veličinama: odnosom kašnjenja najjače reflektirane zrake u odnosu na glavnu i trajanja intervala digitalnog signaliziranja (T/T), te decibelskim odnosom ukupno primljene snage i snage zakašnjele radi pristizanja indirektnim zrakama (C/R, Carrier to Reflection ratio).
- *Dopplerov pomak* nastaje radi relativnog gibanja radio stanica koje komuniciraju. Iskazuje se umnoškom Dopplerove frekvencije i trajanja intervala signaliziranja ($f_{\cdot}T$). U području terestrijalnih mobilnih komunikacija Dopplerov pomak važan je kod sporo signalizirajućih sustava (do oko 40 kBaud).
- *Rayleighov fading*, koji je obrađen u 1. nastavku ove serije, preuzima ulogu Dopplerovog pomaka kod sustava s brzim signaliziranjem (40 kBaud). Kod takvih sustava utjecaj Dopplerovoga pomaka je prisutan, ali je mnogo slabiji od utjecaja Rayleighova fadinga. Vrijedi, naravno, i obrat.
- *Šum* se izriče dvojako: decibelskim odnosom snage signala i šuma (C/N, Carrier to Noise ratio), te decibelskim odnosom energije koju nosi jedan bit i snage šuma u jednom Hz prenošenog pojasa ($E/N_{\cdot}$).
- *Intermodulacijski produkti*, o kojima je bilo opširnoga govora u prošloj epizodi, općenito se vrlo teško mogu kvantitativno iskazati.

3.2. Primjer: svojstva prijenosa π/4-DQPSK signala ometanog šumom i istokanalnom smetnjom

U [2] je istraženo ponašanje nekodiranog i neekviliziranog π/4-DQPSK sustava u Rayleighovom kanalu s dvije zrake, uz prisustvo istokanalne smetnje, bijelog Gaussovog šuma i Dopplerovog pomaka. Na slici 18 dan je *BER* u ovisnosti o odnosu snaga signala i šuma C/N, ali bez Dopplerovog pomaka i vremenske disperzije. S obzirom da u sistemu s Rayleighovim fadingom vrijedi da je $BER\ (C/N) \approx BER\ (C/I)$, s razlikom od ±1 dB, ta slika ujedno ilustrira i ovisnost *BER*-a o C/I. Nosioc je na 850 MHz, brzina signaliziranja je 24 kBaud (48 kb/s), a faktor zaobljenja je $\alpha = 0.2$. Kanal je ometan istokanalnom smetnjom, pa se C/I pojavljuje kao parametar.

Rezultati pokazuju da istokanalna smetnja uzrokuje pojavu praga najnižeg postizivog stupnja pogreške. Tako npr. uz $C/I = 20$ dB nije moguće postići *BER* ispod 1%, bez Dopplerovog pomaka. Uračunavanjem



Slika 18. Ovisnost BER-a o C/N i C/I za π/4-DQPSK signal u kanalu sa sporim fadingom, kod brzine prijenosa od 24 kBaud (48 kb/s). Nosioc je na 850 MHz, a faktor zaobljenja filtra u osnovnom pojasu je α=0,2. Doplerov pomak i vremenska disperzija su zanemareni

Dopplerovog pomaka situacija se još pogoršava. Primjerice, ako je $f_D T$>0.0316, tada niti uz beskonačan *C/I* nije moguće postići *BER* bolji od 1%. Dopplerov pomak frekvencije normaliziran na period signaliziranja mora biti čim manji, barem ispod 0.001, da bi se njegov utjecaj mogao donekle zanemariti.

Detaljne analize osjetljivosti pojedinih modulacijskih postupaka na različite vrste smetnji čitatelj može pronaći u [2 - 9]. U[8] i [9] mogu se pronaći općenite definicije parametara koji su pritom bitni, te svojstva najvažnijih modulacijiskih metoda.

4. POBOLJŠANJA KOJA DONOSI KONVOLUCIJSKO KODIRANJE

U [7] se teorijski analiziraju poboljšanja u *BER* performancijama klase postupaka zasnovanih na QPSK, odnosno DQPSK modulaciji. Konvolucijski zaštitni kodovi koriste se u svim današnjim digitalnim radiomobilnim sustavima, i redovito pripadaju vrsti $K_0/N_0 = 1/2$, što znači da unose toliku redundanciju u binarni niz, da on postaje dvostruko duži, radi čega zaprema dvostruko veću širinu pojasa. To je cijena koju treba platiti da bi se postigla ispravljivost određene količine pogrešno detektiranih bitova (tipično oko 30% ravnomjerno raspoređenih u vremenu), korištenjem Viterbievog postupka dekodiranja. Detaljan pregled tehnika zaštitnog kodiranja digitalnih poruka (FEC, Forward Error Correction) može se naći u [8], a posebno u [9].

Konvolucijski koder vrste 1/2 unosi redundanciju u binarni niz tako što obavlja određene jednostavne logičke operacije nad trenutno prisutnim i m prethodnih bitova, formirajući istodobno dvije struje koje se multipleksiraju na izlaznu liniju dvostrukom brzinom. Istraživanja pokazuju da je sa stanovišta ispravljivosti pogrešaka optimalna realizacija kodera se 2 stupnja kašnjenja ($m = 2$), koja može ispraviti oko 1/3 pogrešno prenesenih bitova koda, što znači oko 1/6 bitova izvorne informacije. Realizacija sa $m = 3$ ima sposobnost ispravljanja 1/4 prenošenih bitova. Za m 3 implementacija se komplicira, a rezultati su sve lošiji [8].

Za kod klase K_0/N_0 definiraju se *stegnute dužine koda*, posebno za čistu informacijsku, a posebno za ukupno kodiranu struju bitova:

$$N_{\text{info}} = (m+1)K_0 \,, \tag{35}$$

$$K = N_{\text{kod}} = (m+1)N_0 \,, \tag{36}$$

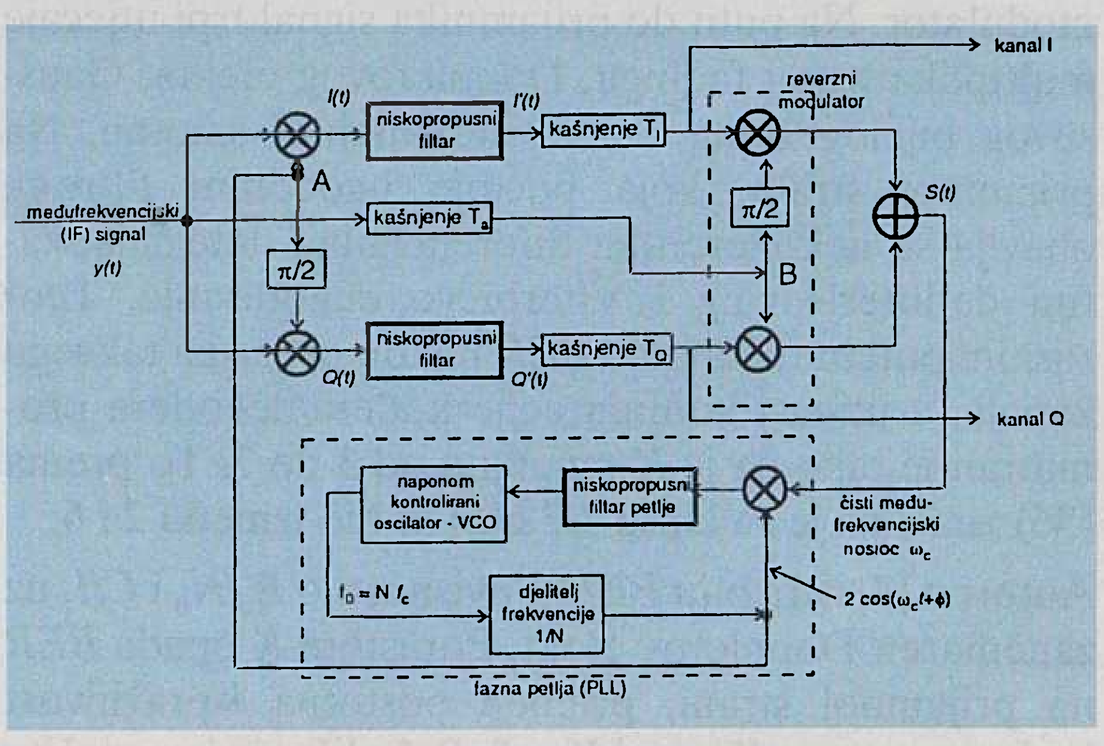
gdje je potonji parametar važniji, i analogan je dužini riječi kod blokovskih kodova. On je i jedan od ključnih ulaznih podataka u studiji [7], gdje je izvršeno modeliranje kanala na taj načina da on na predajnoj strani ima najprije konvolucijski koder, zatim stupanj za vremensko razbacivanje binarnog niza (interleaving, način borbe protiv djelovanja pulsnih smetnji koje bi inače oštećivale duge nizove uzastopnih bitova), te DQPSK modulator. Na putu do prijamnika signal trpi utjecaje multiplikativnog fadinga, Dopplerovog efekta, Gaussovog bijelog šuma i više istokanalnih smetnji. Na prijamnoj strani, koja počinje ugođenim filtrom, obavlja se nekoherentna diferencijalna detekcija, zatim de-interleaving i Viterbievo dekodiranje. Teorijskim putem računat je *BER* nakon prolaska takvoga kanala, a utjecaj konfiguracije kodera/dekodera promatran je tako da je K mijenjan od 3 do 7. To prema (36) znači da je za klasu 1/2 broj m bio između 2 i 6.

Autori u [7] istražuju *BER* u ovisnosti o E_b/N_0 i *C/I*, uz zanemaren Dopplerov efekt. Porastom K opada *BER* na prijamnoj strani, premda postotna ispravljivost koda ne raste sa K iznad $K = 3$. Poboljšanje je naročito istaknuto kod većih odnosa snaga signala i šuma, odnosno smetnji. To je normalno, jer pod tim uvjetima *BER* ionako nije prevelik, pa kod s bilo kakvim K uspješno ispravlja sve nastale pogreške. S druge strane, veći K donosi redundanciju koja se proteže na duži vremenski period, pa tu leži njegova prednost. Za E_b/N_0 ispod 10 dB ovakva se ovisnost invertira, a upravo u tom području je rad konvolucijskih kodera/dekodera od ključne važnosti.

Nadalje se promatra ovisnost dobitka kodiranja o K, uz zanemarenje Dopplerovog pomaka i istokanalnih smetnji, uz umjereni *BER* od 0.01%. Za K od 3 do 7 dobitak raste od nekih 22 dB do 25 dB. Svako konvolucijsko kodiranje donosi dakle izuzetan dobitak obrade, što znači smanjenje potrebnih odnosa *C/I, C/N* itd. To je za mobilne sustave od najveće moguće važnosti. Konvolucijski kodovi vrste 1/2 i stegnute dužine K poboljšavaju performancije DQPSK sustava i u uvjetima Dopplerovog pomaka. Zanimljivo je da su autori u[7] promatrali i svojstva sustava sa drugim vrstama konvolucijskih kodova, poimence sa 2/3, 3/4, 4/5, 5/6 i 6/7. Ustanovili su da dobitak kodiranja u tome nizu opada za bilo koji K između 3 i 7. Za $K = 3$ taj je pad drastičan. Razlika od vrste 1/2 do vrste 3/4 je oko 7 dB. To znači da su po ovom pitanju kodovi klase 1/2 optimalni.

5. DIGITALNA REKONSTRUKCIJA NOSIOCA REVERZNOM MODULACIJOM ZA POTREBE KOHERENTNE DEMODULACIJE FQPSK SIGNALA

Koherentna detekcija ima bolju *BER* performanciju za 2 do 3 dB u odnosu na diferencijalnu, ali konvencionalne metode rekonstrukcije nosioca (npr. metoda kvadriranja ulaznog signala) imaju svoje teškoće u primjenama kod sustava pokretnih komunikacija, koje nastaju radi prijama s ponekad relativno dugim trajanjem fadinga. U [10] se predlaže potpuno digitalna metoda rekonstrukcije nosioca tehnikom reverzne modulacije i primjenom pričuvnog sklopa za periode s fadingom, koja bi omogućila koherentnu detekciju FQPSK i GMSK signala u uvjetima mobilnog okruženja. Proces se odigrava na razini međufrekventnog (IF, Intermediate Frequency) signala.



Slika 19. Blok shema rekonstrukcije nosioca reverznom modulacijom

Blok shema postupka reverzne modulacije nalazi se na slici 19. Međufrekvencijski signal ima oblik:

$$y(t) = u(t)\cos\omega t + v(t)\sin\omega t \quad . \tag{37}$$

Da bi demodulacija bila korektna, u točki A treba biti čisti nosioc, eventualno s faznom pogreškom φ. Tada se može pisati:

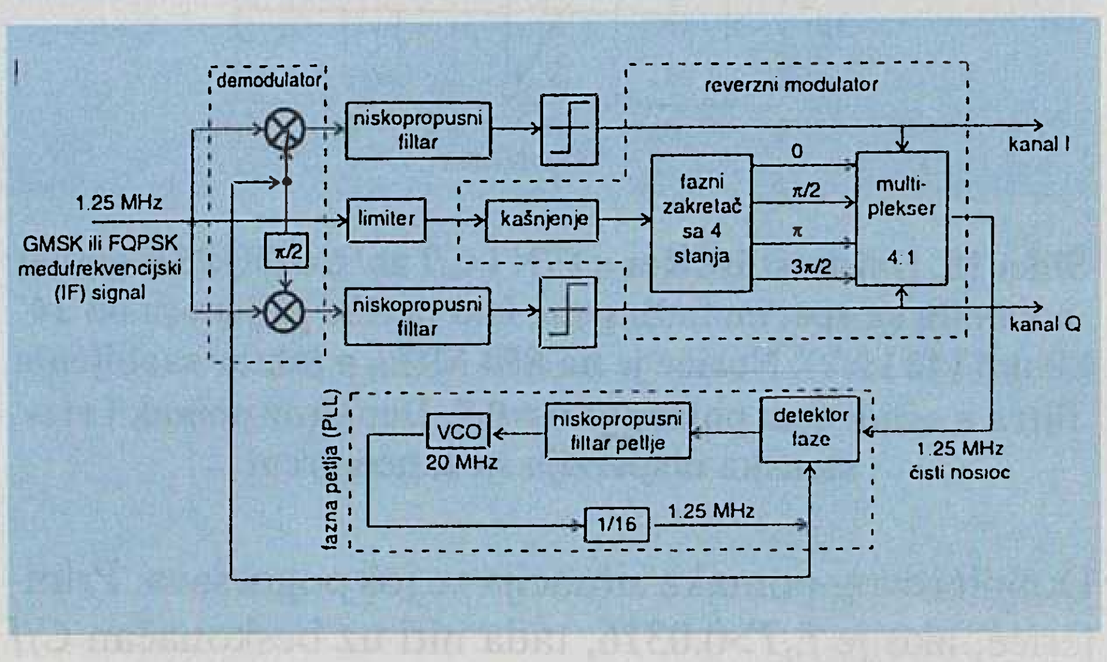
$$I(t) = y(t)\cdot 2\cos(\omega t+\varphi) = u(t)\cos\varphi - v(t)\sin\varphi + G(t) \quad . \tag{38}$$

$$Q(t) = y(t)\cdot 2\sin(\omega t+\varphi) = u(t)\sin\varphi + v(t)\cos\varphi + H(t) \quad . \tag{39}$$

$G(t)$ i $H(t)$ su komponente frekvencije 2_, koje uklanjaju niskopropusni filtri. Filtrirani signali $I'(t)$ i $Q'(t)$ razlikuju se od (38) i (39) samo po tome što ne sadrže $G(t)$ i $H(t)$. Pretpostavimo li da kašnjenje T_a kompenzira točno sva zakašnjenja u I i Q kanalima, signal u točki B evidentno je:

$$S(t) = y(t-\pi/2)I'(t) + y(t)Q(t) = \left[u^2(t)+v^2(t)\right]\sin(\omega t+\varphi) = C(t)\sin(\omega t+\varphi) \quad . \tag{40}$$

To je komponenta na točnoj međufrekvenciji ω. Fazna pogreška φ koristi se za pogon PLL kruga, koji je kompenzira, pa izlazi da je po regulaciji φ= 0. Uvrštenjem φ = 0 u izraze za $I'(t)$ i $Q'(t)$ daje $I'(t) = u(t)$ i $Q'(t) = v(t)$, što je točno. Sasvim jasna digitalna implementacija ovoga principa vidljiva je na slici 20.



Slika 20. Shema djelovanja sklopa za rekonstrukciju nosioca reverznom modulacijom

Pomoćni krug za intervale u kojima razina signala na 1.25 MHz padne ispod potrebne za detekciju radi fadinga, u stvari je multiplekserska preklopka upravljana detektorom razine IF nosioca. Kada ponestane toga signala, potrebnog među inim i za sinkronizaciju VCO-a u PLL-u, preklopka privremeno uključuje lokalni kvarcni oscilator na 1.25 MHz, koji služi svrsi sve dok se IF signal ponovno ne pojavi, nakon čega preklopka opet uključuje njega. Da nema toga kruga, nadolaskom dubokog fadinga PLL bi bio satjeran na mnogo nižu frekvenciju od ω, pa bi brza regeneracija nosioca po prestanku fadinga, koja je od velike važnosti za koherentnu detekciju, bila nemoguća.

6. ZAKLJUČAK

Na primjeru široke klase QPSK modulacijskih postupaka ilustrirani su načini modulacije/demodulacije radijskih nosioca digitalnim signalima. Naglašene su glavne vrste smetnji tipično prisutnih u mobilnom radio okruženju, te su dotaknuta pitanja osjetljivosti moduliranog signala na smetnje, kao i zaštitnog konvolucijskog kodiranja. Modulacijski su postupci obrađeni u logičkom slijedu, kako bi se istakla međusobna srodnost svih metoda diskretne modulacije, te kako bi se prikazala jedinstvena metodologija njihova ostvarenja u tehnici digitalne obrade signala (DSP). Iako modulatori i demodulatori predstavljaju samo sučelje digitalnog komunikacijskog sustava prema radijskom prijenosnom mediju, njihov posao oduzima čak i do ½ ukupnog računalnog napora procesora mobilne stanice, pa je utjecaj odabira metode modulacije i svojstava modulatora na ukupne performancije sustava je vrlo velik.

LITERATURA

[1] B. MODLIC, I. MODLIC: "Modulacije i modulatori", Školska knjiga, Zagreb 1995.

[2] K. FEHER: "MODEMS for Emerging Digital Cellular Mobile Radio Systems", IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol 40, No 2, May 1991.

[3] H. MEHDI, K. FEHER: "FBQPSK, Power and Specrally Efficient Modulation for PCS and Satellite Broadcasting Applications", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol 42, No 1, March 1996.

[4] M. YOU, K. FEHER: "π/4-FQPSK: An Efficiency Improved, Standardized π/4-DQPSK Compatible Modulation / Nonlinearly Amplified Wireless Solution", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol 42, No 2, June 1996.

[5] C. BROWN, K. FEHER: "Cross-Correlated Correlative Encoding: An Efficient Modulatin Method", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol 43, No 1, March 1997.

[6] I. KORN: "Differential Phase Shift Keying in Two-Path Rayleigh Channel with Adjacent Channel Interference", IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol 40, No 2, May 1991.

[7] T. MATSUMOTO, F. ADACHI: "BER Analysis of Convolution Coded QDPSK in Digital Mobile Radio", IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol 40, No 2, May 1991.

[8] R. L. FREEMAN: "Reference Manual for Telecommunications Engineering", 2nd ed (chapter 16), John Wiley & Sons Inc, New York 1994.

[9] S. HAYKIN: "Communications Systems", 3rd ed (chapter 11), John Wiley & Sons Inc, New York 1994.

[10] D. SABOLIĆ: "Kratak opis i usporedba digitalnih TDMA sustava pokretne telefonije", Energija 3/1997, Zagreb 1997.

[11] D. SABOLIĆ: "Razvoj treće generacije sustava mobilnih komunikacija bazirane na tehnici raspršenog spektra", Energija 4/1997, Zagreb 1997.

[12] W. GAO, K. FEHER: "All Digital Reverse Modulation Architecture Based Carrier Recovery Implementation for GMSK and Compatible FQPSK", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol 42, No 1, March 1996.

BASICS OF MOBILE RADIOCOMMUNICATIONS – PART III: MODULATION PROCEDURES SUITABLE FOR MOBILE RADIOCOMMUNICATION SYSTEMS

The paper gives methods of discreet modulation of radio signal carrier by digital signals which are or can be applied in current and future digital mobile communication systems. The QPSK class of modulators is systematically worked out separately. Discussed are the questions of modulated signal resistance on disturbances typical for the area of terrestrial mobile communications.

GRUNDZÜGE BEWEGLICHER LANDFUNKNETZE - III TEIL: FÜR BEWEGLICHE LANDFUNKNETZE GEEIGNETE MODULATIONSVERFAHREN

Der Bericht stellt angewendete oder anwendbare Methoden diskreter Modulation des Rundfunksignalträgers durch digitale Signale in zeitgenössen oder künftigen Systemen dar. Die Quadratur-Phasenumtastung-Klasse von Modulatoren ist besonders ausführlich bearbeitet. Im Bereich der beweglicher Landfunknetze werden jene Fragen des Widerstehens modulierter Signale gegenüber Störungen auseinandergesetzt, welche für den Bereich beweglicher Landfunknetze kennzeichnend sind.

Naslov pisca:

Mr. sc. Dubravko Sabolić, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.
Prijenosno područje Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-01-11.

8. Forum: Dan energije u Hrvatskoj

Energetska tržišta i energetska efikasnost u zemljama tranzicije

U bivšim socijalističkim zemljama energija je u pravilu smatrana općim dobrom i socijalnom kategorijom. Cijena energije nije bila ekonomski realna, pa je i ponašanje potrošača bilo neracionalno. Potrošači nisu bili stimulirani da smanjuju potrošnju povećavajući efikasnost, jer cijena proizvoda nije odražavala cijenu potrošene energije.

Promjene u političkom životu tih zemalja pokrenule su i sve ostale promjene uključujući i one u energetskom sektoru. Istodobno s tranzicijskim promjenama u bivšim socijalističkim zemljama, snažnije su pokrenute i promjene u reformi energetskih tržišta u razvijenim zemljama. Zemlje u tranziciji trebaju odgovoriti na dvostruki izazov: mijenjati odnose u energetskom sektoru u pravcu promjena ukupnog gospodarenja energijom (realne cijene energije, gospodarska i energetska efikasnost), a, također, mijenjati odnose u energetskom sektoru razvijanjem tržišta energije, restrukturiranjem, privatizacijom i liberalizacijom energetskog sektora.

Neosporno je da u novim uvjetima u zemljama u tranziciji raste interes za energetsku efikasnost, a na nacionalnoj i lokalnoj razini pokreću se razne aktivnosti kao što su nacionalne mreže, pilot projekti, demonstracijske zone, informativni centri za potrošače, interesne udruge, savjetovanja, sajmovi, međunarodna razmjena, itd. Česta je praksa i pokretanje namjenskih fondova za financiranje energetske efikasnosti, kao i promjena zakona s namjerom da se potrošači u nekim segmentima i prisile na racionalno ponašanje.

U razvitku energetskog tržišta još uvijek se ne mogu prepoznati konačni standardi i svaka zemlja pristupa tom problemu na svoj način, poštujući minimalne standarde koji su određeni na razini više zemalja (primjerice direktive EU za električnu energiju i plin). Na tom putu pojavljuje se niz barijera, posebno u zemljama u tranziciji jer uz probleme s kojima se susreću razvijene zemlje one trebaju svladati i vrlo zahtjevne probleme povećanja efikasnosti ukupnog gospodarenja energijom.

Teme 8. Foruma

- Ciljevi, koncept i standardi razvitka energetskog tržišta,
- Zakonodavstvo u energetici,
- Restrukturiranje, privatizacija i liberalizacija energetskog sektora,
- Cijena energije, odnosi među cijenama i ekonomski odnosi u energetici,
- Financiranje energetske efikasnosti,
- Energetska efikasnost u industriji, uslužnom i javnom sektoru te kućanstvima,
- Međunarodna suradnja u području energetske efikasnosti i drugo.

Program 8. Foruma

Predviđeno je da će 8. Forum trajati jedan dan - od 9 do 18 sati i to u četiri bloka, sa stankama između blokova i s odmorom za ručak.

Na 8. Forumu očekuje se sudjelovanje autora iz razvijenih zemalja, zemalja istočne i središnje Europe, te predstavnika međunarodnih organizacija koji će predstaviti svoje referate.

Vrijeme prezentacije referata bit će ograničeno i ovisit će o broju pozvanih i pristiglih referata.

Tijekom održavanja 8. Foruma bit će dopuštena prezentacija proizvoda, prema dogovoru zainteresiranih tvrtki i HED-a kao organizatora 8. Foruma.

Terminski plan

Prijava referata do **30. lipnja 1999. godine.**

Pri prijavi treba naznačiti naziv referata, ime autora, adresu i telefonski broj, te priložiti sažetak referata.

Autori će biti obaviješteni o primitku referata do 31. srpnja 1999. godine.

Referate treba poslati do 30. listopada 1999. godine u sjedište HED-a.

Referat može imati do osam stranica teksta s prilozima. Napominjemo da naslov i sažetak referata trebaju biti prevedeni na engleski jezik. Referate treba dostaviti u jednom primjerku i na disketi. Detaljne upute autorima u svezi s pisanjem referata bit će dostavljene do 31. srpnja 1999. godine. Nakon održavanja Foruma, disketa se vraća autorima.

Za sve informacije možete se obratiti na
HED - HRVATSKO ENERGETSKO DRUŠTVO
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb
tel: 01 6114 744
fax: 01 6114 266

REVITALIZACIJA SUSTAVA ZAŠTITE, UPRAVLJANJA, MJERENJA I TELEKOMUNIKACIJA

Mr. sc. Neven Baranović – Josip Stepinac – Josip Kljaić – mr. sc. Božidar Filipović – Darko Babić, Zagreb

UDK 621.316.9:621.396.1
STRUČNI ČLANAK

Članak navodi najvažnije razloge zbog kojih sve češće dolazi do potrebe revitalizacije sustava upravljanja, zaštite, mjerenja i telekomunikacija u postojećim elektroprivrednim objektima općenito. Kako svaki od navedenih podsustava ima neke specifičnosti, a ipak moraju raditi u zajedničkom sustavu HEP, svaki od njih je obrađen pojedinačno, dok su posebno opisane metode revitalizacije. U članku su također opisani preduvjeti, pristupi, priprema i način pravilnog postupka revitalizacije uz dodatni osvrt i na revitalizaciju cjelokupnog sustava procesne informatike, jer to nameće primjena predmetnih podsustava.

Ključne riječi: revitalizacija, upravljanje, zaštita, mjerenje, telekomunikacije.

1. UVOD

Uporaba procesorske opreme u funkciji lokalnog i daljinskog nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja u elektroenergetskom sustavu HEP-a prisutna je od kasnih 70 tih godina. U većini slučajeva svi početni zahtjevi bili su uspješno riješeni. Unatoč tome i uspješne dugogodišnje eksploatacije danas su sve češći slučajevi u kojima zahtjevi korisnika više ne mogu biti zadovoljeni. Održavanje sklopovske i programske opreme postaje sve zahtjevnije s obzirom na ograničenu dostupnost rezervnih dijelova i pomanjkanje stručnog kadra za takvu vrstu opreme. Sve to ukazuje da je nastupila tehnološka zastarjelost i kraj životne dobi instalirane sklopovske i programske opreme koja se koristi u funkciji lokalnog i daljinskog nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja, te da je njena revitalizacija/zamjena neizbježna. Kako se maksimalna učinkovitost u eksploataciji postiže koordinacijom funkcija nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja, posebno na razini elektroenergetskog objekta, potrebno je revitalizacijom obuhvatiti sve navedene funkcije. Činjenica je da se nikakovo daljinsko djelovanje i koordinacija funkcija, pa tako niti daljinsko djelovanje u tehnološkom sustavu HEP-a ne može izvesti bez osigurane komunikacije odnosno bez valjane telekomunikacijske podloge kao infrastrukture. Pristupajući revitalizaciji sustava nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja nužno je u razmatranje uključiti i eventualne probleme revitalizacije telekomunikacija, kako bi se omogućila intenzivna razmjena podataka, između razina i unutar istih razina.

Bitno je naglasiti da će se u ovom radu obrađivati samo problematika revitalizacije sustava zaštite, upravljanja, mjerenja i telekomunikacija prvenstveno prijenosnog dijela elektroenergetskog sustava HEP-a i to s posebnim naglaskom na razinu elektroenergetskog objekta.

Većina predloženih rješenja i zaključaka primjenljiva je izravno na distribucijsku mrežu, dok je kod nekih rješenja potrebna prethodna razrada i izvjesna modifikacija.

2. PROBLEMI PRISUTNI U INSTALIRANIM SUSTAVIMA/OPREMI

Intenzivna primjena novih tehnologija i tehnoloških rješenja u svim djelatnostima i aktivnostima elektroprivredne organizacije nameće svakodnevno nove zahtjeve i izazove kojima je potrebno udovoljiti. Potrošači zahtijevaju bolju kvalitetu isporučene električne energije, elektroenergetski sustavi se međusobno povezuju u jedinstveni sustav (UCPTE) pri čemu se postavljaju vrlo visoki kriteriji koji sve članice moraju zadovoljiti. Traži se otvaranje tržišta i široke mogućnosti dobave električne energije. Porast potrošnje električne energije u naseljenim sredinama nije u toj mjeri izražen da bi se uvijek pristupalo gradnji novog elektroenergetskog objekta, nego se provodi njegova djelomična ili potpuna revitalizacija. Takav zahvat, iako inicijalno nominiran kao revitalizacija, predstavlja investiciju koja donosi niz novih funkcijskih mogućnosti i povećanje kapaciteta i u pravilu treba biti usklađena s planskim dokumentima HEP-a. Pri tome se zahtijeva da se granice eksploatacije elektroenergetskog sustava/objekta pomiču sve bliže rubnim uvjetima, uz istodobno zadržavanje prihvatljive razine sigurnosti. HEP mora biti sposoban odgovoriti svim

takvim zahtjevima i u tome presudnu ulogu ima adekvatna oprema (sustav) u funkciji lokalnog i daljinskog nadzora, upravljanja zaštite i telekomunikacija kako na razini objekta tako i na razini cijelog elektroenergetskog sustava.

U slučaju telekomunikacija revitalizacijski zahvat je praktično nemoguć jer je dugotrajnim izostankom ulaganja u telekomunikacije na tržištu nestala oprema kojom bi se revitalizirala postojeća oprema. Promijenjena je čak tehnološka generacija opreme koja je u stanju funkcijski zamijeniti postojeću opremu. Potrebno je obaviti potpunu zamjenu opreme novom i za generaciju ili više, naprednijom opremom.

Oprema sustava lokalnog i daljinskog nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja nabavljena je i instalirana u prethodnom dvadesetgodišnjem periodu sukladno zahtjevima koje je u tom trenutku diktirao elektroenergetski sustav i njegovo okruženje, kao i raspoloživim rješenjima na tržištu. Funkcije lokalnog i daljinskog nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja rješavale su se uglavnom kao odvojene cjeline bez posebnog naglaska na njihovoj koordinaciji i povezivanju. Rezultat provedene analize instalirane opreme upućuje na niz čimbenika zbog kojih nije moguće s postojećom opremom unaprijediti eksploataciju elektroenergetskog sustava, udovoljiti zahtjevima moderne elektroprivrede organizacije, restruktuiranju i njenom uspješnom uklapanju u europske tokove integracije.

Problemi prisutni u instaliranim sustavima lokalnog i daljinskog nadzora, upravljanja, zaštite, mjerenja i telekomunikacija su:

- tehnička i tehnološka zastarjelost opreme
- funkcijska ograničenja instalirane opreme
- nestandardni komunikacijski protokoli na svim razinama i među razinama
- nemogućnost primjene novih aplikacija i funkcija u cilju uspješnijeg vođenja elektroenergetskog sustava, odnosno promjena pogonskih/eksploatacijskih zahtjeva
- nemogućnost jednostavne vertikalne i horizontalne integracije (povezivanja) postojećih funkcija
- prijelaz s analogne na digitalnu telekomunikacijsku tehniku
- TK prijenosni kapaciteti ne udovoljavaju naraslim potrebama
- problemi u održavanju i nabavci rezervnih dijelova
- nedostatak stručnih kadrova specijaliziranih za tu opremu
- izražena ovisnost o rješenju i mogućnostima jednog proizvođača opreme (isporučitelja inicijalnog sustava).

Na temelju navedenog sljedi općeniti zaključak da je potrebno revitalizirati postojeći sustav lokalnog i daljinskog nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja i obogatiti novim aplikacijama i funkcijama, kako bi elektroprivredna organizacija mogla uspješno udovoljiti svim novim zahtjevima i izazovima koji se pred nju svakodnevno postavljaju.

3. ZNAČAJ I ULOGA REVITALIZACIJE

Revitalizacija opreme/sustava lokalnog i daljinskog nadzora i upravljanja, zaštite i mjerenja (sekundarni sustav) postaje razumljivija ako se provede raščlamba svih relevantnih čimbenika kao što su:

- ugrožena sigurnost postrojenja i pouzdanost opskrbe zbog ostarjele opreme
- umjereni porast potrošnje električne energije i prisutne teškoće u svezi s dobivanjem lokacije za izgradnju novih elektroenergetskih objekata rezultiraju jedinim mogućim prihvatljivim rješenjem - revitalizacijom postojećih objekata
- novi (stroži) zahtjevi na vođenje i eksploataciju elektroenergetskog sustava i pojačana senzibilnost na kvalitetu isporučene električne energije.
- imperativ boljeg i efikasnijeg iskorištenja instalirane primarne opreme sofisticiranijom sekundarnom opremom
- velika razlika u životnom vijeku primarne i sekundarne opreme
- intenzivni razvoj sekundarne opreme
- nova dostignuća na području telekomunikacija.

Zbog navedenog danas je jako izražena tendencija revitalizacije elektroenergetskih objekata i tome se pridaje osobit značaj. Posebno se to odnosi na sekundarni sustav i sustav procesne informatike koji osim sekundarnog sustava u elektroenergetskom objektu uključuje i programsku i sklopovsku opremu u nadređenim centrima daljinskog nadzora i upravljanja, kao i dispečerskim centrima.

Revitalizacija uvijek podrazumijeva zamjenu/proširenje zastarjele opreme/sustava. Temeljni princip pri provedbi revitalizacije je postići minimalno iste performanse i karakteristike kakve je imao već instalirani sustav/oprema, odnosno produljiti životni vijek opreme. Pri tome se ne smiju narušiti pogonska sigurnost niti degradirati postojeće funkcije. Jedna od temeljnih zadaća revitalizacije je postići maksimalnu moguću sposobnost međusobnog rada (interoperabilitty) nove i stare opreme. To podrazumijeva sposobnost nove opreme da se može uključiti na više platformi koje ju okružuju i da kasnije migracije na druge platforme na višim razinama u objektu ili izvan njega nemaju nikakvih štetnih utjecaja niti potreba za ponovnom zamjenom dijelova opreme.

Sustav procesne informatike po definiciji podrazumijeva sveukupnost sklopovlja i programske podrške koja je u funkciji vođenja cijelog elektroenergetskog sustava. U kontekstu ovog rada problem revitalizacije cjelokupnog sustava procesne informatike bit će obrađen samo u osnovnim crtama, dok će se pozornost posvetiti revitalizaciji telekomunikacija i sekundarnog sustava u elektroenergetskim objektima.

3.1. Revitalizacija sekundarnog sustava u elektroenergetskom objektu

Općenito se revitalizacija elektroenergetskog objekta može provesti kao potpuna ili djelomična, dok je finija razrada provedena i obrazložena u ŠL5Ć. Prema tom navodu revitalizaciju je moguće provesti kako sljedi:

- cjelovita revitalizacija transformatorske stanice/elektroenergetskog objekta
- cjelovita revitalizacija sekundarnog sustava
- cjelovita revitalizacija neke od funkcija kao npr. zaštita, lokalni nadzor i upravljanje i sl.
- pojedinačna (individualna) zamjena (revitalizacija) opreme (uređaja) – "prema potrebi".

Potpuna revitalizacija transformatorske stanice uključuje zamjenu/revitalizaciju primarnog dijela, sekundarnog dijela i pomoćnih pogona. Prilikom takvih zahvata moguće je izgraditi moderno koncipiran sekundarni sustav uz relativno mali broj ograničenja prilikom njegovog oblikovanja (dizajniranja) i puštanja u pogon. Dosadašnja praksa i navodi iz literature upućuju na činjenicu da elektroprivredne organizacije nisu sklone ovakvom rješenju, nego se takve revitalizacija svode samo na zamjenu istinski dotrajalih i tehnološki zastarjelih dijelova i opreme. Također je činjenica da je vrlo rijetki slučaj da u jednom elektroenergetskom objektu istodobno nastupi zastarjelost primarne i sekundarne opreme. Zbog toga je cjelovita revitalizacija transformatorske stanice/objekta vrlo rijedak slučaj u praksi. Ovu konstataciju najbolje oslikavaju brojke navedene u [5] koje pokazuju da je tipični životni ciklus za primarnu opremu 50 godina, dok je za sekundarnu opremu 20 do 25 godina s jako izraženom tendencijom skraćivanja životnog vijeka posebno za sekundarnu opremu. Naime ugradnja mikroprocesorske opreme u sekundarnu i danas već i primarnu opremu, te njeno intenzivnije korištenje i prisutne tendencije razvoja i dodavanja novih funkcija evidentno utječu na smanjenje životnog ciklusa sve opreme ugrađene u elektroenergetskim objektima.

Također se može konstatirati da će revitalizacija primarne opreme ili samo dijela primarne opreme uvijek implicirati revitalizaciju sekundarnog sustava, odnosno minimalno onog dijela koji se odnosi na taj dio primarne opreme.

Cjelovita revitalizacija sekundarnog sustava podrazumijeva revitalizaciju svih njegovih funkcija: zaštite, lokalnog nadzora i upravljanja, daljinskog nadzora i upravljanja, mjerenja, kao i promjenu ožičenja od stezaljki visokonaponskih aparata i priključnih stezaljki strujnih i naponskih grana mjernih transformatora. U pojedinim slučajevima opravdano je prilikom proširenja primarnog dijela postrojenja provesti potpunu revitalizaciju sekundarnog sustava, umjesto proširenja postojećeg. Također prilagođenje postojećeg objekta za funkciju daljinskog nadzora i upravljanja može biti dovoljan razlog za provedbu cjelovite revitalizacije sekundarnog sustava.

Revitalizacija jedne od funkcija provodi se u objektima u kojima još nisu izvedene sve funkcije (npr. nije izvedeno daljinsko upravljanje), te je predmet revitalizacije samo jedna od instaliranih funkcija. Ovakve revitalizacije karakterizira minimalna ulaganja i minimalni opseg radova budući da se ne može postići konačni učinak kao u slučaju cjelovite revitalizacije sekundarnog sustava. Zamjena (revitalizacija) pojedinih funkcija obično ima implikacije na druge funkcije, kao npr. zaštita isključnog kruga treba posljedično blokirati uključenje dotičnog prekidača i slično. Zbog toga se treba prije pokretanja revitalizacije provesti prethodna analiza i dobro promisliti o njenoj opravdanosti i načinu provedbe.

Zamjena pojedinih uređaja može se podvesti pod kategoriju popravaka budući da ne postoji opravdan razlog za zamjenu svih uređaja jedne vrste novima(modernijima) ili sličnih funkcija jer se njihova poboljšanja i funkcionalnost teško može ostvariti u istom okruženju. Rijetki su uređaji koji zadovoljavaju kriterij zamjene izdvojeno od ostale opreme, npr: klasična zaštita se može zamijeniti digitalnom u jednom polju, ali se ne može postići potpuna funkcionalnost nove zaštite u postojećem okruženju. Takve zamjene je teško opravdati budući da se njihova potpuna funkcionalnost i sve prednosti mogu iskoristiti samo ako je cijelo okruženje izvedeno primjereno njegovim zahtjevima. Prilikom takvih akcija teško je postići sustavno poboljšanje, nego se to svodi na produljenje životnog vijeka i ispunjavanja elementarnih funkcija kakve su izvorno bile tražene.

Primjena jednog od navedenih scenarija revitalizacije ovisi o samoj elektroprivrednoj organizaciji i načinu na koji se ona suočava sa novim izazovima, zadacima i zahtjevima, kao i cjelokupnom vanjskom okruženju. Pogonska iskustva pokazuju da se očekivani lagani porast potrošnje može zadovoljiti izgradnjom sofisticiranog sustava procesne informatike i zaštite koji će na temelju velike raspoložive količine procesnih podataka omogućiti bolju eksploataciju samog elektroenergetskog postrojenja, tj. biti će moguće eksploatirati postrojenje bliže rubnim dopuštenim pogonskim ograničenjima. Sve to ukazuje da će u narednom periodu morati posvetiti puno pozornosti intenzivnoj provedbi revitalizacija primjerenoj dotičnom elektroenergetskom objektu i energetskom sustavu u kojem se nalazi.

3.2. Revitalizacija sustava procesne informatike

Ako se analizira revitalizacija sustava procesne informatike HEP kao zasebna cjelina koju čine dijelovi sekundarnih sustava u elektroenergetskim objektima (lokalni i daljinski nadzor i upravljanje) i nadređeni centri daljinskog nadzora i upravljanja dolazi se do zaključka da se program revitalizacije mora provesti u više faza jer nema smisla niti opravdanja raditi sve istodobno. Revitalizacija sustava procesne informatike predstavlja vrlo složen i dugotrajan projekt. Probitci od

svih ulaganja bit će vidljivi tek po završetku uz nužan uvjet da su sve akcije izvođene koordinirano i usuglašeno, te da je izbor pojedinačnih tehničkih rješenja u objektima, centrima i telekomunikacijama usklađen i omogućava međusobni zajednički rad.

Prvom fazom realizacije ovog projekta mora biti obuhvaćena revitalizacija mreže za prijenos procesnih podataka. Nova mreža mora omogućavati primjenu međunarodnih priznatih normi i protokola za prijenos procesnih podataka. Poboljašanja se moraju očitovati u potpunom zadovoljenju vremena odziva, mogućnosti istodobnog zahvata podataka na svim lokacijama, većoj pouzdanosti i sigurnosti prijenosa podataka, kao i mogućnosti primjene novih aplikacija.

Druga faza realizacije navednog projekta mora se odnositi na revitalizaciju sekundarnih sustava elektroenergetskih objekata: transformatorskih stanica, rasklopišta i rasklopišta uz elektrane. Pri tome se podrazumijeva da se kod izgradnje novih objekata odmah primjenju preporuke i uzance za moderno koncipirane sekundarne sustave. Revitalizacija sekundarnih sustava u postojećim objektima uvijek je predmet zasebnog projekta i rješava se različito od slučaja do slučaja. Pri tome je konačni cilj revitalizacije uvijek isti: stvoriti maksimalno moguću široku bazu (platformu) za primjenu distribuiranog sustava, kako bi se naknadnim proširenjem i dodavanjem novih funkcija moglo postići željeno ciljno rješenje i uspostaviti moderni sustav i međusobno koordinirati funkcije zaštite, nadzora, upravljanja i mjerenja. Revitalizacije sekundarnih sustava u elektroenergetskim objektima, dijela koji se odnosi na lokalni i daljnski nadzor i upravljanje kao i za potrebe vođenja elektroenergetskog sustava rješavaju se prema napucima i preporukama definiranim u dokumentu "Generalni plan razvoja sustava procesne informatike Hrvatske elektroprivrede" koji je u završnoj fazi izrade, odnosno u skladu s projektnim rješenjima primijenjenim u novoizgrađenim transformatorskim stanicama u prijenosnoj mreži HEP-a.

Paraleno s drugom fazom projekta može se izvoditi i revitalizacija centara daljinskog nadzora i upravljanja što se može tretirati kao treća faza. Projektom revitalizacije moraju biti obuhvaćeni svi centri nadzora i upravljanja (CDU), dispečerski centri HEP-a (DC HEP), te Nacionalni dispečerski centar u Zagrebu (NDC). Cilj revitalizacije je zamijeniti postojeću platformu (programsku i sklopovsku opremu), ugraditi nove funkcije i usluge, te povezivanje s dispečerskim centrima elektroprivreda susjednih država i drugim europskim relevantnim elektroprivrednim asocijacijama (udruženjima i organizacijama). Posebnu pozornost treba posvetiti određivanju redoslijeda objekata koji će se revitalizirati, odabiru scenarija prijelaza i načina njegove provedbe. Dodatni zahtjev prilikom provedbe revitalizacije je da se ne smije narušavati pogonska sigurnost niti ometati eksplotacija pogona. Detaljna razrada ove problematike prezentirana je u literaturi [2] i nije predmet obrade ovog članka.

3.3. Revitalizacija telekomunikacijskih resursa u elektroenergetskim objektima i telekomunikacijskog sustava HEP-a

Revitalizacija, se kao što je navedeno, može promatrati, u telekomunikacijskom sustavu s nivoa sustava i s nivoa pojedinačnih objekata. Također budući da telekomunikacijski sustav HEP poslužuje i druge telekomunikacijske potrebe osim sustava procesne informatike, nužno je pri analizi pojedinih EE objekata i njihovih telekomunikacijskih potreba i tu činjenicu uzeti u obzir. Revitalizacija kao postupak obnove telekomunikacija provodi se na nekoliko načina i to:

- investiranjem u telekomunikacijski sustav
- prilikom kompleksne revitalizacije pojedinih objekta
- investiranjem istodobno u telekomunikacijski sustav i u pristupni dio u objektima
- investiranjem u dijelove telekomunikacijskog sustava prilikom revitalizacije objekta.

Pristupi se razlikuju od slučaja do slučaja ovisno o stanju pristupnog dijela TK mreže, dijelova telekomunikacijskog sustava, raspoloživih sredstava i vremenskog roka za obavljanje revitalizacije.

Telekomunikacijske potrebe EE objekta glede TK sustava mogu se predstaviti u skladu s podmrežama [4] koje TK sustav poslužuje kako slijedi:

objekt	procesna informatika				telefonija		radio mreža		poslovna
	mjerenja	sdv	zaštita	regulacija	HEP	javna	govor	podaci	informat.
TS (PrP)	x	x	x		x	x	x		
TS (DP)	x	x			x	x	x	x	
HE/TE (PP)	x	x	x	x	x	x	x		x
NDC/CDU	x	x	x	x	x	x	x		x
DCD/DUC	x	x			x	x	x	x	x

Napomena uz tablicu: kratica SDV podrazumijeva u ovom kontekstu daljinski nadzor i upravljanje, pojam mjerenja odnosi se isključivo na obračunska mjerenja električne energije, a zaštita se odnosi na prijenos signala brze distantne zaštite. Kategorija korisnika TK sustava kao što je MTU (mrežno tonfrekventno upravljanje) i pojedine aplikacije u okviru DMS mogu se u ovom kontekstu podvesti pod kategoriju podaci.

Iz predstavljenog pregleda vidi se da je većina potreba zajedničkog tipa za sve vrste EE objekata.

Naravno da objekti upravljanja kao četvrte djelatnosti HEP-a, a to su centri upravljanja različitih tipova, imaju praktično sve potrebe koje imaju EE objekti osobito jer se tu obavlja koncentracija daljinskih djelovanja u EE sustavu. Stoga su to i točke koncentracije (čvorovi) telekomunikacijske mreže.

Generalni plan razvoja mreže veza HEP-a [4] definirao je ciljno stanje telekomunikacijske mreže HEP-a. Po-

jedinačni planovi sustava [9...13] koji čine sustav veza HEP dalje razrađuju način izgradnje sustava a predviđa i način uporabe i primjenu pristupnih dijelova mreže koji bi se primjenjivali u pojedinim objektima HEP-a.

Revitalizacija TK sustava razlikuje se po svojim ciljevima unutar pojedinih funkcijsko-prostornih dijelova HEP-a, tj. unutar prijenosnog područja (PrP), distribucijskog područja (DP) i proizvodnog područja (PP). Ipak u svim tim slučajevima radi se o revitalizaciji:

- transmisijske mreže ugradnjom optike
- komutacijske mreže ugradnjom novih ISPBX čvorova
- govorne i podatkovne radijalne radio mreže.

Ovisno o području djelovanja pojedinih organizacijskih jedinica interesi u revitalizaciji razlikuju se glede nivoa revitalizacijskog zahvata. Najvažnije je kod toga da se poštuju temeljni planski dokumenti koji definiraju ciljno stanje i da se korak po korak svakim pojedinačnim zahvatom u revitalizaciji približava ciljnom stanju.

4. TEMELJNE SMJERNICE KOD PROVEDBE REVITALIZACIJE (ZAHTJEVI NA NOVU OPREMU/SUSTAV)

4.1. Sustav nadzora, upravljanja i mjerenja u elektroenergetskom objektu prijenosne mreže

4.1.1. *Općenito*

Temeljna unaprjeđenja koja se postižu uvođenjem digitalnog koordiniranog sustava nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja su :

- procesni podatak/mjerenje se zahvaća samo jednom i na jednom mjestu
- jednom uveden procesni podatak se u realnom vremenu može proslijediti do bilo kojeg odredišta u elektronergetskom objektu (i nadređenom centru) i iskoristi za provedbu drugih funkcija instaliranim u drugim uređajima
- procesni podatak se može izravno odaslati u bilo koji drugi informacijski sustav u/ili izvan elektroprivredne organizacije i staviti na raspolaganje svim potencijalnim zainteresiranim korisnicima izvan realnog vremena.

Opredjeljenje za digitalni koordinirani sustav nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja je danas neupitno i predstavlja temeljni pravac kod većine elektroprivrednih organizacija posebno za prijenosnu razinu (>52 kV). U prilog tome govore i rezultati ankete provedene u 45 elektroprivrednih organizacija iz 15 zemalja [6], kao i podaci navedeni u [8]. Sve prednosti koje takvi sustavi teoretski pružaju nisu još danas dosegnuti i primijenjeni u praksi zbog prisutnih ograničenja u mogućem stupnju integracije funkcija i decentralizaciji obrade procesnih podataka, te ograničenjima prisutnim u računalnim mrežama.

Zamjetni su i utjecaji uvođenja koordiniranih digitalnih sustava na organizaciju same elektroprivredne organizacije, dodatne potrebe za stručnim usavršavanjem te način održavanja i profil ljudi koji se time bavi.

4.1.2. *Temeljne postavke revitalizacije funkcija nadzora, upravljanja i mjerenja*

Rješenje funkcija nadzora i upravljanja mora se zasnivati na sljedećim postavkama:

- nadzor i upravljanje mora se temeljiti na principu distribuiranog digitalnog sustava i koordinacije funkcija nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja
- objekt je u normalnom pogonu bez stalne posade daljinski nadziran i upravljan iz nadređenog centra u skladu s dogovorenim razgraničenjem nadležnosti za svaku od funkcija nadzora i upravljanja
- nadzor i upravljanje treba biti organiziran hijerarhijski na tri razine: razina polja, razina objekta i razina nadređenog centra
- funkcije nadzora i upravljanja te zaštite moraju biti potpuno odvojene i nezavisne jedna o drugoj i raditi potpuno autonomno, osim za srednjenaponski dio postrojenja
- na razini polja upravljanje aparatima i osnovna pokazna (pogonska) mjerenja moraju biti uvijek raspoloživa čak i u slučaju kvara dijela ili cijelog sustava nadzora i upravljanja
- blokade su sastavni dio nadzora i upravljanja
- nadzor i upravljanje mora se uvijek tretirati na način da se osigura funkcionalnost cijelog sustava, kako na razini polja i razini objekta, tako i iz nadređenog centra.

Prilikom izbora sustava nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja temeljni zahtjevi mogu se definirati kako sljedi:

- za postrojenja srednjeg napona funkcijski i tehnički zahtjevi nisu složeni i kritični parametar kod izbora rješenja su troškovi
- za postrojenja visokog napona zahtijevaju se izvjesna udvostručavanja nekih funkcija zaštite i upravljanje je odvojeno od zaštite
- kod postrojenja vrlo visokog napona potrebe za neovisnošću pojedinih funkcija vode do visokog stupnja redundancije i obvezno se primjenjuju rješenja sa odvojenim funkcijama zaštite, lokalnog nadzora i upravljanja, daljinskog nadzora i upravljanja, te mjerenja.

Redundancija dijela koji se odnosi na nadzor i upravljanje se mora prvenstveno realizirati za kritične funkcije, kao što je npr. sučelje čovjek sustav (MMI), centralno prikupljanje podataka (centralna jedinica ako postoji), te potpuno razdvajanje lokalnog i daljinskog nadzora i upravljanja.

Rješenje nadzora, upravljanja i mjerenja koncipira se uvijek tako da se može jednostavno proširivati dodavanjem novih polja i novih funkcija, a da se pri tome ne narušava do tada postignuta funkcionalnost sustava.

4.1.2.1. Upravljanje

Razine upravljanja su organizirane strogo hijerahijski. U svakom trenutku treba poštivati princip subordinacije, tj. u istom trenutku nadležnost za upravljačkom akcijom može biti pridodijeljena samo jednoj razini. Najviši prioritet ima najniža razina (lokalno na razini polja) i uvijek niža razina višeg prioriteta može oduzeti nadležnost višoj razini nižeg prioriteta, dok obrat ne vrijedi.

Općeniti zahtjev je da se sve izdane komande na svim razinama i upravljačkim mjestima u normalnom pogonu moraju prije izvršenja podvrgnuti provjeri zadovoljenja svih unaprijed zadanih uvjeta blokada.

4.1.2.2. Nadzor

Funkcija nadzora ostvaruje se na svim razinama, uz napomenu da je nadzor moguć istodobno na svim razinama. Treba se uvijek primijeniti pravilo da niti jedno stanje koje bi moglo ugroziti siguran rad i pogon ne smije ostati neregistrirano (nealarmirano). Svi događaji bilježe se trajno na tiskaljku i arhiviraju na jednom od raspoloživih medija u samom objektu.

4.1.2.3. Blokade

Blokade su sastavni dio upravljanja. Uzdužne i poprečne blokade kako na razini polja, tako i na razini cijelog objekta, rješavaju se programski. Pri tome se treba omogućiti da se u izvanrednim pogonskim uvjetima, uz prethodnu autorizaciju pristupa, neposredno upravljanje aparatima provede bez prethodne provjere zadovoljenja uvjeta blokade.

4.1.2.4. Mjerenja

Mjerenja u sustavu nadzora i upravljanja uključuju:

- pogonska mjerenja (energetska mjerenja)
- obračunska mjerenja.

Pogonska mjerenja su sva mjerenja koja su u funkciji vođenja elektroenergetskog sustava, odnosno samog objekta i ona se prikazuju na svim razinama.

Obračunska mjerenja služe isključivo za funkciju obračuna električne energije i nisu izravno uključena u sustav nadzora i upravljanja, nego su uključena u sustav za prikupljanje, daljinski prijenos i obradu obračunskih i energetskih podataka u prijenosnoj mreži HEP-a, Datagyr C-2000. Obračunska mjerna mjesta izvode se u skladu s propisanim zahtjevima HEP-a na izvedbu i opremanje obračunskog mjernog mjesta.

4.1.2.5. Korisničko sučelje (MMI) za funkcije nadzora, upravljanja i mjerenja

U elektroenergetskom objektu na svakoj od razina mora postojati sučelje prema funkcijama nadzora, upravljanja i mjerenja primjereno navedenim zahtjevima i minimalnim ergonomskim uvjetima. Na razini objekta postoji upravljačko mjesto koje čine zaslon, tipkovnica i tiskaljka.

Upravljačko mjesto omogućava izvođenje svih upravljačkih funkcija, funkcija nadzora i funkcije regulacije napona. Dijalog operatera sa sustavom odvija se posredstvom zaslonskih prikaza koji minimalno omogućavaju sljedeće:

- pregled (vizualizacija) trenutne sheme postrojenja
- detaljni uvid u stanje dijelova postrojenja, trenutnog stanja svih aparata, signalizacija, mjerenja i internih indikacija pojedinih uređaja bitnih za ocjenu ispravnosti rada sustava nadzora i upravljanja
- upozoriti operatera na svaku promjenu stanja i automatski ukazati na element koji je promijenio stanje (treperenjem i zvučnim signalom)
- upravljanje aparatima i postavljanje regulacijskih parametara
- dokumentiranje svakog događaja koji se dogodio u postrojenju ili je iniciran s upravljačkog mjesta uz mogućnost ispisa.

Na razini polja korisničko sučelje mora omogućavati:

- pregled trenutnog uklopnog stanja aparata u polju
- upravljanje aparatima
- vizualizacija pogonskih mjerenja
- prikaz položaja regulacijske sklopke i način rada regulatora
- izbor načina rada lokalno/daljinski
- pregled stanja alarmne signalizacije
- pregled stanja internih indikacija uređaja sekundarnog sustava.

4.1.2.6. Daljinski nadzor i upravljanje

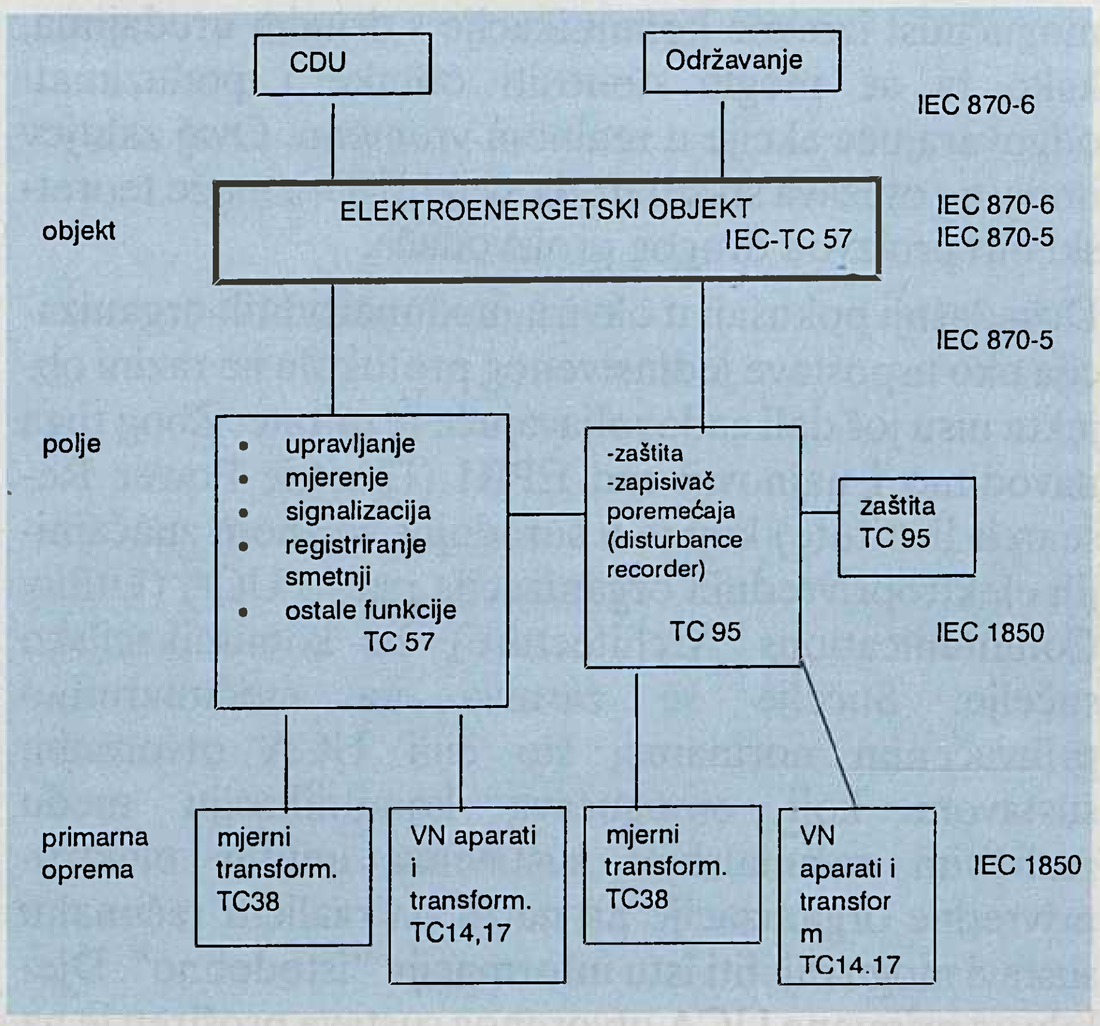
Funkcije daljinskog nadzora i upravljanja podrazumijevaju funkcije koje se odvijaju u realnom vremenu i služe isključivo vođenju EE objekta daljinski iz nadležnog centra. Ova se funkcija u potpunosti nadovezuje i uvažava temeljna načela nadzora i upravljanja opisana u točkama 4.1.2.1 i 4.1.2.2.

Koncepcija zahvata i grupiranja signala za ovu funkciju rješava se u skladu s važećim kriterijima, ali se uvijek primjenjuje pravilo da su svi procesni signali raspoloživi na razini objekta istodobno raspoloživi i za funkciju daljinskog nadzora i upravljanja u nadređenom centru.

Postrojenje se povezuje s nadređenim centrom na prijenosnoj razini uvijek preko dva neovisna komunikacijska puta i mora biti omogućen automatski izbor prijenosnog puta. Izbor komunikacijskog protokola je u skladu s preporukama IEC-a (protokol IEC

870-5-101). U slučajevima kada je riječ o povezivanju na centar daljinskog nadzora i upravljanja koji ima instaliranu programski sustav PROZA 11D/R koji koristi komunikacijski protokol ADLP80, kao što je danas (1998.) stanje u HEP-u, potrebno je dodatno predvidjeti i konverziju protokola IEC/ADLP na razini objekta.

Za uspostavu kvalitetnog sustava daljinskog nadzora i upravljanja, otvorenog i za nova rješenja nužna je uspostava procesne komunikacijske mreže [15]. Da bi se zadovoljile i sagledive mogućnosti razvoja sustava daljinskog upravljanja i nadzora (npr. zemljopisno rasprostranjeni sustavi - Geographically Dispersed Interoperability) potrebno je u koncept predložen u [15] dodati samo još neke komunikacijske linkove. Takav koncept ostvaren na odgovarajućoj podlozi (HW i SW) sigurno je i dugoročno rješenje kojem i pri svakom postupku revitalizacije treba težiti.



Slika 1.

4.1.2.7. Dohvat arhiviranih procesnih podataka

Unaprjeđenje funkcije nadzora ostvaruje se kroz mogućnost trajnog bilježenja procesnih podataka u objektu i njihov dohvat s udaljenih lokacija. Procesni podaci s pridjeljenim vremenom nastanka spremaju se na odgovarajući medij u jednom od opće prihvaćenih formata. Dohvat i evaluacija arhiviranih podataka obavlja se s udaljene lokacije korištenjem komutacijske mreže. Ovako koncipirana funkcija nadzora koristi se za naknadne analize djelovanja zaštite, pogonskih događaja, te kod održavanja budući da se dogovorno arhiviraju sve informacije o stanju elemenata EE objekta, interne indikacije, postavne vrijednosti i dijagnostika sekundarne opreme.

4.1.3. *Zahtjevi na opremu*

Zahtjevi na opremu za realizaciju funkcija nadzora, upravljanja i mjerenja u EE objektu moraju biti usklađeni s normama IEC-a uz posebi naglasak na zahtjev na otpornost na potencijalne elektromagnetske smetnje (EMC i EMI), odnosno preporukama odgovarajućih tehničkih komiteta (TC), kako je to navedeno u [7].

Na slici 1 je predočena struktura sustava procesne informatike elektroenergetskog objekta s naznačenim tehničkim komitetima organizacije IEC koji se bave normizacijom tih dijelova, odnosno sa strane između razina su naznačeni normirani protokolli koji se koriste tendencijom da prerastu u međunarodne norme.

Osnovni zahtjevi na sustav/opremu su:

- temeljena na mikroprocesorima, distribuirana i hijerarhijski organizirana
- upravljanje pomoću računala
- maksimalna otvorenost sustava "open system"
- visoki stupanj modularnosti
- sve funkcije realizirane su u okviru jedinstvenog sustava što će rezultirati jedinstvenom koncepcijom nadzora i upravljanja, te jedinstvenim korisničkim sučeljem
- lokalna automatika je funkcionalno decentralizirana, alokacija funkcija je što bliže procesu
- komunikacija između modula i uređaja obavlja se preko optičke sabirnice i međunarodno priznatim normama/preporukama
- visoka pouzdanost
- visoka pogodnost za održavanje
- očuvanje konzistentnosti (integriteta) podataka
- proširivost
- minimalni utjecaj na okolinu (električni, magnetski, zvučni, termički).

4.1.4. *Komunikacija*

Komunikacija unutar objekta rješava se ili lokalnim telekomunikacijskim resursima ili pomoću optičkih veza bilo kao lokalna mreža (LAN) ili veza point-to-point vrlo visoke raspoloživosti i kvalitete. Za komunikaciju s numeričkom zaštitom i svim ostalim uređajima (npr. regulator napona) koristi se kabliranje optičkim kabelima. Za kabliranje bi trebalo koristiti optičke kabele s monomodnim vlaknima.

Primjena arhitekture otvorene komunikacije (open communication architecture) u sustavu procesne informatike unutar elektroenergetskog objekta postaje danas imperativ, budući da je učinkovitost komunikacije postala kritični čimbenik. Manipulacije u elektroenergetskom postrojenju postaju svakim danom sve složenije i vremenski zahtjevnije. Raste broj ugrađenih mikroprocesora kako u sekundarnoj tako i primarnoj opremi i povećava se broj ugrađenih IED-a (intelligent electronic device) koji su u funkciji upravljanja, nadzora, zaštite, mjerenja, regulacije, lokalne automatike i sl. Rješenja sekundarnih sustava zahtijevaju mogućnost rada svih IED-a u zajedničkom okruženju i

mogućnost izravne komunikacije s drugim uređajima, kako bi se moglo donositi odluke i poduzimati odgovarajuće akcije u realnom vremenu. Ovaj zahtjev dodatno otežava spoznaja da svaki IED-a može teoretski biti proizvod drugog proizvođača.

Dosadašnji pokušaji u okviru međunarodnih organizacija oko uspostave jedinstvenog protokola na razini objekta nisu još dali zadovoljavajuće rezultate. Zbog toga navodimo i najnoviji rad EPRI (Electric Power Research Institute) koji je u suradnji s većinom značajnijih elektroprivrednih organizacija razvio UCA (Utility Communications Architecture) za komunikacijsko sučelje. Sučelje se zasniva na međunarodno prihvaćenim normama, što čini UCA otvorenim sustavom koji omogućava komunikaciju među različitim računalskim sustavima unutar elektroprivredne organizacije na način da različiti računalni sustavi mogu dijeliti istu informaciju "istodobno". Djelokrug primjene UCA otvorenog sustava proširen je na elektroenergetska postrojenja, te je time omogućeno da se pojedini IED-i kao npr. releji zaštite, zapisivači poremećaj i sl. povežu preko jedinstvene komunikacijske mreže, te da mogu funkcionirati kao dio zajedničke računalske mreže. UCA je zapravo skup normi čija će primjena omogućiti otvorenu komunikaciju između svih IED-a instaliranih u transformatorskoj stanici, kao i komunikaciju između uređaja smještenih u drugim transformatorskim stanicama i konačno komunikaciju s nadređenim upravljačkim centrima viših razina.

Pri rješavanju ovih sustava, zbog izrazito narasle potrebe za komunikacijama (veliki broj procesora koji međusobno komuniciraju) na lokalnom nivou potrebno je posvetiti posebnu pozornost prometu koji se može pojaviti u havarijskom slučaju. Prilikom revitalizacije, HEP, isporučitelj opreme i projektant posebnu pozornost moraju posvetiti tom problemu. Ni u kojoj situaciji ne smije se dogoditi da zbog konflikta u komunikaciji na lokalnom nivou dođe u pitanje bilo koja funkcija lokalnog ili daljinskog sustava upravljanja i nadzora. Zato treba koristiti komunikacijska rješenja koja brzinom višestruko (faktor > 1000) nadmašuju proračunati promet.

4.1.5. *Dokumentacija*

Sve promjene u izvedbi sekundarnih sustava u elektroenrgetskim objektima nužno se očituju i u izradi projektne dokumentacije, kako izvedbenog projekta tako i dokumentaciji izvedenog stanja.

Prilikom projektiranja (izrade strujnih shema el. energetske opreme) uz korištenje elektromehaničke/statičke sekundarne opreme projektant je sve pojedinačne funkcije (upravljanje, zaštita, mjerenje, signalizacija) sam izvodio pomoću posebnih strujnih krugova od kojih je svaki pojedino služio za određenu funkciju. Kod projektiranja numeričkih sustava projektant – tehnolog povezuje primarnu opremu (spaja strujne i naponske grane mjernih transformatora, stezaljke visokonaponskih aparata, isklopne krugove pojedinih aparata sa sekundarnom opremom i dovodi pomoćne napone do uređaja, a sve se funkcije izvode programski. Za izradu programa zadužen je drugi projektant, a njegovo parametriranje obavljaju specijalisti za pojedine funkcije/područja. Time je inicijalna projektna dokumentacija proširena za dio koji se najčešće naziva liste parametar obrade signala, liste parametara zaštite i sl.

Liste parametara obrade procesnih signala s jasno i jednoznačno definiranim punim nazivom, ishodištem, odredištem i svim obradama i manifestacijama (prikazima) dotičnog signala na svim razinama unutar elektroenergetskog objekta, te prijenosu u daljinski centar.To podrazumijeva da je potrebno definirati cijeli niz parametara obrade, kao što su npr.: lista događaja, lista alarma, arhiviranje, ciklus osvježavanja, potvrđivanje, prikaze, načine vizualizacije, popratne zvučne i svjetlosne signale, prihvat alarma, sva odredišta svakog signala, sumiranje odnosno sažimanje signala i mjerenja, pragove mjernih vrijednosti, mrtve zone, izvedene signale, kriterije za prijenos signala u nadređeni centar itd. Za uređaje zaštite te liste sadrže dodatno i podatke o svim parametrima i podešenjima.

Za funkcije upravljanja izrađuju se programski uvjeti blokada u vidu logičkih funkcija i u takvom obliku se predaju projektantima programske podrške.

U slučaju potrebe za konverzijom protokola (kao npr IEC/ADLP) potrebno je izraditi dokumentaciju konverzije protokola, tj. tablice signala i mjerenja s pripadnim IEC i ADLP adresama.

Posebno je izraženo pitanje odgovornosti projektanta i svih ostalih sudionika u izradi projekta. Naime osim navedenih specijalnosti funkcionalnost cijelog projekta uvjetuje i dobro projektirana/izabrana komunikacija i parametri prijenosa unutar objekta i prema nadređenom centru.

Zbog svega navedenog nameće se hitna potreba za izradom preporuka o propisanom sadržaju, obliku i opsegu projektne dokumentacije za potrebe glavnog projekta, izvedbenog projekta i projekta izvedenog stanja. Također, potrebno je točno utvrditi granice razrade u odnosu na druge knjige projektne dokumentacije, redosljed izrade pojedinih dijelova projektne dokumentacije i efikasni način koordinacije i timskog rada svih specijalista koji moraju biti uključeni u izradu projektne dokumentacije.

Značajno poboljšanje očituje se u činjenici da se veći dio dokumentacija izvedenog stanja sekundarnog sustava izrađuje programski (izuzev dijela koji se odnosi na strujne sheme i priključne planove), čime se eliminiraju sve mogućnosti nekonzistencije podataka. Dokumentacija je dostupna na raznim medijima uključujući i prijenosno računalo čime se bitno olakšava rad specijalista na terenu i na drugim udaljenim lokacijama, pretraživanje i preglednost dokumentacije.

4.2. Zaštita

Revitalizacija zaštite u elektroenergetskom objektu provodi se kao:

- revitalizacija sekundarnog sustava
- revitalizacija funkcije zaštite
- zamjena pojedinih uređaja zaštite u jednom ili više polja.

Temeljne smjernice kod provedbe revitalizacije funkcije zaštite detaljno su razrađene i proanalizirane u sklopu rada [3] koji je prezentiran na istom savjetovanju. Zahtjevi na opremu identični su onima za ostalu opremu sekundarnog sustava i opisani su u točkama 4.1.3, 4.1.4 i 4.1.5. Posebno treba istaknuti činjenicu da se danas numeričkim relejima mogu zamijeniti skoro svi konvencionalni releji, što pruža mogućnost postupne zamjene releja. Pri tome se podrazumijeva da kod pojedinačne parcijalne zamjene nema mogućnosti serijske komunikacije između releja niti korištenja svih pogodnosti koje ona pruža. Dodatno treba naglasiti da se dio funkcija zaštite uklapa i u funkciju nadzora elektroenergetskog postrojenja (vidi točku 4.1.2.7 – dohvat arhiviranih procesnih podataka) Zbog toga je potrebno sve raspoložive signale uređaja zaštite grupirati u karakteristične grupe: poticaj, prorada/isključenje, blokada funkcija i interni kvar uređaja.

Podaci o proradi/isključenju su sastavni dio pogonskih događaja u EE objektu i moraju biti arhivirani zajedno s ostalim pogonskim događajima u objektu i dohvatljivi alatima za dohvat i evaluaciju arhiviranih procesnih podataka.

4.3. Telekomunikacije

4.3.1. *Revitalizacija telekomunikacija*

Revitalizacija telekomunikacijskih resursa započela je u HEP-u izradom planskih dokumenata [4,9..13] kao osnovne pripreme za sustavni pristup problemu prije cca 5 godina. Izrada ovakove prethodne dokumentacije bila je uvjetovana stanjem u telekomunikacijskom sustavu koji je sve manje uspijevao odgovoriti naraslim zahtjevima novih servisa i potreba HEP-a. Uzrok takovome stanju je nikakvo ili nisko dugogodišnje investiranje u telekomunikacijski sustav HEP-a. Zbog toga, a i tehnoloških skokova koji su se u međuvremenu dogodili bilo je nužno razraditi planske dokumente i njima osigurati:

- pravi smjer u razvoju telekomunikacija HEP-a,
- zadovoljiti zakonske uvjete prema Zakonu o telekomunikacijama
- kvalitetne podloge da se sustav može graditi u fazama s jasnim konačnim ciljem.

Usporedno s izradom tih dokumenata prišlo se intenzivnijem investiranju u telekomunikacijski sustav u HEP i to tako da su se iz gotovih dijelova planskih dokumenata vadili podaci i pripremala ponudbena dokumentacija za izgradnju pojedinih nedvojbenih cjelina koje je trebalo graditi.

Jedna od presudnih odluka tada donesenih u Direkciji za upravljanje i prijenos je da se prilikom svake izgradnje novih i ozbiljne rekonstrukcije postojećih prijenosnih dalekovoda ugrađuje zaštitna užad s optičkim nitima.

Budući da su tehnički parametri i zahtjevi na sustav i ciljno stanje sustava definirani u dokumentima HEP [4,9..13] u daljnjem tekstu će se obraditi samo principi pristupa revitalizaciji telekomunikacija u HEP-u.

4.3.2. *Smjernice kod provedbe revitalizacije TKS*

4.3.2.1. Telekomunikacijski sustav

U skladu s već navedenim pristupima revitalizaciji (točka 3.3) u telekomunikacijskom sustavu se revitalizacija mora provoditi investiranjem u veći zahvat na osnovnim telekomunikacijskim mrežama ili dijelovima mreža ali s jasnim ciljem da se postojeće stanje sustavno dovede do ciljnoga projiciranog u planskim dokumentima. Takvi zahvati se odnose na:

- magistralni telekomunikacijski sustav na nivou HEP i to glede:
  - telekomunikacijske opreme
  - medija za telekomunikacije (optika)
- dio telekomunikacijskog sustava koji se odnosi na:
  - rješavanje TK povezivanja više objekata
  - područje jednog ili više DP-a
  - područje PrP-a ili PP-a.

Postojeće stanje je različito i neujednačeno radi pojedinačnih pristupa revitalizaciji uvjetovanih različitim uzrocima. Ovakav pristup omogućuje da se jednim konzistentnim zahvatom sustav dovede u traženo stanje ili blizu takovog stanja i da se time omogući intenzivnije korištenje telekomunikacijskog sustava.

Izvrstan primjer za to je magistralni prijenosni sustav Zagreb - Rijeka – Split. Nakon optičkih dionica na pojedinačnim dalekovodima, izgrađene su preostale optičke dionice i osigurana je telekomunikacijska oprema za korištenje sustava i na magistralnom nivou.

Navedena investicija je u završnoj fazi realizacije.

Isti pristup je u tijeku za komutacijsku mrežu na magistralnom nivou (Zagreb, Split, Rijeka i Osijek) i govornu radijsku mrežu prema standardu TETRA na području Slavonije (DP-i na području Slavonije i PrP Osijek).

Smatramo da bi takav pristup trebalo osigurati kao minimalno i kod nabavke komutacijskih sustava, dijelova opreme u mobilnoj mreži i za transmisijsku opremu u pojedinim dijelovima HEP-a ili za cijeli HEP. Naravno mogućnost takovog pristupa ovisi o nizu faktora kao:

- organizacija HEP-a,
- nadležnosti pojedinih osnovnih Direkcija u HEP-u,
- nivo zajedničkog planiranja

- usklađenje s ostalim faktorima revitalizacije
- usklađenje dinamike pojedinih zahvata međusobno.

Osim navedenih argumenta za ovakav pristup postižu se i značajni efekti glede:

- postignutih cijena opreme
- funkcionalnosti dotičnog dijela i sustava TK u cjelini
- kvalitetnije podrške isporučitelja opreme
- jeftinija edukacija vlastitog osoblja za održavanje
- jednostavnije održavanje.

4.3.2.2. Telekomunikacije u objektima (pristupne TK mreže)

Telekomunikacijska komponenta u opremi EE objekata je tzv. pristupna telekomunikacijska mreža koja ovisni o vrsti, značaju i veličini objekta. S telekomunikacijskog gledišta u objekte spadaju osim EE objekata i svi oni koje dodiruje telekomunikacijski sustav HEP-a na bilo koji način (poslovni objekti, RR objekti, itd) Pristupna TK mreža sastoji se od terminalnih telekomunikacijskih uređaja koji omogućuju pristup i korištenje telekomunikacijskog sustava kao mreže, od elemenata pojedinih podmreža kao što su komutacijskii čvorovi, elementi mobilne mreže (radijske postaje), transmisijska čvorišta itd. Glede sustava procesne informatike u pristupnu mrežu spadaju i uređaji koji čine sučelja između elemenata procesnog sustava i telekomunikacijske infrastrukture (modemi, optička korisnička sučelja, itd).

U tablici 1 dane su pojedine podmreže [4] koje se koriste telekomunikacijskim sustavom. Posebno su označene podmreže za koje pristupna razinu spada u telekomunikacije i one gdje se pristup obavlja na nivou sučelja spram procesnog i drugih sustava.

Prema planu komutacije HEP-a [9] točno je definirana hijerarhija komutacijske mreže, i objekti HEP-a koji moraju imati komutacijski čvor. Također su definirani kriteriji za uvođenje novih telekomunikacijskih čvorišta u slučaju pojave novih objeketa i većeg broja djelatnika koji bi trebali raditi na novoj lokaciji. Isti dokument definira i položaj pojediniog objekta u telefonskoj mreži dispečerske službe, načine uključenja (sučelja) za sve podmreže koje kao podlogu koriste komutacijsku mrežu HEP-a, a time i tehničke uvjete uključenja u tu mrežu. Tehnička rješenja razlikuju se ovisno o tome da li postoji lokalni komutacijski čvor ili ne.

Transmisijske sustave u HEP-u čine optički transmisijski sustavi, mikrovalne usmjerene veze i VF veze po dalekovodima koji su obrađeni u odgovarajućim planovima HEP-a. Podmreže koje koriste direktno resurse transmisijskih sustava imaju u spomenutim dokumentima definirana sučelja, odnosno način priključenja i raspoložive prijenosne kapacitete.

U skladu s time moguće je pri pripremi revitalizacijskih/investicijskih zahvata na pojedinom objektu definirati projektni zadatak za revitalizaciju telekomunikacijske opreme u pojedininom objektu

Tablica 1.

transmisijska mreža	s	komutacija	s	podmreže	nadležnost	
					TK	korisnik
				komutacijska mreža		
				telefonska mreža disp.službe		
				telefonska mreža disp.službe		
				mreža procesne informatike		
				mreža sekundarne regulacije		
				mreža zaštite dalekovoda		
				mreža zaštite dalekovoda		
				mreža obračunskih mjerenja		
				mreža poslovne informatike		
				mreža poslovne informatike		
radijalna radio mreža						
				govor		
				podaci (procesna informatika)		

s = sučelje

ako se radi o revitalizaciji šireg zahvata. Revitalizacija pristupne mreže moguća je i u sklopu revitalizacije dijela telekomunikacijskog sustava, no to je često parcijalna revitalizacija (one podmreže na koji se odnosi i revitalizacija dijela TK sustava).

Na nivou pojedinačnih objekata pri revitalizaciji teško je postići posebne efekte osim onih zadanih tehničkim razlozima revitalizacije. Ipak ako bi se ulazilo u revitalizaciju grupe istorodnih objekata mogući su efekti:

- ujednačavanje opreme
- količinski efekti pri nabavci opreme.

5. ZAKLJUČAK

Kao zaključak o revitalizaciji koji je zajednički za sustave upravljanja, nadzora, zaštite, mjerenja i telekomunkacija navodimo neke od uvjeta koje bi trebalo zadovoljiti prilikom revitalizacije:

- poštivanje planskih dokumenata
- podrška managementa cijelim tijekom revitalizacije
- voditi brigu da se poštuje dinamika izgradnje
- voditi brigu o ujednačavanju tehnologije.

Za sustave nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja prilikom rekonstrukcija treba težiti cjelovitoj zamjeni/rekonstrukciji opreme kako bi se postigla očekivana poboljšanja i unaprjeđenja. Pri tome se sugeriraju rješenja kojima će se za cijeli elektroenergetski objekt provesti ista filozofija nadzora i upravljanja. Također se treba maksimalna pozornost posvetiti izradi i usklađivanju planskih dokumenata i normizaciji, odnosno preuzimanju međunarodnih opće prihvaćenih normi. Potpuni uspjeh u primjeni novih tehnoloških rješenja kod rekonstrukcije i izgradnje novih objekata može se postići ukoliko se i interna organizacija/ustrojstvo tehničkih odjela uskladi s novom situacijom i promjenama koje implicira nova tehnologija.

Za intenziviranje revitalizacije telekomunikacijske infrastrukture u Distribucijskim područjima važno je da se prilikom revitalizacije ili izgradnje kabela ili nadzemnog voda na intersantnim trasama 35kV i 10kV:

- uz naponski kabel polaži i cijev s optičkim kabelom ili samo cijev za buduće potrebe
- da se koriste rješenja sa samonosivim optičkim kabelima, bolje nego optikom u faznom užetu.

Ovo je važno tim više što je HEP dao HPT-u suglasnost za montažu samonosivih kabela na distribucijske dalekovode a sam to rješenje ne koristi. Suradnja s drugim vlasnicima telekomunikacijskih sustava trebala bi biti na obostranu korist.

LITERATURA

[1] Renewal of existing telecontrol systems, CIGRE, SC 35, WG 01, 1990

[2] Š. RADIĆ: "Revitalizacija centara vođenja elektroenergetskog sistema", CIGRE, Cavtat 1988.

[3] MARUŠI:Ć "Iskustva i značajke koordiniranih sustava za zaštitu, upravljanje i mjerenje", CIGRE, Cavtat 1988.

[4] Generalni plan razvoja mreže veza Hrvatske elektroprivrede, interni organizacijski propis HEP,1994.

[5] SWENSON i dr. "Configuration of substation secondary equipment", on behalf of WG 34.07, CIGRE, Helsinki 1995.

[6] HENDERSON, J.O' Neill: "Design and operating expirience with substation computer based systems" CIGRE WG 05 SC 23, Electra No 171, 1997

[7] J. STARRENBURG: "Automatisation des postes: des normes sont-elles necessaires?", REE No 9, 1997.

[8] J. BURGER "Substation communications and protocols – EPRI UCA 2.0 demonstration initiative", EPRI, Substation Equipment Diagnostics Conference VI, New orleans, Louisiana, February 1988

[9] Plan komutacije mreže veza HEP-a, interni dokument HEP, Zagreb, 1997.

[10] Plan digitalne govorne radio mreže HEP-a, zakonski dokument HEP, Zagreb, 1997.

[11] Plan transmisije HEP-a, interni dokument HEP-a, Zagreb, 1998.

[12] Plan radijalnih radio mreža i veza HEP-a, Radijske mreže na valnom području 4, 2 i 0,7m, zakonski dokument HEP-a, Zagreb, 1995.

[13] Plan mikrovalnih veza HEP-a, (zakonski dokument HEP-a - u izradi) - podloge

[14] Charette "Bilan de l'implementation d'un systeme de controle-commande numerique dans des postes MT, HT et THT", REE No 9, 1997.

[15] J. STEPINAC, Z. BOŠNJAK: "Koncepcija komunikacijske mreže za potrebe procesnog upravljanja", CIGRE, Primošten, 1995.

PROTECTION, CONTROL, MEASUREMENT AND TELECOMMUNICATION SYSTEM REFURBISHMENT

The paper gives the most important reasons why there is generally a frequent need of protection, control, measurement and telecommunication systems' refurbishment in the existing electric power stations. As each of the mentioned subsystems has some specifics, and although they have to work in a common HEP system, each of them is evaluated separately and the refurbishment methods are described respectively. The paper describes the preconditions, approaches, preparation and modes of the appropriate refurbishment procedure with an additional review on the refurbishment of the whole process information system imposed by the subsystems' application.

DIE ERNEUERUNG VOM SCHUTZ- ‚STEUERUNGS´- MESS- UND FERNMELDESYSTEM

Der Artikel gibt die wichtigsten Gründe der im allgemeinen immer häufiger autretender Notwendigkeit der Erneuerung vom Steuerungs´-, Schutz-, Meß- und Fernmeldesystems in den bestehenden elektrizitätswirtschaftlichen Anlagen. Da jeder von angeführten Systemen seine Besonderheiten aufweist und alle doch im gemeinsamen System kroatischer Elektrizitätswirtschaft zusammenwirken müssen, ist ein jeder einzeln bearbeitet, wobei die Erneuerungsmetthoden abgesondert beschrieben wurden. Im Artikel sind ebenso Vorbedingungen, Auseinandersetzungen, Vorbereitungen und das richtige Erneuerungsverfahren beschrieben worden, mit einem zusätzlichen Rückblick auf die Erneuerung des ganzen Systems der Process, da dies die Anwendung der bearbeiteten Systeme aufzwingt.

Naslov pisca:

Mr. sc. Neven Baranović, dipl. ing.
Josip Stepinac, dipl. ing.
Josip Kljaić, dipl. ing.
mr. sc. Božidar Filipović, dipl. ing.
HEP, Direkcija za upravljanje i prijenos
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Darko Babić, dipl. ing.
Elektroprojekt Zagreb,
Alexandera von Humboldta 4
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1998-12-22.

ELKA

UTEMELJENA 1927. god.

PROIZVODNI PROGRAM

- ENERGETSKI KABELI
- SAVITLJIVI I INSTALACIJSKI VODOVI I KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIMA
- SAVITLJIVI I INSTALACIJSKI VODOVI I KABELI IZOLIRANI ELASTOMERIMA
- BRODSKI KABELI
- KABELI I KONEKTORI ZA AERODROMSKE INSTALACIJE
- TELEKOMUNIKACIJSKI KABELI
- SIGNALNO-UPRAVLJAČKI, MJERNI I KABELI ZA INFORMATIČKE MREŽE
- RUDARSKI KABELI
- KABELI ZA ZAVARIVANJE
- SPECIJALNI VODOVI I KABELI
- KONFEKCIONIRANI VODOVI IKABELI
- KONFEKCIONIRANI KABELI I VODOVI
- LAKIRANA ŽICA
- ALUMINIJSKA, ALU-ČELIČNA I UŽAD OD ALUMINIJSKIH LEGURA
- ZAŠTITNA UŽAD SA SVJETLOVODNIM NITIMA (OPGW)
- ČELIČNA UŽAD I PRIVEZICE ZA DIZALICE, BRODOVE I DRUGE NAMJENE
- IZOLACIJSKI MATERIJALI



Planeta Zemlja...

Čovjek...

Kabeli...

ELKA d.d.
Tvornica električnih kabela
Žitnjak bb, 10 000 ZAGREB
TEL: 01/ 233 22 00
FAX: 01/22 38 98

ELKA
TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA

POGON I: ELKA-METALNA UŽARIJA, BIOGRADSKA BB, 23 000 ZADAR; TEL.: ++385 (023) 43 69 22; FAX: ++385 (023) 44 16 72

POGON II: ELKA-MIKROKABEL, TUGONICA BB, 49 247 ZLATAR BISTRICA; TEL.: ++385 (049) 48 14 22; FAX: ++385 (049) 46 11 3

ANALIZA PRIJELAZNE POJAVE KOD SINKRONIZACIJE GENERATORA

Mato M i š k o v i ć, Cavtat

UDK 621.313.322
STRUČNI ČLANAK

Klasični postupak određivanja maksimalno dozvoljene razlike frekvencije generatora i mreže na koju se sinkronizira, dopunjen je matematičkim modelom koji omogućava uvid u dinamičke prilike stroja u blizini graničnih vrijednosti.

Ključne riječi: sinkroni generator, sinkronizacija.

1. UVOD

Prigodom sinkronizacije generatora na mrežu redovito dolazi do prijelazne pojave – prigušenog elektromehaničkog istitravanja prema stacionarnom stanju. Pogonski je zanimljivo odrediti maksimalno moguće razlike između slijedećih veličina: napon generatora-napon mreže, frekvencija generatora-frekvencija mreže i kut između vektora napona generatora i mreže. Ove vrijednosti nužno je znati za podešenje uređaja za sinkronizaciju, posebno kada se radi o sinkronizaciji sa sinkroček relejom. Sinkroček relej je potpuno pasivan uređaj u odnosu na regulator uzbude sinkronog stroja i regulator snage turbine. Dakle potrebno ga je podesiti na područje što bliže maksimalno dopuštenom da bi vrijeme sinkronizacije smanjili na prihvatljiv iznos.

Naponske razlike rezultiraju njihanjem jalove snage i imaju manji utjecaj na elektromehaničko njihanje, a mogu dovesti do preskoka rotora i ispada generatora. Ovdje je dovoljno držati se kriterija da je dopuštena razlika između napona otprilike 10%. Maksimalno dopuštenu razliku između frekvencija i maksimalno dopušteni kut između vektora napona, možemo odrediti pomoću kriterija jednakih površina.

Ovo je klasični postupak koji je zapravo najstarija metoda analize prijelazne stabilnosti. Rješenje je dopunjeno izradom matematičkog modela, koji omogućava i izračun vremenske ovisnosti promatranih veličina.

2. SINKRONIZACIJA GENERATORA

Problem je rješavan za jedan konkretni slučaj sinkronizacije generatora koji nakon ispada dalekovoda ostaje u otočnom režimu sa snagom od P≅ 0.3 p.u. Ponovna sinkronizacija vrši se pomoću spomenutog releja i potrebno je odrediti maksimalno dopušteni iznos odstupanja frekvencije na koji se smije podesiti relej, da bi sinkronizacija uspjela.

Turbinska regulacija parametrirana je za režim rada na mrežu, što u otočnom radu rezultira većom vrijednošću stacionarne frekvencije od nominalne, stoga ćemo proračun provesti samo za područje većih frekvencija generatora.

Rješenje maksimalne razlike frekvencija odredit ćemo iz uvjeta da je kinetička energija akumulirana u rotoru jednaka površini ispod krivulje M=f(δ).

Ovisnost električkog momenta o kutu tereta rotora definirana je prema [1] relacijom prema 1.01.

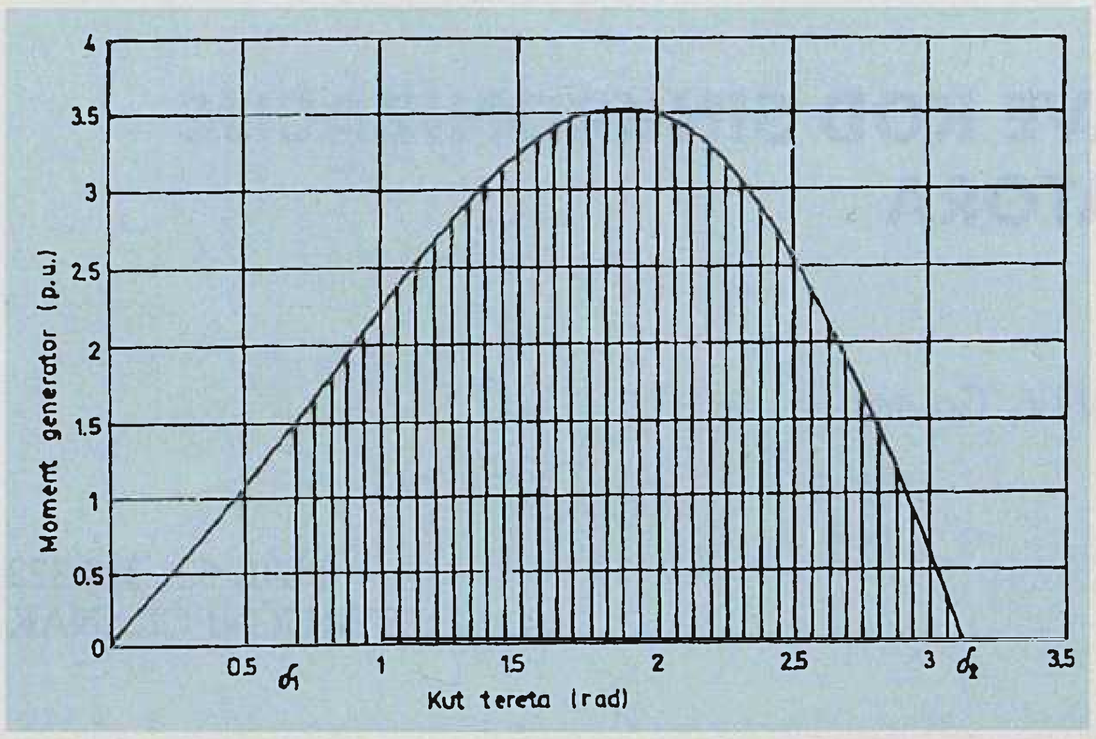
Relacija 1.01 vrijedi za slučaj prijelaznog režima.

$$m_{el} = \frac{P}{\omega} = \left(\frac{\omega}{\omega_s}\right)^{-1} \frac{E'_{q_q} U_m}{(x'_d + x_e)} \sin\delta + \left(\frac{\omega}{\omega_s}\right)^{-2} \frac{x'_d - x_q}{(x'_d + x_e)(x_q + x_e)} \frac{U_m^2}{2} \sin 2\delta \qquad (1)$$

Kriterij jednakih površina, odnosno relacija (1) zasniva se na pretpostavci održanja konstantnog elektromagnetskog toka, za vrijeme trajanja prijelazne pojave, što uglavnom zadovoljava.

U navedenom slučaju zanima nas samo prva poluperioda elektromehaničke oscilacije,ako za vrijeme ove periode generator ne ispadne, zbog djelovanja prigušnog namota u slijedećim periodama bit će sve "dublje" u sinkronizmu. Tijekom prijelazne pojave ulančani magnetski tok će se mijenjati i to će svakako utjecati na oblik prijelazne pojave, međutim utjecaj na iznos maksimalno dopuštenog nadvišenja frekvencije generatora u trenutku sinkronizacije je minimalan i zanemariv.

Na slici 1. prikazana je karakteristika električnog momenta izračunata za primjer navedenog generatora.



Slika 1. Karakteristika električnog momenta

Dopušteno povećanje frekvencije Δf određujemo iz slijedećih uvjeta

$$\Delta E_k \le \int_{\delta 1}^{\delta 2} m_e d\delta \qquad (2)$$

Dakle povećanje kinetičke energije rotora može biti manje ili jednako integriranoj električnoj energiji koju generator može predati mreži tijekom jednog elektromehaničkog titraja. Kut δ1 ovisan je o podudarnosti vektora napona i mreže u trenutku sinkronizacije i naravno povoljnije je da je što manji. Kut δ2 je maksimalni, jer polazimo od pretpostavke da je stacionarna električna snaga jednaka nuli. Terećenje generatora počinje tek nakon sinkronizacije.

Ovaj uvjet ne vrijedi kod sinkronizacije generatora koji radi u otočnom režimu, u tom slučaju ovaj kut je manji i odgovara presjecištu električnog i mehaničkog momenta.

Razlika kinetičke energije rotora kod ω_g prema onoj kod ω_m iznosi

$$\Delta E_k = M \frac{(\omega_g - \omega_m)^2}{2} \qquad (3)$$

Kutna brzina ω je kutna brzina rotora na nominalnoj frekvenciji i za odabrani per unit sustav iznosi $\omega = 1$, ω_g je stvarna brzina rotora i možemo je uvažavajući odabarani sustav jedinica izraziti kao

$$\omega_g = \frac{f_g}{f_m} \qquad (4)$$

Iznos dopuštene frekvencije konačno možemo odrediti iz relacije 5.

$$\Delta\omega = (\frac{f_g}{f_m} - 1) = \sqrt{\frac{2\int_{\delta 1}^{\delta 2} m_e d\delta}{M}} \qquad (5)$$

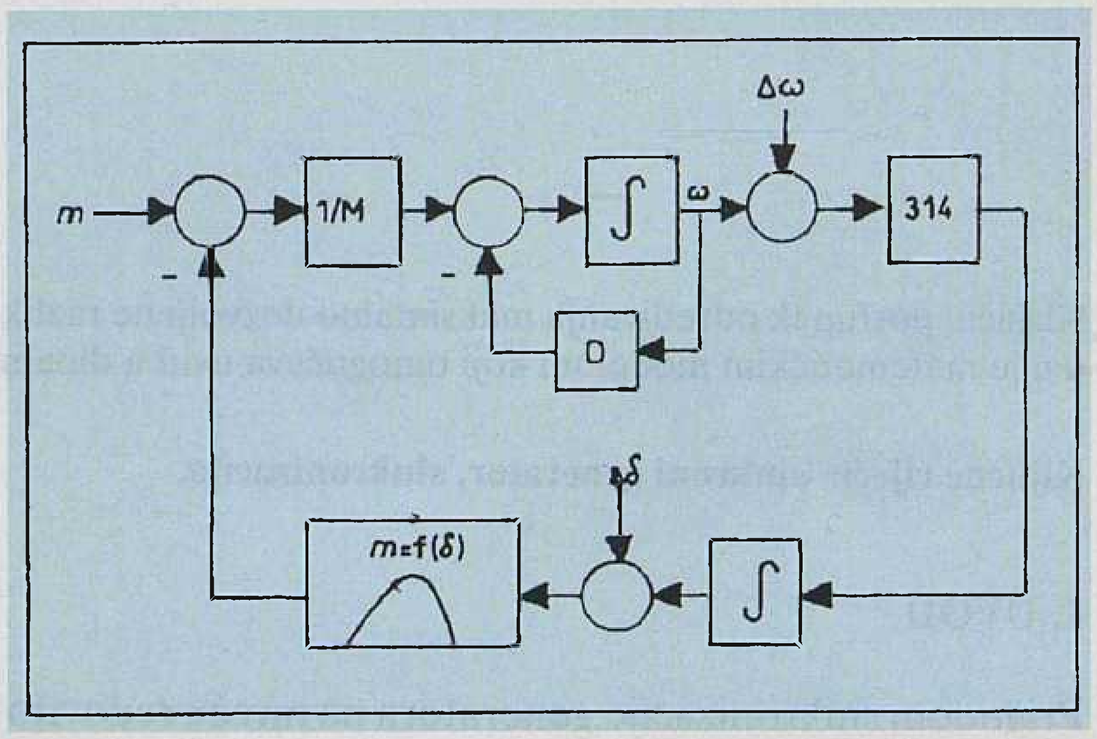
Dakle problem se svodi na veoma jednostavni proračun.

Postupak možemo provesti i izradom matematičkog modela, koji nam omogućava pregledniji utjecaj pojedinih veličina na granicu stabilnosti.

Odabrali smo jednostavniji model koji se zasniva upravo na gornjem izvodu.

Strukturni blok dijagram prikazan je na slici 2. Modelom je obuhvaćena mehanička dinamika stroja i momentna karakteristika prijelaznog režima.

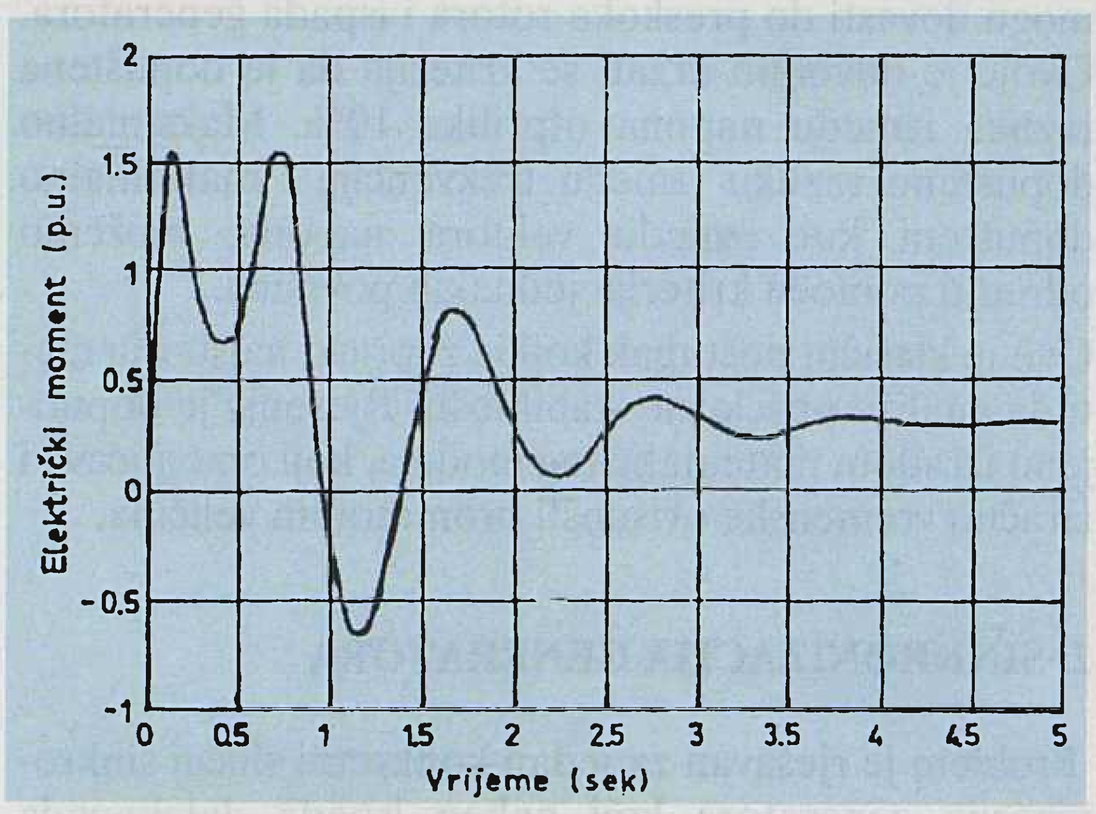
Prigušenje elektromehaničkih njihanja iskazano je koeficijentom prigušenja D.



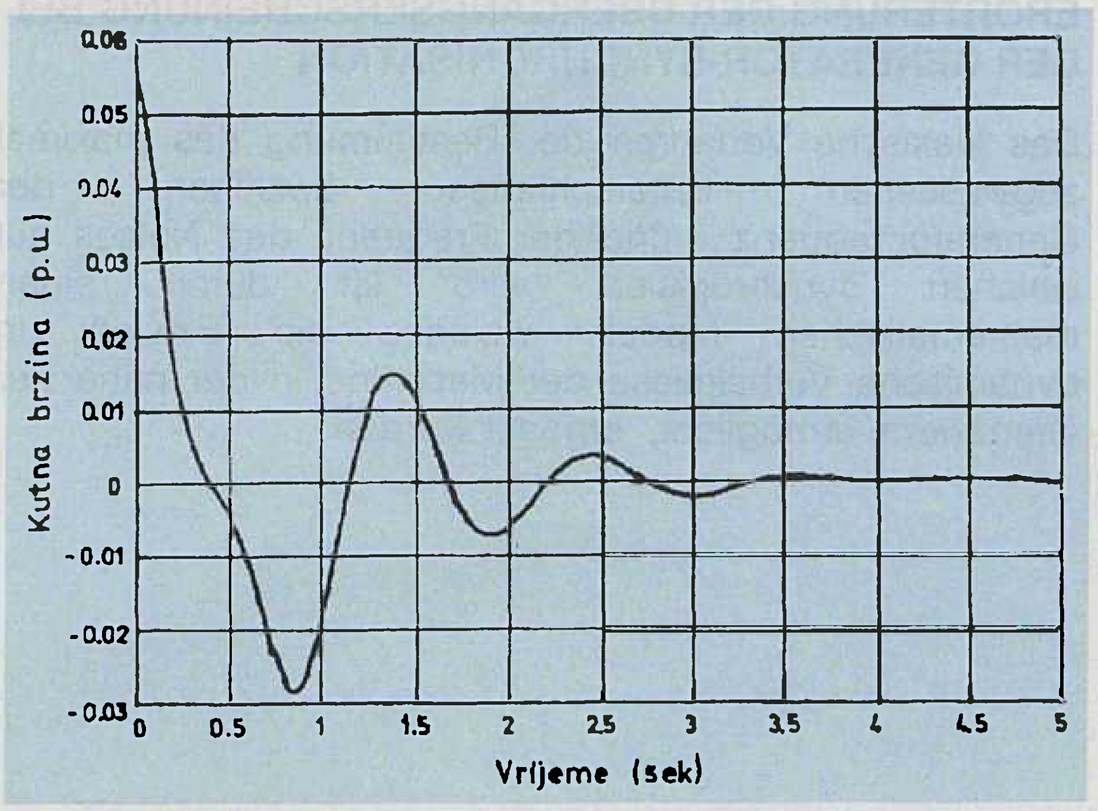
Slika 2. Strukturni blok dijagram pojednostavljenog matematičkog modela sinkronizacije generatora

Kada se sinkronizacija vrši u čvorištu mreže udaljenom od sabirnica generatora, tada se početni uvjeti razlikuju jer generator radi otočno. Zbog tromosti turbinskog regulatora, nakon izvršene sinkronizacije stacionarno stanje uspostaviti će se na snazi generatora koja odgovara otvoru turbine uspostavljenom u otočnom radu. Uvedena pojednostavljenja električnih prilika, donekle možemo umanjiti odabirom radne točke genaratora koja odgovara za snagu otočnog rada.

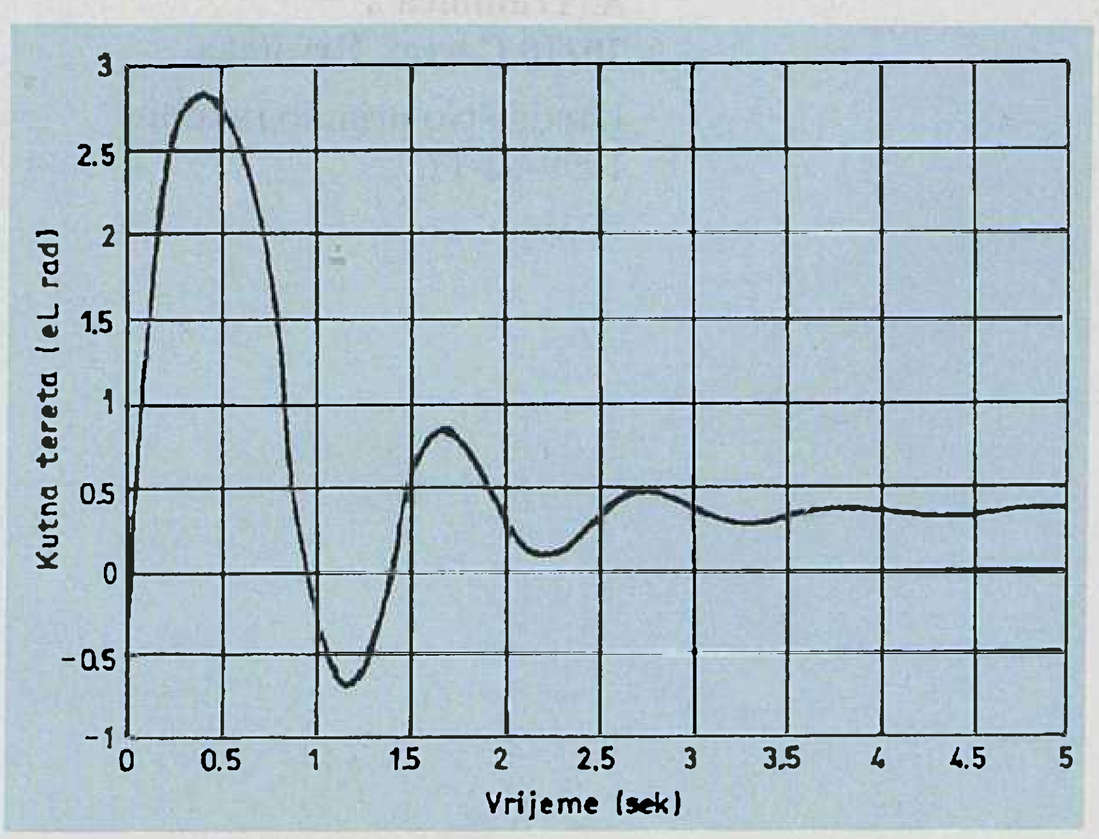
Na slikama 3, 4 i 5 prikazani su odzivi karakterističnih veličina u blizini granične vrijednosti frekvencije (f=52.8 Hz).



Slika 3. Vremenski odziv električnog momenta generatora pri sinkronizaciji

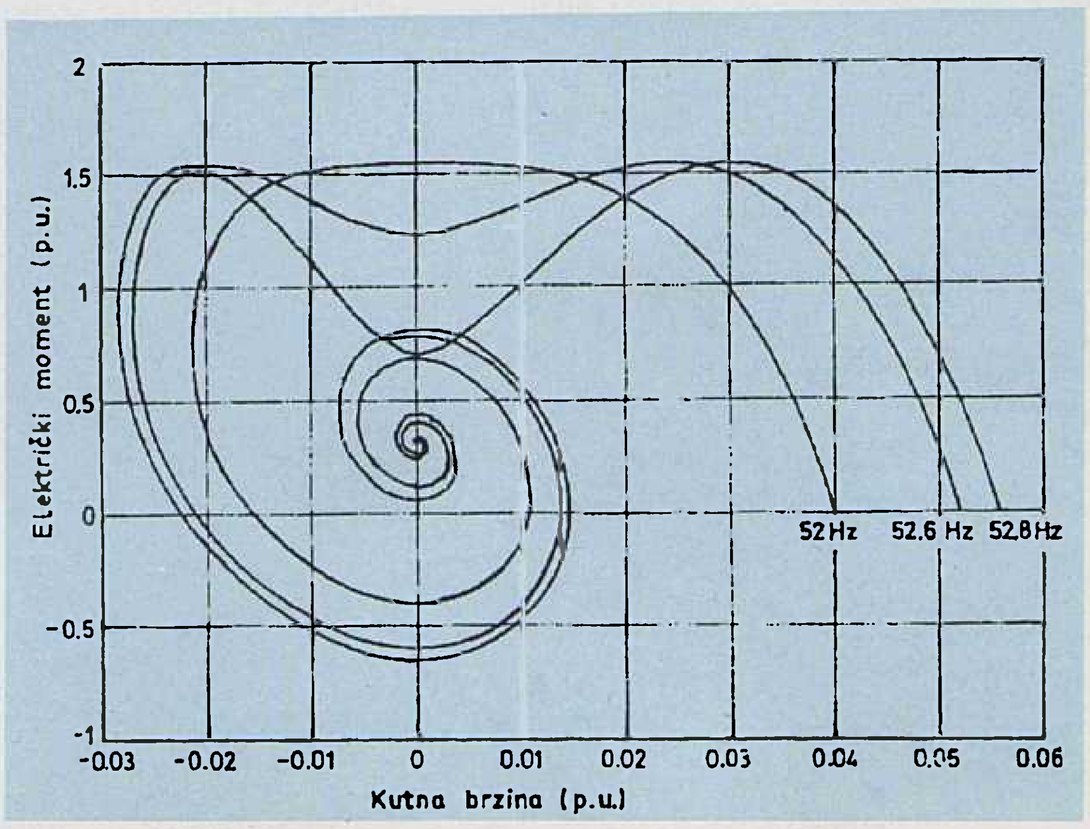


Slika 4. Vremenski odziv razlike kutne brzine ω_g - ω_m rotora generatora pri sinkronizaciji



Slika 5. Vremenski odziv kuta tereta generatora pri sinkronizaciji

Na slici 6. dana je ovisnost električkog momenta o kutnoj brzini za tri različita iznosa frekvencija generatora, koje su redom sve bliže graničnoj vrijednosti.



Slika 6. Ovisnost električkog momenta generatora o kutnoj brzini pri sinkronizaciji

Vidljivo je "propadanje" krivulje momenta u prvoj poluperiodi, granična vrijednost dostiže se kada kod nulte brzine prvog titraja rotora moment dostigne nulti iznos.

U slučaju prijelaza iz otočnog rada električni moment mora u trenutku nulte brzine, koja se postiže kod maksimalnog otklona rotora, biti veći ili jednak momentu stacionarnog stanja, koji je približno jednak momentu dostignutom u otočnom radu. Nelinearnost koja se mogla dobro uočiti i kod vremenskih odziva, posljedica je sinusne karakteristike $m_{el}=f(\delta)$, i posebno je izražena kod graničnih vrijednosti.

Proračun je napravljen za stacionarno pogonsko stanje $P+jQ=0.3+j0.1$.

Možemo na osnovu modelskog proračuna zaključiti da maksimalna vrijednost razlike frekvencije, koja još uvjek omogućava sigurnu sinkronizaciju iznosi $\Delta f \cong 2$Hz.

Ovaj iznos dobiven je za slučaj izrazito velike ekvivalentne reaktancije mreže $X_m=0.55$. Uobičajne vrijednosti ekvivalentnih reaktancija ($X_m=0.2$) rezultirale bi većim iznosima maksimalno dopuštene razlike frekvencija.

Tehnički podaci za generator

$X_d = 0.86$

$Xq = 0.55$

$X_d' = 0.26$

$X_m = 0.55$

POPIS OZNAKA

x_d – Sinhrona reaktacija u uzdužnoj osi

$x_{d'}$ – Prolazna reaktancija u uzdužnoj osi

x_q – Sinhrona reaktancija u poprečnoj osi

x_f – Reaktancija uzbudnog namota

r_f – Otpor uzbudnog namota

x_D – Reaktancija prigušnog namota u uzdužnoj osi

x_Q – Reaktancija prigušenog namota u poprečnoj osi

r_D – Otpor prigušenog namota u uzdužnoj osi

r_Q – Otpor prigušenog namota u poprečnoj osi

ω_g Kutna brzina generatora

ω_m Kutna brzina mreže

x_m – Reaktancija do krute mreže

$x_{d\Sigma} = x_d + x_m$

$x_{q\Sigma} = x_q + x_m$

P – Radna snaga generatora

Q – Jalova snaga generatora

U_2 – Napon generatora

e – Napon uzbude

δ – Kut opterećenja

ω – Kutna brzina

m_t – Moment na osovini generatora

m_e – Električni moment na osovini generatora
U_m – Napon krute mreže
U_d – Komponenta napona generatora u uzdužnoj osi
U_q – Komponenta napona generatora u poprečnoj osi
D – Faktor prigušenja

LITERATURA

[1] M. JADRIĆ, B. FRANČIĆ: "Dinamika električnih strojeva", Sveučilište u Splitu
[2] V. A. VENIKOV: "Transient processes in electrical power system"

THE ANALYSIS OF TRANSIENT STATE BY GENERATOR SYNCHRONISATION

The classical procedure of the determination of a maximal allowed frequency difference between the generator and the network on which it is to be synchronized, has been supplemented by a mathematical model enabling the insight into the dynamic circumstances of the machine near the boundary values.

ERÖRTERUNG DER ÜBERGANGSERSCHEINUNG BEI DER GENERATOR-SYHCHRONISATION

Das klasische Verfahren der Bestimmung des maximal zugelassenen Unterschiedes zwischen der Generatorfrequenz - und der Frequenz des Netzes auf welchen synchronisiert wird ist durch einen mathematischen Modell, welches die Einsicht in dynamische Verhältnisse der Maschine in der nähe der Grenzwerte ermöglicht, ergänzt worden.

Naslov pisca:

Mato Mišković, dipl. ing.
A. Trumbića 2
20210 Cavtat, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-02-17.

PROGRAM STATISTIČKIH ISTRAŽIVANJA ZA 1999. GODINU

Temeljem Ustava Republike Hrvatske i Zakona o državnoj statistici (Narodne novine broj 52/94), početkom svake godine, Zastupnički dom državnog sabora donosi Program statističkih istraživanja Republike Hrvatske. Program statističkih istraživanja za 1999. godinu objavljen je u Narodnim novinama broj 24 od 12. ožujka ove godine.

Program utvrđuje pojedina statistička istraživanja prema nositeljima poslova državne statistike. Pojedinim istraživanjima utvrđuje se njegov sadržaj, prostorni opseg, način obrade podataka te određuju izvještajne jedinice i njihove obveze s rokovima izvršenja.

Državni zavod za statistiku organiziran je na način, da u svakoj županiji ima svoje organizacijske jedinice, koje prikupljaju podatke za županiju na čijem se području nalaze. Organizacijske jedinice Hrvatske elektroprivrede u županijama predstavljaju izvještajne jedinice, koje su prema ovom programu dužne prikupljati i dostavljati izvješća Državnom zavodu za statistiku, odnosno njegovim organizacijskim jedinicama po županijama.

Oznaka, sadržaj istraživanja i razdoblja za koja se podaci prikupljaju, način objavljivanja prvih rezulatata, te osnovni rezultati istraživanja i način obrade za glavnu djelatnost, tj. proizvodnju, prijenos električne energije i distribuciju prikazani su u tablici 1. Osim toga u tablici 1 (kolona 3) navedene su nacionalne i međunarodne norme, temeljem kojih se provode istraživanja i obavlja obrada podataka.

Za sporedne djelatnosti iz područja građevinarstva dostavljaju se također mjesečna (GRAĐ-21), tromjesečna (GRAĐ-33) i godišnja (GRAĐ-11) izvješća.

Što se tiče cestovnog prometa za vlastite potrebe, neka vozila Hrvatske elektroprivrede su izabrana uzorkom, te se za njih moraju dostavljati tromjesečna izvješća. Slično je i za ostale sporedne djelatnosti.

Tablica 1 – Izvod iz programa statističkih istraživanja za 1999. godinu

Naziv i oznaka istraživanja	Razdoblje ili kritični datum	Sadržaj istraživanja	Način objavljivanja prvih rezultata	Osnovni rezultati istraživanja i način obrade
Mjesečno izvješće industrije (IND-1)	Protekli mjesec	**Proizvodnja**, realizacija i zalihe proizvoda; **utrošak** sirovina, **električne energije**, **goriva i toplinske energije**; broj zaposlenika Nacionalne norme: – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (NN 3/97 i 7/97) – Klasifikacija proizvoda po djelatnostima – KPD (NN 68/97) – Metodološke osnove za mjesečno izvješće industrije (IND-1) s NIPUM 97 (NN 18/97) – Nomenklatura reprodukcijskih materijala – NRMI 97 (NN 18/97) – GIG – Glavne industrijske grupacije konačne uporabe proizvoda – Registar prostornih jedinica – RPJ, Metodologija za uvođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica (NN 104/97) Međunarodne norme: -NACE Rev.1 (EC/OJ L 76/93) – Classification of product by activity – CPA (EC/OJ L 177/98) – MIG – Main industrial groupings EC (ISBN 92-828-2879-4, Serie E, EUROSTAT 1998)	Priopćenja Mjesečna izvješća Statistička izvješća Statistički ljetopis	Osnovni rezultati: indeksi fizičkog obujma industrijske proizvodnje; indeks utroška sirovina, utroška električne energije, goriva i toplinske energije; broj zaposlenika Razina obrade: ukupno RH

Naziv i oznaka istraživanja	Razdoblje ili kritični datum	Sadržaj istraživanja	Način objavljivanja prvih rezultata	Osnovni rezultati istraživanja i način obrade
		– Methodology of industrial short statistics (ISBN 92-828-2879-4, Serie E, EUROSTAT 1998)		
Godišnje *izvješće industrije (IND-21)*	Protekla godina	Prema NIPU ostvarena i maksimalno moguća proizvodnja, zalihe, intermedijarna potrošnja, realizacija proizvoda količinski i vrijednosno; zaposleni; vrijednosno za svaki dio izvještajne jedinice koji se bavi različitom djelatnošću na razini skupine NKD-a i za izvještajnu jedinicu ukupno, troškovi proizvodnje i prihodi po elementima, te stanje vrijednosti zaliha na početku i na kraju promatrane godine, reprodukcijskog materijala, ambalaže, goriva; **proizvodnja, potrošnja i prodaja električne energije, količinski i vrijednosno** ⇒*revidiranje sadržaja i obrazaca istraživanja, prema uputama iz Propisa o strukturalnim poslovnim statistikama EU (Council Regulation (EC –EUROATOM) No 58/97)* ⇒*uvođenje obilježja za račun proizvodnje industrije prema konceptu ESA 95 i obračun dodane vrijednosti industrije na razini odjeljka NKD-a na temelju principa čistih djelatnosti (activity approach)* ⇒*usklađivanje NIPU 97 s novom verzijom PRODCOM Liste (PRODCOM List 1998 – ISBN 92-828-1587-0, Serie E, EUROSTAT 1997)* ⇒*izrada programa za desiminaciju rezultata NIPU 97 prema standardnom zahtjevu za projekt GESMES EU (Doc. Ver. 2.06, 1998-02-24 RIF, EUROSTAT 1998)* <u>Nacionalne norme:</u> – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (NN 3/97 i 7/97) – Klasifikacija proizvoda po djelatnostima – KPD (NN 68/97) – NIPU 97 s metodološkim uputama za Godišnje izvješće industrije IND-21 (NN 82/97) – Carinska tarifa (NN 49/96) – Registar prostornih jedinica – RPJ, Metodologija za uvođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica (NN 104/97)	Statistička izvješća Statistički ljetopis	Osnovni rezultati: apsolutni podaci po proizvodima, količinski i vrijednosni, korištenje kapaciteta relativno do skupine NKD-a, ostali pokazatelji apsolutno i relativno do razine skupine NKD-a Razina obrade: RH i županije

Naziv i oznaka istraživanja	Razdoblje ili kritični datum	Sadržaj istraživanja	Način objavljivanja prvih rezultata	Osnovni rezultati istraživanja i način obrade
		<u>Međunarodne norme:</u> – NACE Rev.1 (EC/OJ L 76/93) – -Classification of product by activity – CPA (EC/OJ L 177/98) – Structural business statistics (Council regulation (EC – EUROATOM) No 58/97) – PRODCOM survey (Council Regulation (EEC) No 3924/91) – PRODCOM List 1998 (EC/ISBN 92-828-1587-0, Serie E, EUROSTAT 1997) – HS – Harmonised Commodity Description and Coding System (Customs Cooperation Council, Brussels, 1996) – CN 1998 – Combined nomenclature (OJ No L 312/97) – ESA 95 (Council regulation (EC) No 2223/96)		
Godišnja bilanca proizvodnje i potrošnje električne energije (ERG-2)	Protekla godina	Proizvodnja, vlastita potrošnja i isporuka poslovnim subjektima za prijenos i distribuciju električne energije, kapacitet, uvoz i izvoz, prodaja neposrednim potrošačima i dr. ⇒*priprema za izradu metodologije za obračun energetske bilance RH (dio), na temelju Metodologije za sustavno prikupljanje podataka o energentima (dio za podatke o električnoj energiji i toplinu) sukladno normama EU* ⇒*usklađivanje s metodologijom EU "Principi i metode za energetsku bilancu" (Principles and Methods of the energy balance sheet, ISBN 92-825-79Q-X, Serie E, EUROSTAT 1988)* ⇒*usklađivanje s metodologijom EU "Opskrba energijom (Supplied energy" – Series C, EUROSTAT 1996), međunarodno usklađenim OECD/UN-ECE/EU godišnjim upitnicima za električnu energiju i toplinu (Electricity and heat annual questionnaire), te metodološkim uputama (dio) prema odluci komisije EU u svezi osiguravanja podataka za potrebe politike opskrbe električnom energijom i toplinom (Council Decision (EC) No 612/91/ECSC – part)* <u>Nacionalne norme</u> – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (NN 3/97 i 7/97)	Statistički ljetopis	Osnovni rezultati: podaci ovog istraživanja jedan su element energetske bilance Republike Hrvatske Razina obrade: ukupno RH, područj E, razred 40.10 po NKD-u

Naziv i oznaka istraživanja	Razdoblje ili kritični datum	Sadržaj istraživanja	Način objavljivanja prvih rezultata	Osnovni rezultati istraživanja i način obrade
		– Registar prostornih jedinica – RPJ, Metodologija za uvođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica (NN 104/97) Međunarodne norme – NACE Rev. (EC/OJ L 76/93)		
Godišnje izvješće o proizvodnji i potrošnji električne energije u industrijskim elektranama i toplanama (ERG-22)	Protekla godina	Proizvodnja, vlastita potrošnja i isporuka poslovnim subjektima za prijenos ili distribuciju električne energije, kapaciteti ⇒*priprema za izradu metodologije za obračun energetske bilance RH (dio), na temelju Metodologije za sustavno prikupljanje podataka o energentima (dio za podatke o električnoj energiji i toplinu), sukladno normama EU:* ⇒*usklađivanje s metodologijom EU "Principi i metode za energetsku bilancu" (principles and Methods of the energy balance sheet, ISBN 92-825-79Q-X, Serie E, EUROSTAT 1988)* ⇒*usklađivanje s metodologijom EU "Opskrba energijom (Supplied energy" – Series C, EUROSTAT 1996), međunarodno usklađenim OECD/UN-ECE/EU godišnjim upitnicima za električnu energiju i toplinu (Electricity and heat annual questionnaire), te metodološkim uputama (dio) prema odluci komisije EU u svezi s osiguravanjem podataka za potrebe politike opskrbe električnom energijom i toplinom (Council Decision (EC) No 612/91/ECSC – part)* ⇒*Primjena nacionalnih klasifikacija: KPD (NN 68/97), NIPUM 97 (NN 18/97), NIPU 97 (NN 82/97) i CT (NN 49/96)* ⇒*primjena međunarodnih klasifikacija: CPA (EC/OJ L 177/98), PRODCOM – Energy List (Doc: D4/PRODCOM/98/5-11-98), HS (Customs Cooperation Council, Brussels, 1996) i CN 8EC/OJ L 312/97)* Nacionalne norme ⇒*Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (NN 3/97 i 7/97)* ⇒*Registar prostornih jedinica – RPJ, Metodologija za uvođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica (NN 104/97)* Međunarodne norme ⇒NACE Rev. 1 (EC/OJ L 76/93)	Statistički godišnjak	Osnovni rezultati: podaci ovog istraživanja jedan su element energetske bilance RH Razina obrade: ukupno RH, područja i podpodručja NKD-a

Naziv i oznaka istraživanja	Razdoblje ili kritični datum	Sadržaj istraživanja	Način objavljivanja prvih rezultata	Osnovni rezultati istraživanja i način obrade
Godišnje *izvješće o kotlovnicama (ERG-23)*		Proizvodnja tople i vrele vode i proizvodnja vodene pare, te potrošnja krutih, tekućih i plinovitih goriva i električne energije u kotlovnicama instalirane snage veće od 1 kW ⇒*priprema za izradu metodologije za obračun energetske bilance RH (dio), na temelju Metodologije za sustavno prikupljanje podataka o energentima (dio za podatke o električnoj energiji i toplinu), sukladno normama EU* ⇒*usklađivanje s metodologijom EU "Principi i metode za energetsku bilancu" (principles and Methods of the energy balance sheet, ISBN 92-825-79Q-X, Serie E, EUROSTAT 1988)* ⇒*usklađivanje s metodologijom EU "Opskrba energijom (Supplied energy" – Series C, EUROSTAT 1996), međunarodno usklađenim OECD/UN-ECE/EU godišnjim upitnicima za električnu energiju i toplinu (Electricity and heat annual questionnaire), te metodološkim uputama (dio) prema odluci komisije EU u svezi osiguravanja podataka za potrebe politike opskrbe električnom energijom i toplinom (Council Decision (EC) No 612/91/ECSC – part)* ⇒*primjena nacionalnih klasifikacija: KPD (NN 68/97), NIPUM 97 (NN 18/97), NIPU 97 (NN 82/97) i CT (NN 49/96)* ⇒*primjena međunarodnih klasifikacija: CPA (EC/OJ L 177/98), PRODCOM – Energy List (Doc: D4/PRODCOM/98/5-11-98), HS (Customs Cooperation Council, Brussels, 1996) i CN 8EC/OJ L 312/97)* <u>Nacionalne norme</u> – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (NN 3/97 i 7/97) – Registar prostornih jedinica – RPJ, Metodologija za uvođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica (NN 104/97) <u>Međunarodne norme</u> – NACE Rev. 1 (EC/OJ L 76/93)		Osnovni rezultati: podaci ovog istraživanja jedan su element energetske bilance RH Razina obrade: ukupno RH, područja i podpodručja NKD-a

Naziv i oznaka istraživanja	Razdoblje ili kritični datum	Sadržaj istraživanja	Način objavljivanja prvih rezultata	Osnovni rezultati istraživanja i način obrade
Godišnje izvješće o korištenju voda i zaštiti od zagađivanja u opskrbi električnom energijom ***(VOD-1)***	Protekla godina	Opskrba vodom, korištenje vode, ispuštanje upotrijebljene (otpadne) vode, uređaji za korištenje i zaštitu voda od zagađivanja ⇒*usklađivanje obilježja prema ECE Standard Classification of Water Statistics in the ECE Region (ECE/Water/43)* <u>Nacionalne norme:</u> – Zakon o vodama (NN107/95) – Registar prostornih jedinica – RPJ, Metodologija za uvođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica (NN 104/97)	Priopćenja Statistički ljetopis	Osnovni rezultati: količina vode za opskrbu i korištenje u tehnološkom procesu, ispuštene vode i uređaji za korištenje i zaštitu voda od zagađivanja Interna dokumentacija: osnovni rezulatati po slijevovima Razina obrade: ukupno Rh i odjeljci po NKD-u
Godišnje izvješće bilance onečišćujućih tvari u zraku ***(ZRAK-1)***	Protekla godina	SO_2, NO_x, NMVOC, CH_4, CO, CO2, N_2O, NH_3 <u>Nacionalne norme</u> – Zakon o zaštiti zraka (NN 48/95) <u>Međunarodne norme</u> – Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (LRTAP), Geneve, 1979	Statistički ljetopis	Osnovni rezulatati: SO_2, NO_x, NMVOC, CH_4, CO, CO2, N_2O, NH_3 po sektorima NKD-a Razina obrade: ukupno RH
Mjesečno izvješće o zaposlenima i plaći (RAD-1)	Protekli mjesec	Broj zaposlenih prema stanju posljednjeg dana u izvještajnom mjesecu ukupno i po spolu, isplaćene neto plaće i broj zaposlenih koji su primili isplate i isplaćene bruto plaće i broj zaposlenih na koje se isplata odnosi ⇒*razvoj uzorka u svrhu poboljšanja opsega i reprezentativnosti podataka* <u>Nacionalne norme:</u> – Zakon o radu (NN 38/95) – preuzete definicije zaposlenih i plaća – Zakon o porezu na dohodak (NN 25/95, 52/95 i 106/96) – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (NN 3/97 i 7/97) – Registar prostornih jedinica – RPJ, Metodologija za uvođenje i vođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica (NN 104/97) <u>Međunarodne norme</u> – Statistical sources and methods, volume 4 employment, unemployment, wages and hours of work, ILO 1989	Priopćenja Mjesečna izvješća Statistički ljetopis	Osnovni rezultati: prosječne bruto i neto plaće za mjesec i razdoblja, nominalni i realni indeksi, broj zaposlenih i indeksi kretanja broja zaposlenih

Godišnje izvješće o zaposlenima i plaći (RAD-1G)	31. ožujka	Broj zaposlenih ukupno i broj zaposlenih žena po djelatnostima i obliku vlasništva poslovnog subjekta; struktura zaposlenih ukupno i žena prema vrsti radnog odnosa, radnom vremenu, starosti, stupnju stručnog obrazovanja, satima rada, distribucija zaposlenih prema visini prosječne neto plaće i prema stupnju stručne spreme potrebne za rad na radnom mjestu <u>Nacionalne norme:</u> – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (NN 3/97 i 7/97) – Zakon o radu (NN 38/95) – preuzete definicije zaposlenih i plaća – Zakon o porezu na dohodak (NN 25%95, 52/95 i 106/96) – Zakon o evidencijama u oblasti rada (NN 34/91 i 26/93) – Registar prostornih jedinica – RPJ, Metodologija za uvođenje i vođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica (NN 104/97)	Priopćenja Mjesečna izvješća Statistička izvješća Statistički ljetopis	Osnovni rezultati: broj zaposlenih ukupno i broj zaposlenih žena; struktura zaposlenih prema vrsti radnog odnosa, radnom vremenu, visini neto-plaće, starosti, spolu, stupnju stručnog obrazovanja, satima rada i neto-plaća prema stupnju stručne spreme Razina obrade: ukupno RH na razini odjeljka NKD, a županije, gradovi, općine na razini područja NKD-a
Mjesečno izvješće o cijenama industrijskih proizvoda pri proizvođačima (C-41)	od 20. proteklog do 20. tekućeg mjeseca	Prodajne cijene pri proizvođačima za oko 400 proizvoda. Izabrani su najvažniji proizvodi iz svakog odjeljka industrijske proizvodnje, tj. proizvodi s najvećom prodajom na domaćem tržištu, čije cijene mogu reprezentirati opće kretanje cijena. Za mjesečnu cijenu proizvoda uzima se cijena po kojoj su prodane najveće količine na domaćem tržištu. U prodajnu cijenu ulazi subvencija ili regres koje ostvaruje prodavač, a isključuje rabat i popust koje prodavač daje kupcu u izvještajnom razdoblju, kao i poseban porez na promet i porez na dodanu vrijednost, u skladu sa Zakonom o PDV-u (NN 47/95 i 106/96), te Zakonima o posebnim porezima na naftne derivate (NN 66/93, 51/94 i 59/94) <u>Nacionalne norme:</u> – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (nn 3/97 i 7/97) – Klasifikacija proizvoda po djelatnostima – KPD (NN 68/97) – NIPU 97 s metodološkim uputama za godišnje izvješće industrije IND-21 (NN 82/97) – Zakon o PDV-u (NN 47/95 i 106796) – Zakoni o posebnim porezima na naftne derivate (NN 66/93, 51/94 i 59/94)	Priopćenja Mjesečna statistička izvješća Statistički ljetopis	Osnovni rezultati: mjesečni indeks cijena proizvođača industrijskih proizvoda pri proizvođačima po područjima (E) Razina obarde: ukupno RH, područjai odjeljci NKD-a

		<u>Međunarodne norme</u> – Classification of products by activity – CPA (EC/OJ L 177/98) – PRODCOM survey (Council regulation (EEC) No 3924/91 – PRODCOM List 1998 (EC/ISBN 92-828-1587-0, Serie E, EUROSTAT, Luxembourg 1997)		
Tromjesečno izvješće o cestovnom prometu za vlastite potrebe *(PA/m-21)*	Proteklo tromjesečje	Broj i kapacitet prijevoznih sredstava po vrstama vozila; prijevoz putnika i robe u unutrašnjem i međunarodnom prijevozu, putnički i tonski kilometri; iskorištenje prijevoznih sredstava, utrošak goriva ⇒*promjena periodičnosti s mjesečnog na tromjesečno* <u>Nacionalne norme:</u> – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD (NN 3/97 i 7/97) – Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 84/92) – Metodološke osnove hrvatske statistike br. 6 "Cestovni prijevoz za vlastite potrebe" <u>Međunarodne norme:</u> – Glossary for transport statistics Iintesecretariat Working Group on Transport Statistics – EUROSTAT/UNECE/ECMT), Luxembourg 1994 – metodologija – Council Regulation No 78/546 of 12/06/78, No 89/462 of 18/07/89: Statistical returns in respect of carriage of goods by road, EUROSTAT	Priopćenja Mjesečna izvješća Interni dokumenti	Osnovni rezulatati: broj i kapacitet prijevoznih sredstava po vrstama, prijevoz putnika i robe u untrašnjem i međunarodnom prijevozu, putnički i tonski kilometri, iskorištenje prijevoznih sredstava, utrošak goriva Razina obrade: ukupno RH

SBK

ZAKON O ZAŠTITI OD IONIZIRAJUĆIH ZRAČENJA

U Narodnim novinama broj 27 od 19. ožujka ove godine objavljen je Zakon o zaštiti od ionizirajućih zračenja, koji stupa na snagu osmog dana objave i primjenjuje se po proteku 6 mjeseci od tog dana.

Provedbom Zakona treba osigurati i smanjiti rizik života i zdravlja ljudi te okoliša. Zakonom se određuju načela i mjere zaštite od ionizirajućih zračenja, postupanje u izvanrednim događajima, način postupanja s radioaktivnim otpadom, te nadzor nad provedbom mjera zaštite od ionizirajućih zračenja.

Prema Zakonu izvori ionizirajućih zračenja jesu:

- rentgenski uređaji i drugi električni uređaji koji proizvode ionizirajuća zračenja
- radioaktivne tvari, uređaji i postrojenja s radioaktivnim tvarima
- radioaktivni otpad
- nuklearna postrojenja i sve tvari i predmeti iz nuklearnog gorivnog ciklusa bez obzira na namjenu, oblik, fizikalno ili kemijsko stanje, koje mogu uzrokovati ozračenje pojedinca ili radioaktivno onečišćenje okoliša iznad zakonom utvrđenih granica
- radioaktivne tvari koje se nalaze u okolišu zbog nuklearnih eksplozija, izvanrednih događaja ili zbog kakvog drugog razloga koji je posljedica čovjekove djelatnosti.

Ograničenje ozračenja postiže se primjenom mjera zaštite na način da se ograniči izlaganje osoba ionizirajućim zračenjima na vrijednosti niže od utvrđenih granica. Kao mjere zaštite od ionizirajućeg zračenja utvrđene su :

- sustavno ispitivanje i otkrivanje nazočnosti, vrste i količine ionizirajućih zračenja, te radioaktivnih tvari u okolišu
- utvrđivanje granica vanjskog i unutarnjeg ozračenja ljudi od izlaganja ionizirajućim zračenjima

- određivanje uvjeta za smještaj, izgradnju i uporabu prostora u kojima se rabe izvori ionizirajućih zračenja
- određivanje uvjeta za provedbu intervencija kod izvanrednih događaja
- osiguranje opreme i sredstava za zaštitu od ionizirajućih zračenja
- ograničenje proizvodnje, prometa, odnosno uporabe proizvoda i sirovina koji sadrže ili su onečišćeni radioaktivnim tvarima
- čuvanje, obrada, zbrinjavanje, skladištenje i trajno odlaganje radioaktivnog otpada
- provedba sigurnosnih mjera za ispuštanje radioaktivnih tvari u okoliš
- izobrazba i stručno usavršavanje djelatnika u području zaštite od ionizirajućih zračenja
- mjere za utvrđivanje i praćenje zdravlja djelatnika koji su na radnom mjestu izloženi ionizirajućim zračenjima
- osobna i uzajamna zaštita ljudi od ionizirajućih zračenja
- nadzor i osiguranje kadrovskih, tehničkih, financijskih i drugih uvjeta za provedbu mjera zaštite od ionizirajućih zračenja
- vođenje evidencije o izvorima ionizirajućih zračenja, te o izloženosti djelatnika koji rade s izvorima ionizirajućeg zračenja i izloženosti bolesnika i ostalog pučanstva tim zračenjima.

Zakonom se propisuje obveznost sustavnog ispitivanja ionizirajućih zračenja, vrsta i aktivnosti radioaktivnih tvari u zraku, tlu, moru, rijekama, jezerima, podzemnim vodama, krutim i tekućim oborinama, vodi za piće, namirnicama i predmetima za opću uporabu te stambenim i radnim prostorijama.

Za zdravlje ljudi nisu štetni izvori ionizirajućih zračenja za koje ukupna količina zračenja u jednom satu na udaljenosti od **0,1 m** od bilo koje točke na površini izvora ionizirajućeg zračenja ni pod kojim uvjetima rada nije veća od **1 mikrosilvert.**

Nadalje, Vlada RH je dužna donijeti državni plan i program mjera zaštite od ionizirajućih zračenja u slučaju izvarednog događaja.

Što se tiče radioaktivnog otpada, zabranjen je uvoz, prerada, skladištenje i odlaganje radioaktivnog otpada koji nije nastao u Republici Hrvatskoj.

Stručnu djelatnost zaštite od ionizirajućih zračenja obavlja Hrvatski zavod za zaštitu od zračenja kao zdravstvena ustanova.

Za ocjenu stanja zaštite od ionizirajućih zračenja i predlaganje mjera Vlada RH imenuje povjerenstvo od devet članova. Povjerenstvo izvješćuje Vladu najmanje jedanput godišnje o:

- stanju, provedbi mjera zaštite te ocjeni kritičnih skupina i cjelokupnog stanovništva RH
- strategiji razvoja i organizaciji zaštite od zračenja u RH
- prijedlozima propisa
- međunarodnoj suradnji (pristupanje međunarodnim ugovorima).

Stupanjem na snagu ovog Zakona prestaju vrijediti neke odredbe ranije donesenih zakona. To su:

- Zakon o mjerama za zaštitu od ionizirajućih zračenja i za sigurnost nuklearnih objekata i postrojenja – NN 18/81
- Zakon o zaštiti od ionizirajućih zračenja i o posebnim mjerama sigurnosti pri uporabi nuklearne energije – NN 53/91, NN 26/93, NN 29/94.

SBK

TVARI KOJE OŠTEĆUJU OZONSKI OMOTAČ

Tijekom 1981.godine Ujedinjeni narodi su osnovali radnu grupu sa zadatkom da pripremi osnovni materijal o zaštiti ozonskog omotača. U 1985.godini materijal je dorađen i nazvan Montrealski protokol ili Bečka konvencija za zaštitu ozonskog omotača. Protokol je potpisalo 20 nacija. Predstavnici 54 nacija razmatrali su 1986.godine u Ženevi stanje u proizvodnji i uporabi klorofluorougljika (CFC) kod rashladnih uređaja. U 1991.godini, 86 nacija je prihvatilo prijedlog da se tvari koje oštećuju ozonski omotač izbace iz uporabe do 2000.godine. Rad je nastavljen u Kopenhagenu u 1992.godini, te je prihvaćeno da se ograniči uporaba i halogeniranih klorofluorougljikovodika (HCFC), za razvijene zemlje do 2000., a za zemlje u razvoju do 2010.godine.

Naša zemlja je donijela Zakon o potvrđivanju Montrealskog protokola o tvarima koje oštećuju ozonski omotač (Međunarodni ugovori 11/93, 12/93 i 1/8/96). Sukladno Montrealskom protokolu donesena je ove godine Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski omotač (Narodne novine broj 7 od 22. siječnja).

Ovom Uredbom su određeni uvjeti i način postupnog smanjivanja potrošnje tvari koje oštećuju ozonski omotaču Republici Hrvatskoj. Obuhvaćeno je i postupanje s proizvodima koji sadrže te tvari ili su pomoću tih tvari proizvedeni. Utvrđena je dopuštena godišnja potrošnja, te postupanje s proizvodima.

Dopuštena potrošnja tvari koje oštećuju ozonski omotač, u određenom vremenskom razdoblju, određuje se na temelju obračunske razine koja se izračunava kao prosječna potrošnja u određenom vremenskom razdoblju, u skladu s Montrealskim protokolom. Obuhvaćene su tvari:

- klorofluorougljici (CFC)
- haloni
- potpuno halogenirani klorofluorougljici (CFC)
- ugljik tetraklorid
- trikloretan
- klorofluorougljikovodici (HCFC)
- bromofluorougljikovodici (HBFC).

U tablici 1 prikazane su dopuštene godišnje količine za navedene tvari za našu zemlju, te razdoblje u kojem se trebaju količine smanjiti na dopušenu granicu prema Montrealskom protokolu.

Što se tiče proizvoda koji sadrže ili u radu primjenjuju tvari koje oštećuju ozonski omotač, obuhvaćeni su:

1. Rashladni i klima uređaji koji u izolacijskom materijalu kao sredstvo za hlađenje sadrže ili u radu primjenjuju sredstvo tvari koje oštećuju ozonski omotač (klorofluorougljici)
   - hladnjaci, ledenice, ledomati, rashladna postrojenja i uređaji
   - uređaji za otklanjanje vlage (dehumidifikatori)
   - rashlađivači vode
   - toplinske crpke
   - klima uređaji
   - hladnjače
   - klima uređaji vozila, zrakoplova i plovila.
2. Proizvodi u obliku aerosola (spreja), osim onih koji se primjenjuju u medicini, koji kao potisni plin sadrže tvari koje oštećuju ozonski omotač (klorofluorougljici). Ovdje se ubrajaju prehrambeni, kozmetički i toaletni proizvodi,

Tablica 1 – Dopuštena godišnja potrošnja tvari koje oštećuju ozonski omotač u Republici Hrvatskoj

Red. br.	Naziv tvari	Obračunska razina (kg)	Dopuštena godišnja potrošnja (kg)	U razdoblju (od … do)
1	2	3	4	5
1	klorofluorougljici (CFC)	219.000	219.000	01.01.1999. – 31.12.1999.
			185.000	01.01.2000. – 31.12.2000.
			142.000	01.01.2001. – 31.12.2002.
			98.000	01.01.2003. – 31.12.2004.
			65.000	01.01.2005. – 31.12.2005.
			0	01.01.2006. -
2	haloni	4.000	4.000	01.01.1999. – 31.12.2000.
			3.000	01.01.2001. – 31.12.2003.
			1.600	01.01.2004. – 31.12.2005.
			0	01.01.2006. -
3	potpuno halogenirani klorofluorougljici (CFC)	Obračunska razina odredit će se u siječnju 2001. godine		
4	ugljik tetraklorid			
5	trikloretan			
6	klorofluorougljikovodici (HCFC)	Obračunska razina odredit će se u siječnju 2001. godine	0	01.01.2030. -
7	bromofluorougljikovodici (HBFC) - metil bromid	27.000	27.000	01.01.2001.–31.12.2001.
			21.600	01.01.2002.-31.12.2002.
			16.200	01.01.2003.-31.12.2003.
			10.800	01.01.2004.-31.12.2004.
			5.400	01.01.2005.-31.12.2005.
			0	01.01.2006. -

sredstva za zaštitu bilja, boje, pripravci za podmazivanje, tekući pripravci za odmrzavanje, silikoni, oružja(suzavac) i slično.

3. Otapala (ugljik tetraklorid, trikloetan) – razrjeđivači za boje i lakove, otapala i razni proizvodi koji sadrže otapala, npr. odstranjivači ulja i masti, prašine ili plijesni, sredstva za čišćenje filmova, stakla i limarije, fumiganti, korektori i sl.
4. Sredstva za gašenje požara (haloni), uključujući prijenosne aparate i stabilne sustave:
   - preparati, punila aparata za gašenje požara ili granate za gašenje požara
   - aparati za gašenje požara (punjeni sredstvom za gašenje).
5. Polimerni materijali u primarnom obliku i proizvodi, te pjenasti polimerni materijali i proizvodi, tj. proizvodi za koje se u tehnološkom procesu proizvodnje primjenjuju kao otapala ili sredstva za punjenje (klorofluorougljici, ugljik-tetraklorid, trikloretan). Ovdje se ubrajaju fleksibilne i tvrde poliuretanske pjene, fenolne, polistirenske i poliolefinske pjene i proizvodi koji ih sadrže (namještaj – stolci, garniture, madraci, sagovi s podlogom od pjenastog materijala, materijal za pakiranje instrumenata i alata – rezani prema obliku proizvoda, sjedala u cestovnim vozilima, izolacijski materijali, sendvič-paneli, plutače, izolacijska pjena u spreju, dijelovi medicinske opreme, i dr.

SBK

ISKORIŠTENJE MALIH IZVORA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Nastojanje da se iskoriste i mali izvori obnovljive energije traži pogodne, jednostavne i jeftine, ali učinkovite uređaje.

Poduzeće Bega Wasserkraftanlagen-Bochum stavilo je na tržište hidroelektrane ispod 1 kW. Takva se postrojenja mogu koristiti za količine vode od 20 l/s do 100 l/s, na padovima 2m do 3m. Montaža je brza i jednostavna. Premda je predviđen izoliran (otočan) pogon, može se ugraditi i uređaj za priključak na mrežu.

Njemačko elektroprivredno poduzeće Isar-Amperwerke prvo je svojim potrošačima ponudilo, po povoljnoj cijeni, kompletni fotonaponski uređaj, vršne snage 1,1 kW. Uređaj može godišnje dati oko 900 kWh.

Komplet stoji 16530 DEM, a u cijenu je uračunata montaža i potrebne upute. Uređaj se sastoji od 10 modula po 110 W sa ćelijama od monokristalnog silicija. Priključni uređaj na mrežu sastoji se od izmjenjivača i dodatnog brojila. Među potrošačima vlada veliki interes za nabavu ovakvog izvora energije.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 24

Mrk

FRANCUSKA NAJVEĆI EUROPSKI IZVOZNIK ELEKTRIČNE ENERGIJE

Najveći izvoznik električne energije u Europi, tijekom 1997. godine, bila je Francuska, zatim Danska, ali u daleko manjem iznosu. Slijedeći pregled europskih zemalja daje podatke o izvezenim količinama električne energije :

Francuska	66	TWh
Danska	7,2	TWh
Švicarska	6,3	TWh
Švedska	3,3	TWh
Španjolska	3,1	TWh
Njemačka	2,3	TWh
Austrija	1,0	TWh

Najveća europska uvoznica električne energije bila je Italija sa 38 TWh.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 25

Mrk

TEHNOMATEMATIKA, NOVO USMJERENJE

U mnogim tehničkim primjenama, matematika ima ulogu ključne tehnologije. Industriji su potrebni stručnjaci sa znanjem za struku specifičnog jezika i metoda, inženjerskih znanja i informatike. Da se odgoje stručnjaci takvog profila uvelo je sveučilište u Erlangenu posebno usmjerenje. Nastavni plan sadrži 60% matematike, 20% primijenjene tehnike i 20% informatike.

ETZ, god.119(1998), br. 23-24

Mrk

DUGOTRAJAN ISPAD U GRADU AUCKLANDU

Početkom godine 1998. dogodio se u najvećem gradu Novog Zelanda, Aucklandu (oko 200.000 stanovnika) težak i dugotrajan ispad napajanja električnom energijom. Vršno opterećenje tog dijela grada iznosilo je tada 180 MW, napajano sa dva plinska tlačna kabela 110 kV i dva uljna kabela 110 kV. Pogođen je bio centar grada gdje su smještene banke, osiguravajuća društva, sveučilište, različite međunarodne institucije, oko 8500 poduzeća i oko 6000 stanara. Ispad prvog plinskog kabela nastao je 20. siječnja, zatim redom tijekom veljače, ispala su ostala tri kabela. Potpuni prekid dobave uslijedio je 20. veljače 1998. Prilike se nisu popravile 5 tjedana. Tek 28. ožujka počelo je redovno napajanje. U tom razdoblju za najnužnije potrebe prenošeno je jedinim kabelom 22 kV oko 10% potrebne energije. Šteta je bila golema. Ona je samo elektroprivredno poduzeće Mecury Energy stajalo 128,3 NZ dolara.

Osnovana je posebna komisija stručnjaka sa zadatkom da utvrdi uzroke kvara. Općenita je ocjena da je mreža građena prema međunarodnoj praksi, ali su do potpunog ispada dovele nesretne okolnosti, koje su se nepredvidivo zaredale.

Komisija je ukazala na pojedine propuste koji su doveli do kvarova. Nadzor nad pogonom kabela nije bio niti stručan niti dostatan. Utvrđeno je da je do preopterećenja došlo prvenstveno zbog loše procjene kvalitete tla. Maksimalna temperatura tla uzeta je prenisko, a toplinska vodljivost previsoko. Precijenjena su i maksimalno dopuštena opterećenja. Kabeli su polagani nestručno. Pomaci tla uzrokovali su mehanička oštećenja koja su završila električnim probojima.

Nadležno elektroprivredno poduzeće dobilo je od novozelandskog Ministarstva za energetiku nalog da do kraja 1998. godine izvrši opsežne preporuke ministarstva.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 25

Mrk

NJEMAČKE TE NA UGLJEN VIŠE NE ZAGAĐUJU ZRAK

Njemačke termoelektrane na kameni i smeđi ugljen rade bez emisije štetnih plinova. 99,5% sviju ostataka od izgaranja ugljena bivaju ponovno upotrijebljeni. Plin CO_2 nije doduše štetan, ali djeluje na klimu i ne može se izbjeći. Želi li se ugasiti nuklearke treba znati da će se morati povećati proizvodnja električne energije iz fosilnih goriva. To neće bitno povećati emisiju štetnih plinova, ali će značajno pogoršati bilancu CO_2.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 21

Mrk

MODERNIZACIJA VELIKIH HIDROELEKTRANA

Austrijski ABB-Energie AG modernizirat će trostupanjsku bugarsku hidroelektranu "Kaskada", jugoistočno od Sofije u Rila gorju. Ukupna snaga elektrana iznosi 770 MW. Mod-

ernizacija obuhvaća uređaje za vođenje, uzbudu i zaštitu strojeva elektrane. Time će biti omogućeno potpuno automatsko vođenje. Završetak posla, vrijednog 170 milijuna šilinga, predviđa se sredinom 2000. godine.

Tvrtke Sulzer Hydro i ABB potpisali su s rumunjskom vladom ugovor u visini od 50 milijuna CHF za modernizaciju rumunjskog dijela hidroelektrane Đerdap, koji se sastoji od 6 vodnih turbina, ukupne snage 1000 MW.

Ovaj je ugovor prvi dio velikog projekta modernizacije ove dunavske hidroelektrane, koji ukupno iznosi 200 milijuna CHF, a ostvarit će se tijekom slijedećih nekoliko godina. Prilikom modernizacije predviđa se, između ostalog, i promjena rotora turbina čime bi se dobila 10% veća snaga. Elektrana je u pogonu od godine 1971.

Journal VEO, 1998, br. 12

Mrk

VDE PROŠIRUJE IME

Na svom nadavno održanom kongresu u Stuttgartu (listopad 1998.) poznato Društvo njemačkih elektrotehničara VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) proširilo je svoje službeno ime, ali zadržana je kratica VDE. Na temelju zaključka kongresa sada puno ime glasi: "VDE Technisch – Wissenschaftlicher Verband der Elektrotechnik, Elektronik Information – technik e. V." (VDE tehničko – znanstvena udruga elektrotehnike i informatičke tehnike). Razlog proširenja imena je veliko proširenje današnje aktivnosti udruge.

Klasična elektrotehnika u dosadašnjem imenu označuje danas samo dio djelatnosti, one koja je bila osnovna kada je udruga osnovana prije stotinjak godina. Danas je obuhvaćena elektronika, mikroelektronika, informatička tehnika i informatika. Udruga želi da javnost zna da je VDE govornik te ključne tehnologije.

ETZ, god. 119 (1998), br. 22

Mrk

POMANJKANJE STRUČNJAKA U INFORMATIČKOJ INDUSTRIJI

Posljednih godina u Njemačkoj stalno opada interes za studij tehnike, matematike i prirodnih zananosti. Prema upisanim studentima u zimski semestar školske godine ž98./99. ne vidi se poboljšanje.

Ovakvo stanje upisa studenata na elektrotehniku i informatiku prijeti da će ubuduće doći do manjka stručnjaka za računala i softwere.

Predsjednk tvrtke Hewlett – Packard tvrdi da pomanjkanje stručnjaka koči razvoj kompjutorske i informatičke djelatnosti i trgovine. Sada u Njemačkoj u informatičkoj indistriji ima 75000 nezaposjednutih radnih mjesta, a u zapadnoj Europi oko 367000.

Ništa bolje nije niti u SAD gdje je potrebno popuniti 450000 mjesta. Takva situacija nije samo kod softwera već i kod hardwera i servisnih djelatnosti.

ETZ, god. 119 (1998), br. 22

Mrk

ISKORIŠTENJE NJEMAČKIH ELEKTROPRIVREDNIH ELEKTRANA

Tijekom godine 1997. njemačke su elektrane bile vrlo različito iskorištene.

Nuklearne elektrane, njih 17, popunile su temeljno opterećenje i radile 7645 sati i time postigle iskorištenje od 87%. U temeljnom su opterećenju radile i termoelektrane na smeđi ugljen sa 6438 sati, a protočne hidroelektrane sa 5086 sati godišnje. Pri povišenom opterećenju proizvodnju su povećale termoelektrane koje su iskorištene sa 4496 sati, zatim plinske elektrane koje su poprečno radile 1591 sat.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 21

Mrk

NOVI NAČIN OČITANJA BROJILA

Njemačka tvrtka Theben – Werk razvila je novi sustav za daljinsko očitanje brojila za elektriku, plin i vodu. Zasada je uređaj kao pilotprojekt ugradila švedska elektroprivreda. Uređaj pod nazivom "Roder" ugrađen je kod potrošača paralelno s postojećim telefonom. Daljinsko očitanje obavlja isporučitelj energije putem javne telefonske mreže, uz naziv identifikacijskih brojeva. Očitanje se može provesti noću, u nekoliko sekundi, bez smetnje potrošača. Prema potrebi može se ovim sustavom mijenjati, npr. godišnji uklopni sat, mijenjati tarifni sustav i slično...

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 1-2

Mrk

50 GODINA NJEMAČKE SAVEZNE ELEKTROPRIVREDE

Njemačka savezna elektroprivreda "Verbundgeselschaft" (DVG) slavi svoju 50 – godišnjicu osnutka.

15. studenog 1948. sastali su se u Frankfurtu predstavnici 7 zapadno-njemačkih elektroprivrednih poduzeća da osnuju saveznu udrugu koja će planirati njemačku saveznu visokonaponsku prijenosnu mrežu. Mreža je planirana na najvišem naponskom nivou od 380 kV, uzimajući u obzir električne veze sa susjednim zemljama. Iako su planeri njemačke visokonaponske mreže tada još živjeli u ruševinama iz drugog svjetskog rata planiranje je bilo vizionarsko, jer je predviđalo uklapanje u buduću povezanu europsku električnu mrežu. To se počelo ostvarivati 1951. godine kad je osnovana organizacija UCPETE. Novi njemački dalekovod 380 kV ušao je u pogon 1957. godine. Slijedeća je dekada bila u znaku brzog rasta potrošnje električne energije i gradnje elektrana sa sve većim blokovima. Sedamdesetih godina prestaje nagli rast potrošnje, a pozornost je posvećena sigurnosti i pouzdanosti.

Studije DVG pomno su pratile potrebu prelaska na viši naponski nivo iznad 400 kV, no pokazalo se, da lagano povišenje potrošnje i raspodjela ne traže viši napon u Njemačkoj, a niti u Europi.

Nakon ponovnog ujedinjenja Njemačke, za istočni dio osnovano je 1991. godine elektroprivredno poduzeće Veag koje je postalo članom DVG.

Prelazak na slobodno tržište električnom energijom razlog je za novu orijentaciju DVG. Unaprjeđenje utakmice i istodobno očuvanje sigurnosti i pouzdanosti sustava sada je zadatak DVG.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 26

Mrk

ELEKTRONIČKA ELEKTRIČNA BROJILA

Klasična električna brojila više svojim mogućnostima ne zadovoljavaju traženja da se poveća učinkovitost potrošnje električne energije i potrebama slobodnog elektroenergetskog tržišta. Indukcijska brojila, nazvana također Ferrarisova brojila, zadovoljavala su 100 godina, no zahtjevi se stalno povećavaju. Godine 1984. proizvela je finska tvrtka Enermet trofazno elektroničko električno brojilo, klase 2. Danas je već u upotrebi oko 1,5 milijuna takvih brojila. U početku su ona primjenjivana samo za preciznija mjerenja kod većih potrošača. Danas je četvrta generacija već toliko razvijena da se ugrađuje u kućne priključke. Razvijen je, nadalje, poseban sustav da se omogući slanje podataka preko niskonaponskih kabela u centralno računalo. Naprimjer, na novom minhenskom velesajmu omogućeno je da svaki izložbeni štand mjeri svoj potrošak električne energije, što je dosad obračunavano paušalno. Podaci sa brojila šalju se niskonaponskim vodovima u koncentrator podataka, a odatle u centralno računalo.

Nizozemska elektroprivreda ima već ugrađeno oko 60000 elektroničkih električnih brojila, a švedska oko 56000. U Švedskoj su takvi uređaji osobito važni, jer će se pomoću njih povećati učinkovitost potrošnje električne energije što je nužno s obzirom na plan odustajanja od nuklearnih elektrana i postupnog uvođenja slobodnog tržišta električne energije. Švedska provodi novi elektroenergetski sustav i brze promjene u energetskom sustavu zemlje. Registriranje i sakupljanje podataka o potrošnji svakog pojedinog potrošača osnova je za izradu djelotvornog tarifnog sustava, koji će znatno utjecati na ekonomičnost potrošnje električne energije. Postignuta današnja točnost i pouzdanost elektroničkih električnih brojila postali su važan element elektroenergetskog slobodnog tržišta koji je upravo u nastajanju.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 1-2

Mrk

UREĐAJ ZA REGISTRIRANJE KVAROVA I KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Siemens je pravodobno reagirao na dolazeće slobodno tržište električne energije i razvio uređaj koji mjeri i registrira kvalitetu električne energije na svakom željenom mjestu. Takvi se aparati ugrađuju u srednjonaponsku i niskonaponsku električnu mrežu i mnogo doprinose ekonomičnosti potrošnje. Prije se morala provoditi analiza smetnji, danas možemo dobiti dokumentaciju sviju događaja u mreži i obuhvatiti podatke o kvaliteti električne energije. Budući da u novoj elektroprivrednoj organizaciji postaju pojedina poduzeća proizvodnje, prijenosa i distribucije samostalna, moderni registratori imaju zadaću registrirati sve relevantne procesne podatke u dodirnim točkama.

Dobiveno veliko mnoštvo podataka treba za brzu analizu odgovarajuće softwer programe i mogućnost prijenosa podataka.

Siemensov aparat "Siemens R" ima u kompaktnoj izvedbi mogućnost registrirati 8 analognih i 16 binarnih signala. Namijenjen je ugradnji u elektranama i električnim mrežama. Bilježi smetnje i odstupanja od zadanih veličina. Npr. kod frekvencije bilježi odstupanje +/- 1mHz. Mjerni su transformatori integralni dijelovi uređaja pa ne treba dodatnih mjernih krugova.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 1-2

Mrk

NOVI SAJMOVI RASVJETNIH TEHNIKA

U godini 2000. osnovat će se u Njemačkoj dva nova specijalizirana sajma za rasvjetnu tehniku i tehniku u zgradarstvu. Do sada je taj segment tehnike bio zastupan na poznatom tehničkom sajmu u Hannoveru, no zbog sve većeg širenja i potreba rasvjetne tehnike osnivaju se specijalni sajmovi. Od 18. do 20. siječnja 2000. godine trajat će posebni specijalizirani međunarodni sajam u Hannoveru, pod imenom "World Light Show". On će obuhvatiti rasvjetu, rasvjetne sustave, primjenu svjetlotehnike i tehnike u zgradama. Težište je stavljeno na izlaganje novih proizvoda, nova rasvjetna rješenja u različitim primjenama. U okviru sajma održat će se i kongres na temu rasvjetne tehnike "Light Emotions". Ubuduće sajam će se održavati svake dvije godine, izmjenično sa sličnom priredbom u Milanu koju organizira talijanska i španjolska industrija rasvjete.

Osim navedenog planiranog specijaliziranog sajma grupa njemačkih proizvođača elektrorasvjetne tehnike, instalacijskog materijala i sustava namjerava osnovati specijalizirani sajam svojih proizvoda od 19. do 23. ožujka 2000. godine u Frankfurtu. Ova bi priredba u početku bila održavana u vrijeme velesajma u Hannoveru da se stranim posjetiteljima prikaže cijeli izložbeni spektar. U organizaciji sajma još sudjeluje i stručna zajednica za zračnu tehniku, automaciju i menadžerstvo (VDMA). U vrijeme sajma održat će se i kongres "Building Performance" i obuhvatiti svjetlotehniku, instalacijsku tehniku i tehniku u zgradama.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 1-2

Mrk

EMISIJA DUŠIČNIH OKSIDA SMANJENA

Prema podacima iz VDEW (Udruga njemačkih elektrana) u istočnom dijelu Njemačke smanjena je, u razdoblju od 1990. godine do 1997. emisija dušičnih oksida (NO_x) za 58% (od 145000 t na 61000 t). To je posljedica smanjene proizvodnje električne energije, ugradnje najmodernijih uređaja za pročišćavanje u postojeće termoelektrane i gradnja novih elektrana podnošljivih za okoliš.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br.4

Mrk

NIJEMCI O VAŽNOSTI NJIHOVOG SMEĐEG UGLJENA

Njemački energetičari tvrde da njemački smeđi ugljen dobiva sve više na cijeni, bilo da se gleda srednjoročno ili dugoročno. On će biti i na slobodnom tržištu konkurentan uvoznom kamenom ugljenu i uvoznom zemnom plinu. U godini 1998. u Njemačkoj je iskopano 166 milijuna tona smeđeg ugljena, čime je smeđi ugljen postao stabilni faktor opskrbe energijom. Najveći dio, 59% smeđeg ugljena potječe iz rajnskog

područja. U godini 1998. termoelektrane na smeđi ugljen dobavile su 26% bruto električne energije u njemačku elektroprivrednu mrežu.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(41999), br.4

Mrk

GAŠENJE NUKLEARKI U NJEMAČKOJ

Njemačka dobiva veliki dio električne energije iz nuklearnih elektrana, ali zbog različitih rizika u nekim političkim sredinama nuklearna je energija osporavana.

Sve se više čuje traženje da se postojeće nuklearke zatvore i prekinu rad. Zbog takvih zahtjeva naručila je udruga njemačkih elektrana (VDEW) kod energetskog instituta Bremer Energie – Institut studiju u kojoj bi se usporedio učinak na narodno gospodarstvo, ako se postojeće nuklearke zatvore do 2004. ili do 2028. godine.

U prvom je slučaju uzet radni vijek elektrana 25 godina, a u drugom 40 godina. Nuklearne se elektrane sukcesivno zatvaraju i nadomještaju termoelektranama na fosilna goriva.

U studiji je pretpostavljen porast potrošnje od 1% godišnje, a cijela njemačka elektroprivreda kao jedno elektroprivredno poduzeće.

Za svaku pojedinu elektranu izračunati su svi stvarni troškovi uzimajući u obzir učinkovitost postrojenja. Tako je postupljeno zato što su elektrane stavljane u pogon u različito vrijeme i u različitim prilikama.

Sumiraju li se za oba slučaja zatvaranja, troškovi kapitala, stalni troškovi i troškovi goriva dobije se da kod brzog zatvaranja svi troškovi godišnje naglo rastu a izjednačuju se sa troškovima polaganog zatvaranja tek 2024. godine.

Saldira li se višak troškova kroz promatrano vrijeme dobije se današnja vrijednost troškova od 37 milijardi DEM koje izaziva brzo zatvaranje.

Kod kratkoročnog zatvaranja nuklearki emisija CO_2 je u razmatranom vremenu veća 1,8 milijardi tona.

Ni danas ne znamo kakve i kolike će biti inovacije u budućnosti i koliko će se povećati učinkovitost postrojenja. Pri brzom zatvaranju nuklearki trebat će odmah izgraditi nove termoelektrane na današnjoj modernoj tehnologiji, koje će morati odraditi svoj radni vijek bez mogućnosti primjene tehnologije budućnosti.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(41999), br.4

Mrk

OPASNOST OD MUNJE

Opasnosti od munje za život i zdravlje ljudi nisu tako male kako se često misli. U Njemačkoj, koja ima o udarima munje vrlo iscrpne statistike, učinjen je, za razdoblje 1972. do 1997. godine, slijedeći pregled usmrćenih i ozlijeđenih uslijed udara munje:

Djelovanje ljudi	Mrtvi	Ozlijeđeni	Pogođeni
Sudionici prometa, pješaci	76	206	359
Zaposleni na otvorenom	53	101	175
Sudionici u sportu	48	233	929
Boravak u kući	5	41	47
Sudionici kampiranja	3	24	57
Nepoznato	9	28	37
Ukupno	194	633	1604

U Njemačkoj broj udara munja po km raste od sjevera prema jugu. Osobito mnogo udara ima u bregovima i u području Rajna – Majna. Prosječno nad Njemačkom ima godišnje oko milijun pražnjenja munjom.

Pokazalo se da su udarcima munje najviše izložene osobe na otvorenom. Zaštita od nevremena pod drvećem, bilo koje vrste, vrlo je opasna. Opasnost u kući dolazi u prvome redu od metalnih dijelova, žica električnih i telefonskih instalacija.

ETZ, god. 120 (1999), br. 1-2

Mrk

ALSTOM RAZVIJA GORIVE ĆELIJE TIPA PEM

Tvrtka Alstom Transmission and Distribution i kanadska tvrtka Ballard Generation Systems ostvarile su veliki napredak u razvoju gorivih ćelija tipa PEM (Proton Exchange Membrane) i time omogućila uporabu u decentraliziranoj opskrbi električnom energijom. Svakako je cijena vrlo važan uvjet širokoj uporabi. Na temelju suradnji tvrtki Ballard, Daimler – Chrysler i Shell gorive će ćelije tipa PEM biti ugrađene u električna vozila.

Alstom je 1997. godine stavio u pogon demonstracijsko postrojenje snage 220 kW, na temelju kojega skuplja iskustva za postrojenje koje bi ušlo u komercijalnu uporabu, prema predviđanju 2001. godine, a serijska bi proizvodnja počela godine 2002.

Alstom – Energietechnik (Frankfurt/M) potpisao je ugovor s belgijskim elektroprivrednim poduzećem Socolie o dobavi gorivih ćelija za toplanu snage 250 kW.

U trećem i četvrtom kvartalu 1999. godine Alstom će dobaviti prototipove postrojenja gorivih ćelija za naručitelje u Berlinu i Baselu, zatim će postrojenja isporučiti u Nizozemsku i Belgiju. Sva su navedena postrojenja pilot – uređaji na kojima će se vršiti opsežna testiranja i odrediti prilagodbu za dotičnu zemlju i prilike. Stečena iskustva trebaju neposredno utjecati na daljnji razvoj tržišnih PEM sustava i ubrzati komercijalizaciju ćelija.

Tvrtka Alstom i dalje forsira razvoj PEM ćelija, investirajući 50 milijuna DEM u novoosnovano poduzeće u Dresdenu pod imenom Alstom Ballard, GmbH. Novo bi poduzeće trebalo isporučivati PEM postrojenja na europsko i rusko tržište, do snage od 10 MW. Za nezavisna i sigurna postrojenja za dobavu električne energije posebno se zanimaju bolnice, veliki računski centri, telekomunikacijska poduzeća, kao i javna poduzeća kojima je važno sigurno i neprekinuto napajanje.

Danas se primjena tehnike gorivih ćelija može proširiti na:

- stacionarne uređaje za snagu i toplinu
- stacionarne uređaje za sigurnu isporuku električne energije
- pogon vozila i brodova
- manje snage za dobavu energije
- svemirske letove i obranu.

ETZ, god. 120(1999), br. 1-2 i 5

Mrk

METANOL ZA GORIVE ĆELIJE

Inženjeri tvrtke Fuel Cell Enginers razvili su uređaj pomoću kojeg je za pogon gorivih ćelija moguće koristiti metanol. Komponenta u kojoj se proizvodi vodik iz metanola u volumenu i težini je manja za 40% od dosadašnjih.

Metanol je osobito povoljno gorivo za ćelije ugrađene u vozila. Moguće ga je proizvesti iz zemnog plina, a infrastruktura za njegovu distribuciju već postoji u benzinskim stanicama.

Ovakav je uređaj primijenjen kod elektro – automobila "Neear 3" tvrtke Daimler – Chrysler, koja razvija vozila s gorivim ćelijama, metanolom kao gorivom.

ETZ, god. 120(1999), br. 3-4

Mrk

IZGRADNJA DVIJU 400 MW-KOMBI ELEKTRANA PO SISTEMU KLJUČ U RUKE U ČILE-u

Elektroandina SA, jedno od vodećih energetskih poduzeća za opskrbu električnom energijom u sjevernom Čile-u, ugovorilo je s ABB-om izgradnju kombi elektrana po sistemu ključ u ruke, loženih plinom, po 400 MW u sjevernočileanskim gradovima Tocopilla i Coloso. Ukupna ugovorna vrijednost ugovora iznosi 310 mio. US.

U okviru ovog ugovora ABB u biti isporučuje dvije plinske turbine GT26, pripadajuće kotlove na otpadnu toplinu, parne turbine, zrakom hlađene generatore i cjelokupni sustav tehnike vođenja elektrane. ABB osim toga preuzima inženjering, radove niskogradnje, sveukupne instalacije i puštanje u rad obaju postrojenja te preuzima vođenje pogona i održavanje prvih šest godina.

Izvođenje građevinskih radova već je započelo te isti moraju biti dovršeni do prosinca 1999. godine. Radovi na postrojenju Coloso trebaju započeti u drugoj polovini ove godine.

ABB Technik, 5 / 1998.

E. H.

IZGRADNJA NAJVEĆEG ETILENSKOG POSTROJENJA NA SVIJETU U TEKSASU

ABB je ugovorio po sistemu ključ u ruke izgradnju najvećeg etilenskog postrojenja na svijetu u FINA-rafineriji u Port-Arthur-u, Teksas/SAD. Vrijednost ugovora iznosi ravno 600 mio. US. Ugovarač je američki Joint-Venture *BASF Corporation,* Mount Olive /New Jersey i *FINA Inc.,* Dallas / Teksas.

Novo će postrojenje godišnje proizvoditi 860.000 t etilena i 860.000 t propilena. Građevinski radovi trebaju biti dovršeni do 2000. godine.

U okviru ovog ugovora ABB je odgovoran za inženjering, nabavu materijala, gradnju i stavljanje u rad. Procesnu tehnologiju isporučuje ABB pod licencom.

U usporedbi sa starijim postrojenjima investicijski troškovi su zahvaljujući najnovijem razvoju znatno niži, dok je učinkovitost i snošljivost u odnosu na okoliš znatno poboljšana.

ABB Technik, 5 / 1998.

E. H.

VISOKONAPONSKA ISTOSMJERNA 500 MW VEZA IZMEĐU ITALIJE I GRČKE

ENEL SpA, Italija, ugovorio je s ABB-om izgradnju 500 MW-visokonaponskog istosmjernog prijenosnog postrojenja (HGÜ) nazivnog napona 400 kV, koje međusobno povezuje mreže Italije i Grčke. Vrijednost ugovora iznosi oko 100 mio. US.

Novo HGÜ postrojenje predstavlja važnu kariku za povezivanje europske visokonaponske mreže. Ona će pomoći Italiji i Grčkoj da se učinkovitije koriste postojeća proizvodna i prijenosna postrojenja. Izgradnja se realizira uz financijsku potporu Europske zajednice.

ABB će izgraditi po jedno 500 MW-mutatorsko postrojenje u Galantina-i na jugoistoku Italije i u Arachthos-u na sjeveroistoku Grčke. 400 kV-prijenosni sustav 40 km kabela u Italiji, 160 km podmorskog kabela kroz Jadransko more i visokonaponskog voda 110 km u Grčkoj povezat će obje podstanice međusobno. Puštanje u rad novog HGÜ-postrojenja planirano je za kraj 2000. godine.

ABB Technik, 5 / 1998.

E. H.

228 - MW ELEKTRANA S PLINSKIM TURBINAMA ZA SLOVENIJU

Državno proizvodno poduzeće *Termoelektrana* sklopilo je ugovor s ABB Kraftwerke AG, Švicarska, za proširenje elektrane Brestanica jednom proizvodnom jedinicom s plinskom turbinom 228 MW. Vrijednost ugovora je 90 mio.SFr.

ABB Kraftwerke AG od bitnog isporučuje dvije plinske turbine GT11N2, pripadajuće generatore, sustav tehnike vođenja elektrane kao i vanjsko rasklopno postrojenje. ABB je osim toga odgovoran za projektnu dokumentaciju, cjelokupne instalacije te puštanje u pogon. Građevinski radovi počinju u prvom četvrtgodištu 1999. godine. Stavljanje u komercijalni pogon predviđa se u 2000. godini.

Plinske turbine će biti opremljene s Low-Nox-plamenicima te mogu raditi s plinom ili s loživim uljem. Odlikuju se malom količinom škodljivih ispušnih materija, visokom korisnošću i velikom pouzdanošću.

ABB Technik, 5 / 1998.

E. H.

PRVI DISTRIBUTIVNI TRANSFORMATOR NA SVIJETU S IZOLACIJOM IZ ČVRSTE MATERIJE

S novim distributivnim transformatorima s izolacijom iz čvrste materije, koje su razvili ABB s kanadskim Hydro-Quebec, mogu distributivna poduzeća ekonomično koristiti u pogonu svoje razdione mreže i pri tom zadovoljiti najstrože uvjete čovjekovog okoliša. Novi su transformatori otporni na koroziju, tihi su, otporni na najteže vremenske uvjete i ne sadrže nikakve upaljive ili hlapljive tekućine. Kako je na taj način isključeno zagađivanje tla ili podzemnih voda, prikladni su posebno za primjenu u podzemlju. Još u ožujku 1996. godine su postavljeni takvi transformatori nazivne snage 167 kVA u jednoj podzemnoj mreži Hydro-Quebec-a te su uspješno ispitani u komercijalnom pogonu.

Sve je više distributivnih podzemnih mreža, koje se i nadalje šire. Pri tom treba napomenuti, da podzemno smješteni aparati tijekom godina neusporedivo brže korodiraju, što uzrokuje niz problema. Među najteže posljedice koje bi iz tog mogle proizići moguće je istjecanje izolacijskog ulja, koje se koristi u dosadašnjim transformatorima i aparatima. Ulje iz transformatora može također uzrokovati i požare, čak i jake eksplozije. Dodatno postoji opasnost zagađenja tla i podzemnih voda.

Da bi eliminirali te poteškoće, ABB Kanada i Hydro-Quebec su u jednom Joint Venture-u, u Istražnom centru prijenosa energije Quebec, razvili distributivni transformator s izolacijom iz čvrste materije (Solid Insulation Distribution Transformer ili kratko SIDT), koji nosi i ime "Zeleni transformator".

Provedena analiza tržišta ukazala je na veliki potencijal tržišta za SIDT. ABB i Hydro-Quebec su zatim potpisali sporazum po kom će ABB isporučivati kanadskom poduzeću SIDT-e, dok će oba partnera surađivati u razvoju i plasmanu SIDT - tehnike.

Još od 1. ožujka 1996. godine u pogonu su tri prototipa novih transformatora kod Hydro-Quebec-a.

Glavni su im tehnički podaci:

Transformatori su jednofazni. Snaga im je 167 kVA. Primarni napon je 14,4 kV. Sekundarni napon je 347 V. Hlađenje je AN. Frekvencija je 60 Hz. Maksimalna temperatura je 100°C. Razina buke je 49 dBA. Impedancija je 4%. Gubici praznog hoda su 420 W. Gubici opterećenja su 940 W. Širina mu je 512 mm. Visina je 1 852 mm.

Ovi se transformatori sastoje iz četiri potpuno integrirane komponente: izolacijskog sustava iz čvrste materije; kućišta iz vezivnog otpornog materijala; jednostavnog i učinkovitog unutrašnjeg specijalno razvijenog sustava hlađenja te konačno specijalne željezne jezgre izvedene polimerizacijom umjetne smole, što jezgru čini otpornom na jake promjene temperature te smanjuje buku od prihvatljive razine za okoliš.

Pogonska iskustva s ovim transformatorima u teškim kanadskim klimatskim uvjetima su izvrsna. Moguće je zaključiti da ovi distributivni transformatori omogućavaju ekonomičan pogon razdionih mreža i da potpuno odgovaraju suvremenim zahtjevima zaštite okoliša, te da ih odlikuju slijedeće prednosti:

- ne sadrže zapaljive niti hlapljive tekućine, te ne postoji opasnost od požara ili eksplozije
- nema zagađivanja tla niti podzemnih voda
- otporni su na jake kratke spojeve
- prikladni su za korištenje pod vodom i u vlažnim, prašnjavim i prljavim prostorima
- imaju malu razinu buke
- mogu biti postavljeni kao stojeći ili kao ležeći
- posjeduju odgovarajuću sposobnost uklapanja u okoliš
- ne ispuštaju nikakve štetne tvari
- sposobni su za recikliranje.

K tomu SIDT - tehnika smanjuje troškove održavanja, skladištenja i deponiranja otpada.

ABB Technik, 5 / 1998.

E. H.

1000 MW - KOMBI ELEKTRANA ZA SAD

ABB je ugovorio izgradnju, po sistemu ključ u ruke, kombi-elektrane 1000 MW ložene plinom u Midlothian-u, Teksas. Ugovor za ovaj posao u iznosu više od 350 mio. US je sačinjen sa samostalnim poduzećem za opskrbu električnom energijom *American National Power Inc.*

U skladu s ugovorom ABB će isporučiti četiri GT24 - plinske turbine, pripadajuće parne turbine, generatore kao i parogeneratore na otpadnu toplinu. Dodatno ABB će biti odgovoran za inženjering, nabavu dopunskih komponenata elektrane, sustav tehničkog vođenja i razvodne uređaje. Dio ugovora također su građevinski radovi, kompletne instalacije i završno puštanje u pogon.

Radovi za novu elektranu, koja se gradi 30 km južno od Dallas-a, počeli su 1998. godine. Stavljanje u pogon predviđa se u ljetu 2000. godine.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

RAZVOJ POGONSKOG SUSTAVA ZA ELEKTRO - BMW

BMW je utanačio s ABB Hybrid Systems, Švedska, razvoj pogonskog sustava za elektroautomobile. On se sastoji iz jednog motora s permanentnim magnetima i integriranom učinskom elektronikom i tehnikom vođenja s hlađenjem vodom. Prvi prototip treba biti isporučen još ove godine. Za razvoj do faze zrelosti za serijsku proizvodnju cijeni se da će trebati tri do četiri godine.

Pogonski sustav se razvija u Švedskoj uz ispomoć ABB Corporate Research i ABB Motors A. B.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

135 MW - PODVODNA KABELSKA VEZA DO KANALSKIH OTOKA JERSEY I GUERNSEY

ABB je ugovorio izgradnju, po sistemu ključ u ruke, prijenosnog sustava koji će povezati elektromontažu britanskih Kanalskih otoka Guernsey i Jersey preko Francuske s europskom superponiranom mrežom. Ugovorni iznos je oko 80 mio. US koju je ugovorila novoosnovana *Channel Islands Electricty Grid Company Ltd.* sa 50:50-Joint Venture između Jersey Electricity Company Ltd. i States of Guemsey Electricity Board-a. 135 MW - veza treba biti spremna za pogon u ljeto 2000. godine.

U okviru ugovora ABB polaže 65 km dugu podzemnu kabelsku vezu između obaju otoka francuske obale kao i 70 km na otocima. Podvodni kabel iz umreženog polietilena izveden je u skladu s najmodernijom ABB-tehnologijom.

Osim toga ABB će isporučiti dvije nove 90 kV - podstanice i modernizirati tri postojeće. Nadalje je ABB odgovoran za pripadajući sustav tehnike vođenja i zaštite.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

NOVI 380 kV-VOD POVEZUJE SJEVERNE SA SREDIŠNJIM REGIJAMA SAUDI - ARABIJE

Electricity Corporation, Saudi-Arabija, sklopila je ugovor sa Saudi- Sadelmi Technical Construction Co. za izgradnju 220 km dugog visokonaponskog 380 kV - dalekovoda od Hail-a na sjeveru zemlje do regije Al Quaseem-a u središnjoj Arabiji. Vrijednost ugovora iznosi 100 mio. US. Saudi - Sadelmi Technical Construction Co. je Joint Venture u kojoj uz talijanski ABB SAE Sadelmi participiraju saudi - arapski investitori s 51%.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

PET REGIONALNIH CENTARA ZA VOĐENJE MREŽE RUMUNJSKE

Rumunjsko poduzeće za opskrbu električnom energijom *Renel* je kod ABB Network Partner A. G., Švicarska, naručilo pet regionalnih centara za vođenje mreže za pogon u nuždi. Tomu će se tehnički prilagoditi i proširiti postojeći nacionalni kontrolni centar. Regionalni centri za vođenje mreže bit će pušteni u rad u drugoj polovini 2000. godine.

S ovim projektom *Renel* realizira pretpostavku mogućeg pristupanja UCPTE-u. To pak omogućava priključenje na zapadnoeuropsku superponiranu mrežu i pouzdanost opskrbe električnom energijom.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

PRVA PRIMJENA NOVE PLINSKE TURBINE VELIKE SNAGE GTX 100 U ŠVEDSKOJ ELEKTRANI

Nova plinska turbina velike snage GT 100 bit će prvi put korištena kod izgradnje elektrane Västhamm u Helsinborg-u.

Helsingborg Energy AB ugovorio je s ABB Stal da elektranu na ugljen Västhamm izvede kao kombi-elektranu. ABB Stal za istu isporučuje pored plinske turbine kotao na otpadnu toplinu, generator kao i ostalu električnu opremu te sustav tehnike vođenja. Osim toga će ABB Stal rekonstruirati postojeću parnu turbinu za kombi-pogon. Pregradnjom povećava se električna snaga elektrane sa 64 na 126 MW, a termička snaga sa 132 na 186 MW.

Nova plinska turbina bit će opremljena modernim AEV-plamenicima na loženje plinom s malim ispuštanjem. U području opterećenja od 50 do 100% ona postiže ispuštanje Nox i CO manje od 15% O_2.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

PRVI UGOVOR ZA POWERFORMER ™

ABB je ugovorio sa švedskim poduzećem za opskrbu električnom energijom *Eskilstuna Energi & Miljö,* za kombi elektranu-toplanu Eskilstuna u Švedskoj, isporuku 42-MVA Performer-a za napon 136 kV i brzinu vrtnje 3000 o/min kao i pripadajuće parne turbine. Postrojenje će biti stavljeno u pogon koncem 2000. godine.

Powerformer je u osnovi novi tip generatora, koji može direktno napajati mrežu visokog napona, tj. preuzima funkcije generatora i transformatora bloka. Na taj način smanjuju se investicijski troškovi i osim toga poboljšava korisnost elektrane.

Daljnja primjena Powerformer-a predviđena je u hidroelektrani Porsi na rijeci Lule u Švedskoj. *Vättenfall* i ABB su se sporazumjeli da u njoj jedan od triju generatora zamijene jednim Powerformer-om 100 MVA. On treba biti direktno priključen na mrežu 150 kV i biti spreman za pogon u 2000. godini.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

KOMBI ELEKTRANA 490 MW ZA GRČKU PO SISTEMU KLJUČ U RUKE

Public Power Corporation (PPC), Atena, ugovorilo je s ABB-om izgradnju, po sistemu ključ u ruke, kombi elektrane 490 MW ložene plinom u gradu Komotoni na sjeveru Grčke. Vrijednost ugovora je 300 mio. US, od čega na isporuke ABB-a otpada polovina.

Nova elektrana će dobiti dvije plinske turbine GT13E2 i bit će opremljena najmodernijim sustavom tehnike vođenja. K tomu ABB je odgovoran za inženjering, montažu i puštanje u pogon, koje je predviđeno za 2001. godinu.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

MODERNIZIRANJE BUGARSKIH HIDROELEKTRANA

Nacionalna Električeska Kompanija (NEK), Bugarska, ugovorila je s ABB Energije AG, Austrija, obnavljanje bitnih dijelova trostupanjske kaskade hidroelektrana 770 MW. Vrijednost ugovora je 170 mio. ATS.

Moderniziranje obuhvaća uređaje tehnike vođenja kao i sustave uzbude i zaštite za proizvodne jedinice elektrana koje se nalaze oko 100 km jugoistočno od Sofije u području planine Rila.

Novi sustav tehnike upravljanja i regulacije omogućava potpuno automatsko vođenje pogona. Završetak radova je predviđen za sredinu 2000. godine.

ABB Technik, 6 / 1998.

E. H.

MONITORING SE RAZVIJA

U monitoringu učinskih transformatora imamo prva iskustva, koja se sada koriste za daljnji razvoj. Siemens je 1997. godine prvi put instalirao sustav na dvama velikim transformatorima. Sada slijedi niz uređaja za dijagnosticiranje i nadziranje. Međutim, također software - srce sustava - dobiva na temelju sakupljenih iskustava mnoge nove funkcije.

Takvi nadzorni sustavi trebaju sniziti troškove njege i održavanja te omogućiti veće opterećivanje transformatora točnijim poznavanjem njegovog stanja.

U sada već proširenom obliku monitoring sistem sakuplja svakog sata podatke koje daju 50 senzora i uređaja za analizu. Razumljivo da odgovorni iz pogona mogu obaviti odabir onih mjernih vrijednosti koje mu se čine primjerenim. Iz struja i napona moguće je izračunati važnu veličinu - snagu. Procjena životnog doba temelji se na temperaturama koje se mjere na ulazima i izlazima rashladnog uređaja. Iz mjernih vrijednosti izračunava se najveća temperatura koja nastaje u transformatoru, koja je mjerodavna za termičko starenje izolacije iz uljnog papira.

Ubuduće se treba realizirati nadzor rashladnog uređaja. Prije svega hladnjaci hlađeni zrakom pod tlakom mogu biti na pojedinim mjestima toliko zamazani da se rashladni učin nedopušteno smanji. To može čak i pri teretima manjim od proračunskih uzrokovati povišene temperature, što pak vodi ubrzanom termičkom starenju. Nadziranje rashladnog uređaja smanjuje s jedne strane opseg održavanja - kontrolni

obilasci postaju suvišni, a s druge strane indirektno se produžuje vrijeme korištenja.

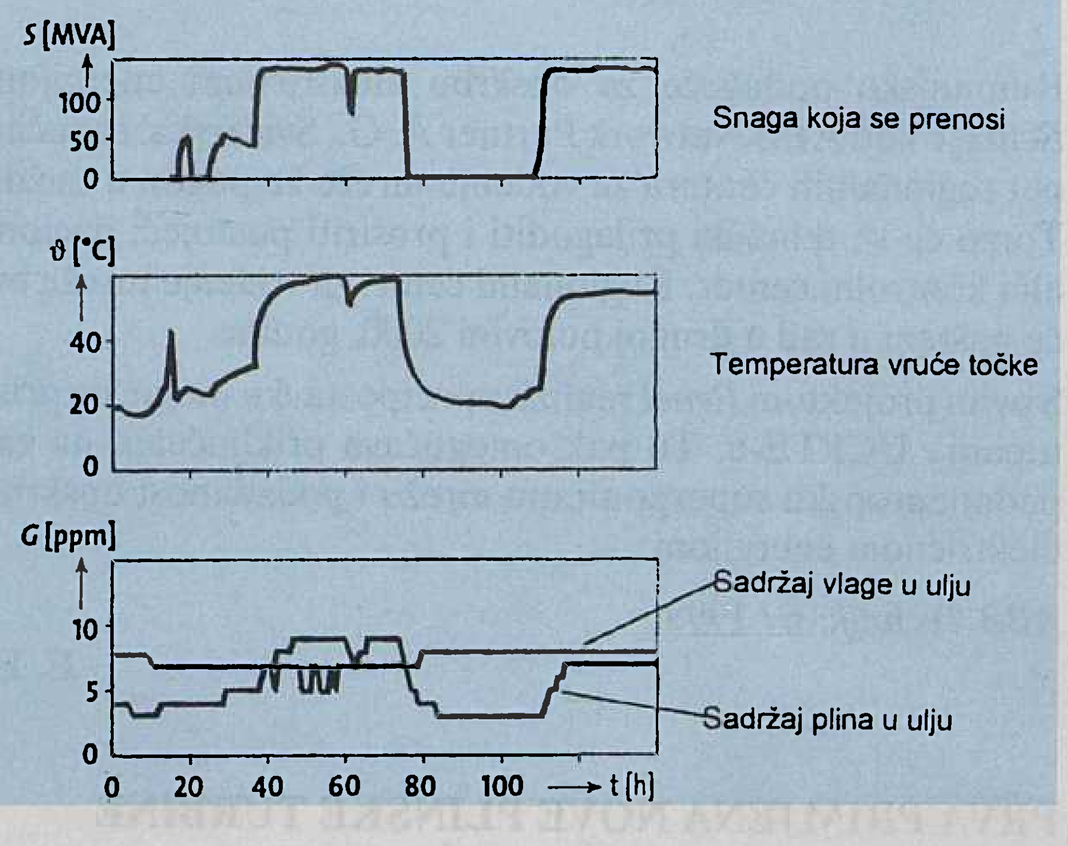
Posebno važna za nadzor transformatora je analiza ulja. Unutarnje pogreške u mnogim slučajevima je moguće ponajprije uočiti preko plinova koji se izlučuju u ulju. Ovi plinovi nastaju npr. pri lokalnim pregrijavanjima ili također pri procesima unutarnjih izbijanja radi procesa rastvaranja ulja i celuloze. Njihova analiza daje korisniku signal ranog upozorenja, tako da ostaje dovoljno vremena za poduzimanje odgovarajućih mjera.

Monitoring sustav firme Siemens može biti opremljen sustavom za analizu plinova, koji može obuhvaćati i obrađivati sve važne plinove koji se mogu pojaviti pri pogreškama u transformatorima. Uvođenje Siemens-monitornog sustava s kompleksnom analizom plinova prije svega je isplativo kod velikih transformatora proizvodnih jedinica koje su već desetljećima u pogonu te se za njih u slijedećim godinama predviđa nabava nadomjesnih transformatora.

U studenom 1997. godine stavljen je u rad jedan transformator bloka 200 MVA, opremljen odgovarajućim monitoring sustavom. Slika 1 prikazuje mjerenje prigodom puštanja u pogon i prvih sati normalnog pogona sa 70% opterećenja. Temperatura vruće točke od oko 60°C u stabiliziranom stanju ne predstavlja kritično opterećenje. Termičko starenje izolacije ulje-papir u tom pogonskom stanju je zanemarivo.

Vlažnost u ulju raste nakon uklapanja transformatora. Namoti se zagrijavaju i voda difundira iz izolacije u okolno ulje. Veoma važna veličina sadržaja štetnog plina u ulju iznosi

Mjerenja prigodom puštanja u rad transformatora bloka 200 MVA



Slika 1.

ubrzo nakon stavljanja u rad ispod 10 ppm. Nekoliko ppm su karakteristični za nove transformatore.

Do kraja ove godine će dva transformatora proizvodnih jedinica 1100 MVA za termoelektranu na mrki ugljen Lippendorf kod Leipzig-a biti opremljeni monitoring sustavom.

Siemens, EV Report 2/98.

E. H.

UDK 621.31

ENJAAC 48 (3) – (1999) – 135-202

ISSN 0013-7448

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 48 (1999) Zagreb 1999 Br. 3

SADRŽAJ

Oroszki L. – Kovács G.: Status of the EMS/SCADA Upgrading Project of the Hungarian Electric Power System (Stručni članak) 137

Mandić M.: Osvrt na Tarifni sustav za prodaju električne energije – moguća rješenja (Pregledni članak) 143

Vuković V.: Organizacijske poteškoće NE Krško (Pregledni članak) 151

Klepo M.: KUEN-CTS – nacionalni program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava (Pregledni članak) 159

Nevečerel D.: Kratki spoj u mreži Hrvatske 2000.-2010. godine (Stručni članak) 167

Wagmann L. – Kuliš I.-G. – Kosmač J.: Pilot projekt sustava za lociranje atmosferskih pražnjenja u realnom vremenu (Stručni članak) 181

Vijesti iz elektroprivrede 185

Iz strane stručne literature 198

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.
Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 1999 - 05 - 26

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992, a prema mišljenju istog ministarstva oslobođen je plaćanja poreza na promet (rješenje 532-03-1/5-92 od 3. studenoga 1992).

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

STATUS OF THE EMS/SCADA UPGRADING PROJECT OF THE HUNGARIAN ELECTRIC POWER SYSTEM

Lajos O r o s z k i – György K o v á c s, Budapest

UDK 621. 311.1
STRUČNI ČLANAK

The upgrading of the process control computer system, supporting the Hungarian electric power system operations control, and its associated telecommunications network as well as the reconstruction of the physical environment began in 1995 in the framework of a World Bank loan package.

By discussing the results and problems the paper presents the experiences gained during the progress of the $85m investment covering all operations control levels and being implemented as a joint project of the recently privatised regional utility and power plant companies and the MVM Rt. which is in charge of the system control.

The project requires complex organising-arranging activities covering the fields of research and development, design, delivery, implementation, increased security, software development, transition from the existing system to the new one and commissioning is progressing with the assistance of five engineering firms. Out of those areas the reconstruction and creation of the physical environment are completed and the associated telecommunications facilities are nearing the completion.

Siemens (Minneapolis), the supplier of the EMS/SCADA system, delivers the system in two phases: the implementation of pahse one together with the NDC-RDCs links is expected by February 1999 and the commissioning of the advanced EMS functions by the end off year 20000.

Key words: EMS, SCADA, control, refurtischment.

1. CHANGES IN THE STRUCTURE, OWNERSHIP AND INTERNATIONAL COOPERATION OF THE HUNGARIAN ELECTRIC POWER SYSTEM

As we announced two years ago in the framework of a series of CIGRE presentations, the replacement of the EMS/SCADA system of the Hungarian electric power system by a new one with additional functionality began two years ago following several years of preparatory work.

Since then the privatisation of the utility and power plant companies, separated from the previous trust structure, has almost been completed and a special regulation governs this new operations model. Figure 1 shows the new structure.

The most important task of MVM Rt, as a wholesale trader and transmitter of electric power, in this new strucutre is that of the system control.

The recent years saw not only the formation of a new operations model and the privatisation but also the changing role of the Hungarian electric power system played in the international cooperation.

The importance of the Prague-centred power pool of the ex-Comecon countries substantially diminished while, at the same time, CENTREL, formed in 1992 by the Czech Republic, Poland, Hungary and Slovakia, grew a lot in importance, the SUDEL cooperation also expanded as did the interoperation with the UCPTE, the Western-European power pool where our aim is the full membership.

The main steps in this joining process are the following:

- First pilot and then sustained parallel opertion (since October 1997 and October 1997, respectively);
- Reaching joined status (expected by January 1999) then full membership (expected in 2003).

The interconnection is supported by tie-line connections; in addition to the existing and operating ones the Hévíz-Zerjavinec (Croatia) and Hévíz-Cirkovce (Slovenia) 400-kV transmission lines are being built.

Figure 2 shows the Hungarian transmission grid.

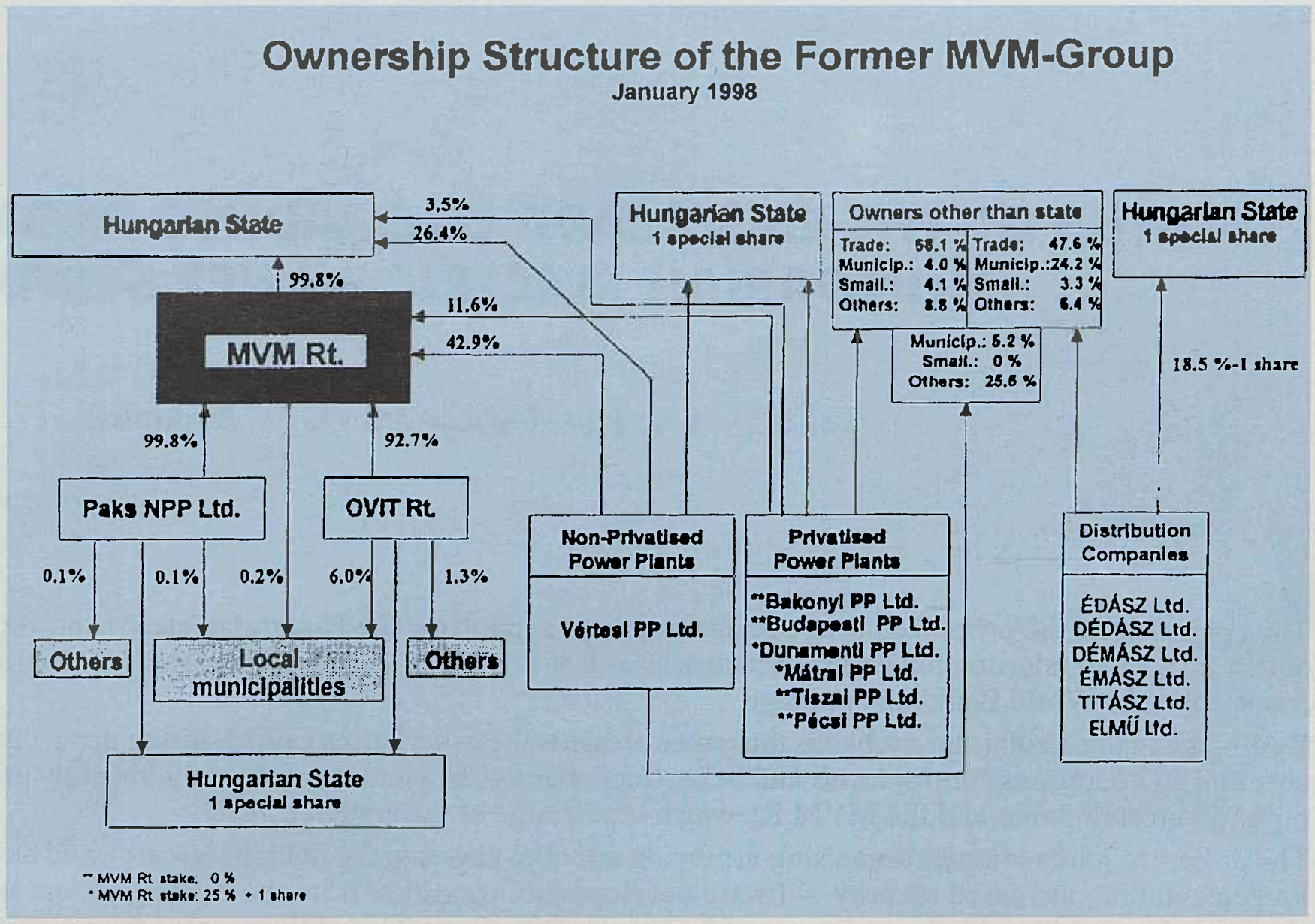
2. HISTORICAL OVERVIEW OF COMPUTERISED OPERATIONS CONTROL

Computers have been used in off-line mode to perform the more and more complex tasks of the operations control of the Hungarian electric power system since the late 1960s. In practice this meant network analysis for operations planning purposes in order to study anticipated operations states.

In the next decade, in the wake of long year's analysis and preparations, a Japanese-made (Hitachi) process control computer system of model HIDIC-80 was commissioned in the National Dispatch Centre (NDC) in

1979, at the beginning consisting of two computers to which a third one was added later, which met very well the technological requirements presented by the 750-kV transmission line, worldwide acclaimed at that time, and by some new power plants.

The use of a modern process control computer system made it possible to optimise the power system operations in many respects and through the support of an associated telecontrol system it provided the operations control personnel not only with reliable information, alarms, readily available studies and advice based on real-time data but also with a way to make fast and sensitive on-line actions in the highly important field of generation control as well as to remotely control circuit breakers, shunt capacitors and transformer load tap changer positions in some Regional Dispatch Centres (RDSs) and District Dispatch Centres (DDCs).



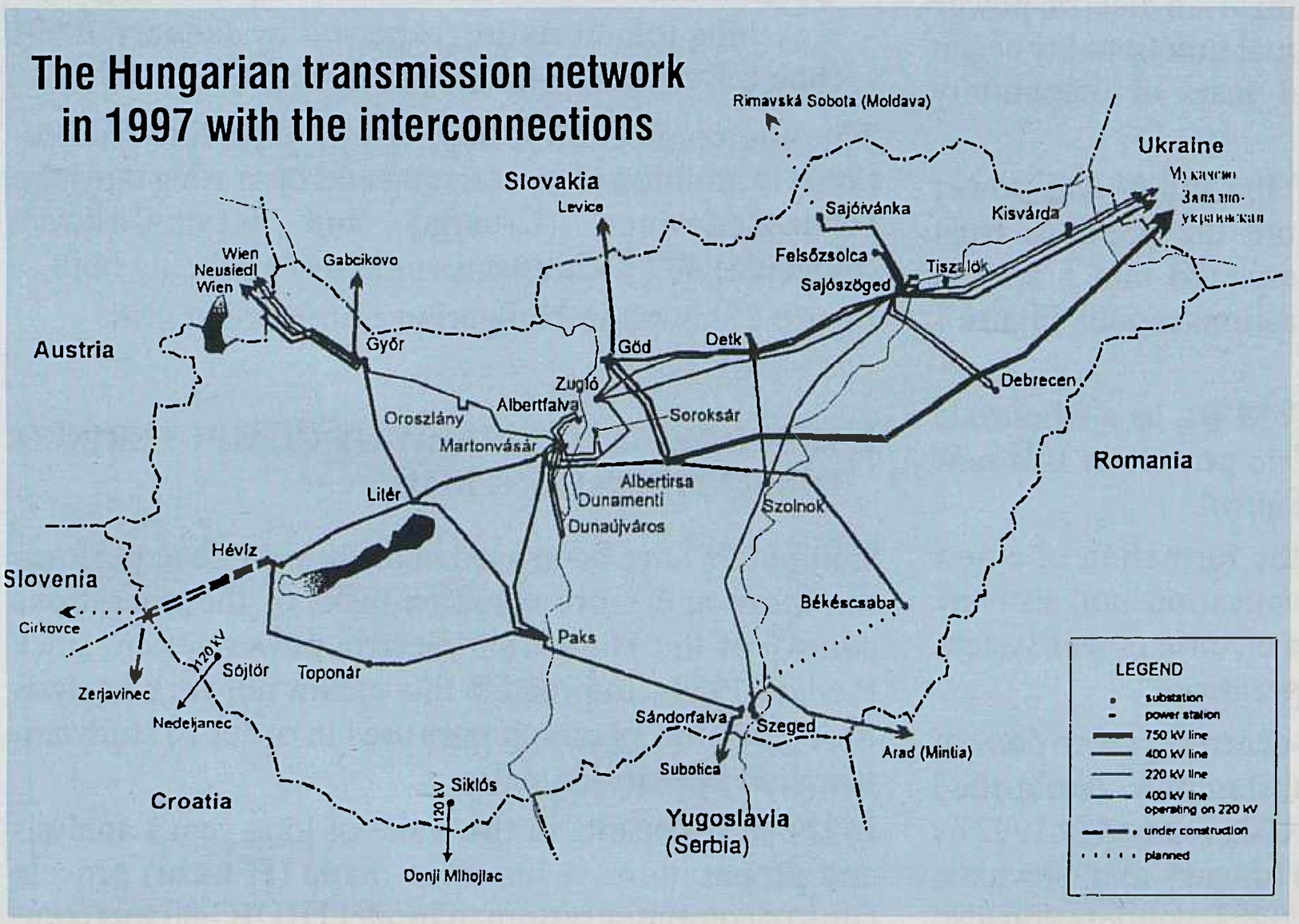
Slika 1.

to more reliably supply their respecitve service areas, which were capable of data acquisition, data processing, operations monitoring and limited supervisory control functions.

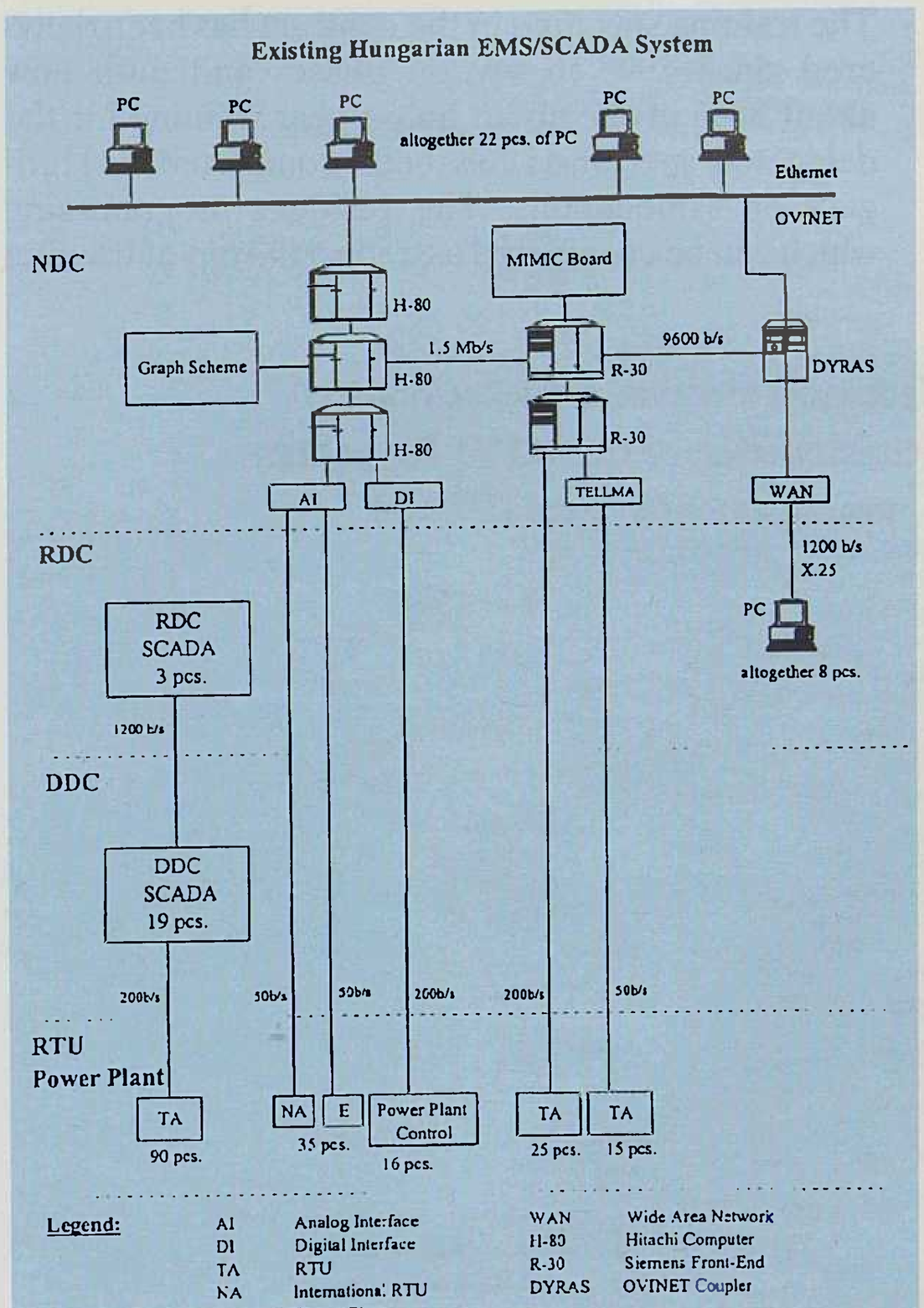
The then valid COCOM regulations prevented the purchase of any advanced international computerised system but on the other hand encouraged making benefits of domestic skills and expertise which resulted in state-of-the-art computerised operations control systems matching the local requirements, developed by Hungarian software firms in fierce competition with one another. Even Western-European and American experts acknowledged the high technical level of the computer-controlled telecontrol systems developed by ERÖTERV-VERTESZ, the KFKI, MIKI and VEIKI (later Realsoft) that were operating in the RDCs and several DDCs of the above mentioned utilities.

By the late 1980s the results of these developments were an operations control system built on those of the NDC and the above listed regional utilities which also included off-line links between the NDC and the RDCs (Figure 3).

The operations control system was supported by an



Slika 2.



Slika 3.

electrical utility industry-wide telecommunications system based on private and leased lines and using cable, power line carrier, microwave and (although in limited number) fibre optic links to provide communication means.

3. THE MAIN OBJECTIVES OF THE EMS/SCADA UPGRADING PROJECT

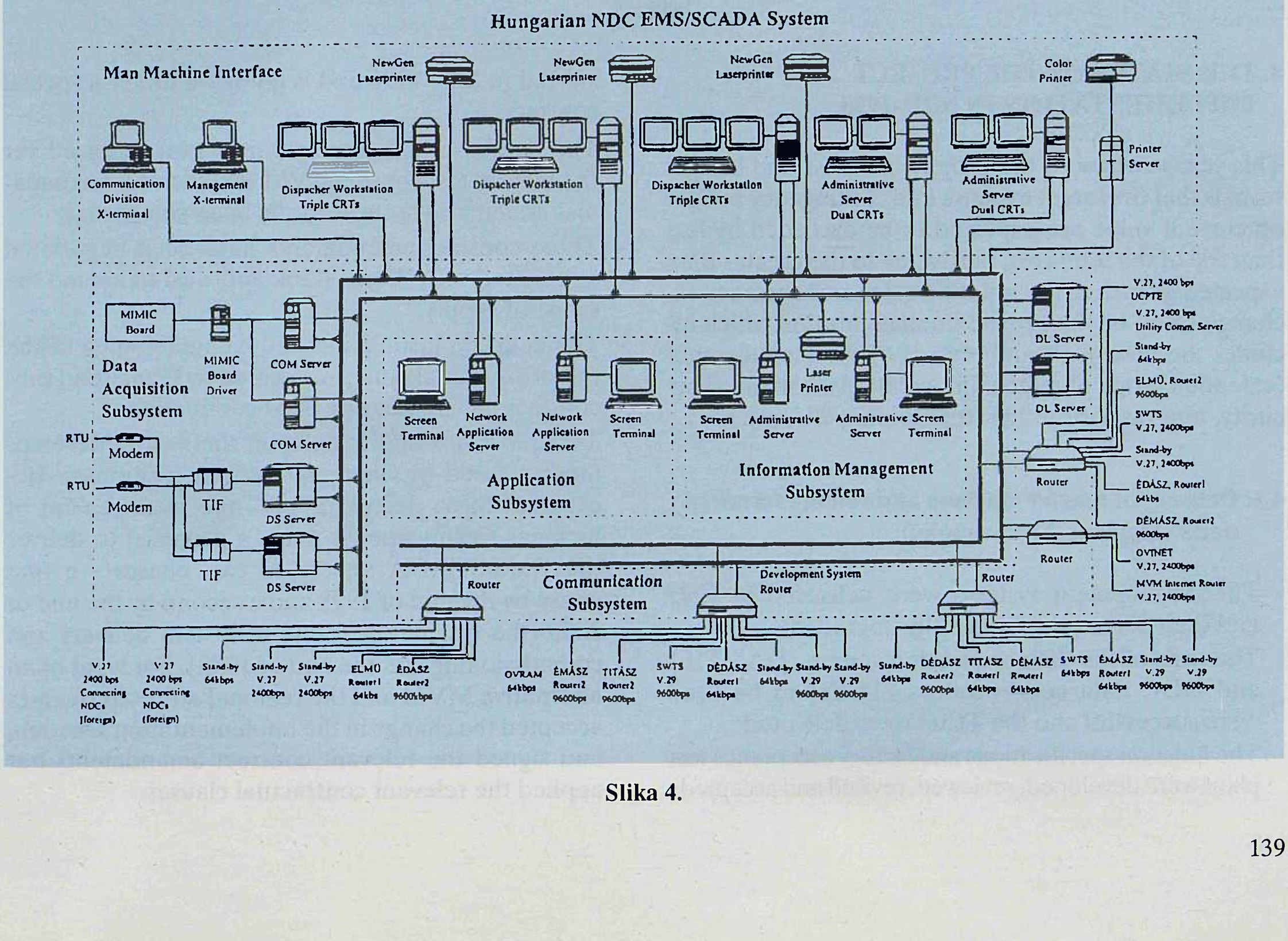
The EMS/SCADA upgrding project is a global development program that will result in computerised process control system based on open system principle at each level of the control hierarchy, that is, it relies on a distributed computer network strucutre, universally accepted hardware/software interface standards and communication protocols and uses software not specific to the actually employed hardware.

The project feasibility study was funded by the U.S.A. government, and a World Bank loan has been used for the international procurement part of the project. The domestic costs are shared by the participating companies in proportions to their investments.

The overall investment of the MVM Rt, the involved regional utilities and the power plant companies is about HUF 17bilion.

The operation of the specified functions in the NDC is going to be performed with the following master station configuration to be commissioned (Figure 4).

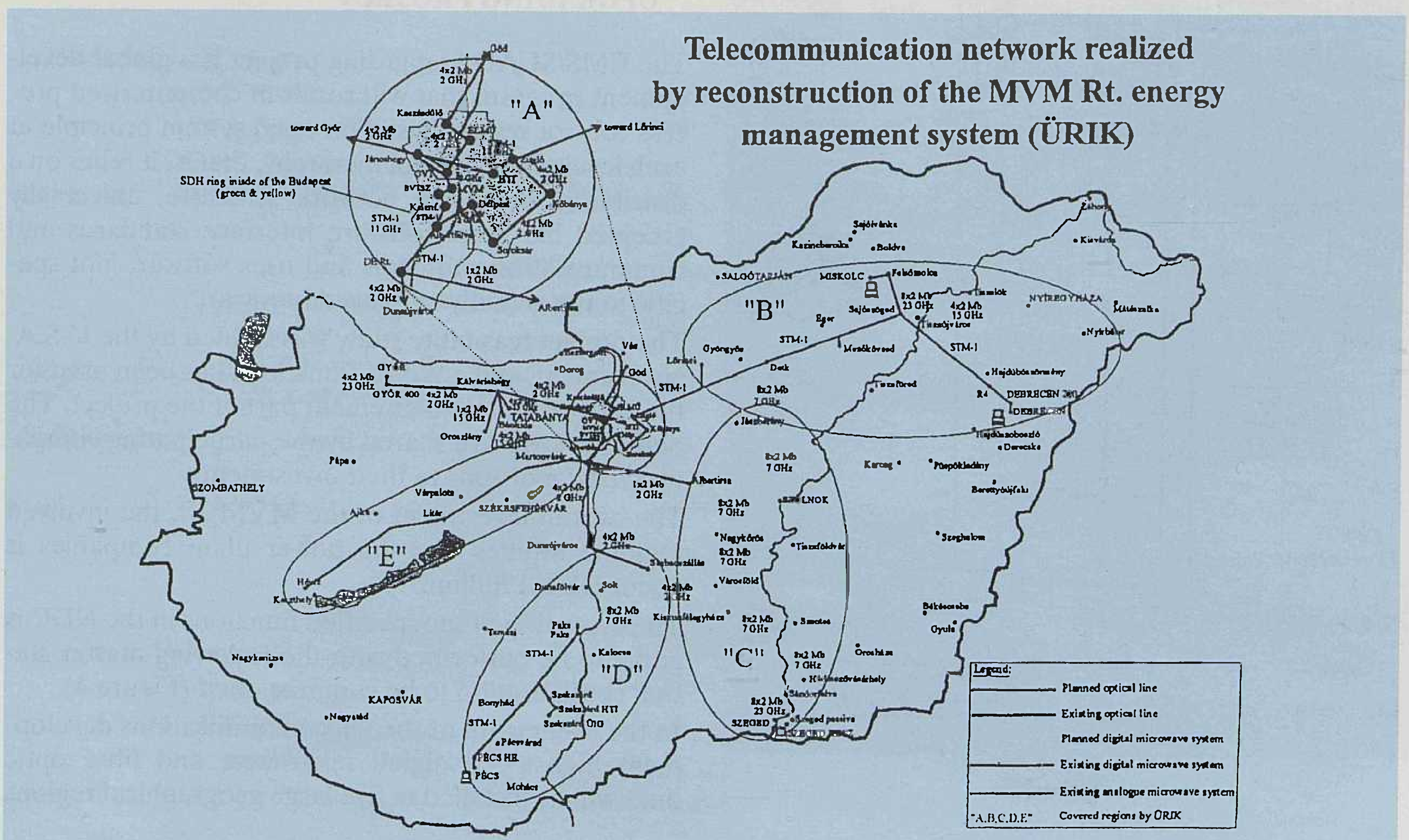
In the framework of the telecommunications development high-speed digital microwave and fibre optic links will be installed in five large geographical regions



Slika 4.

the operation of which will be coordinated by a dedicated computerised remote network management system.
The following figure shows the scope of the EMS/SCADA associated telecommunications network (Figure 5).

- The training specified in the contract has been delivered since 1995 in several phases and until now about 80% of the about half-a-year training for the delegated specialists has been completed in Hungary or Minneapolis. The resident programming which can be considered as a special from of training



Slika 5.

4. THE STATUS OF THE PROJECT IMPLEMENTATION IN MID-1998

This year's review of the project progress and budget reveals that the target expense and contingency budget on current value are expected to be exceeded by less than 5% of the total cost, partly due to the greater than expected growth in the inflation rates and currency exchange rates, by the project implementation which includes the new goals and objects of the managemnet (extended scope of telecommunications, enhanced security, new tasks resulting from joining EU, etc.).

4.1. Delivery of master stations and remote terminal units (Siemens-Minneapolis)

- The development systems were delivered in 1995 and their software is continully upgraded;
- The tests of the data acquisition system (DAS-TIF) and DDC data concentrators (TCCs) to be used were successful and the TCCs were delivered;
- The function specifications and factory acceptance test plans were developed, reviewed, revised and accepted;

started in May 1996 and is going on under a special contract;

- The database and display generation required for the factory tests of the MVM and the utility companies systems have successfully been completed;
- Three contract amendments have been negotiated and signed with World Bank approval to amend the scope of supply;
- The delivery, installation and commissioning of the remote terminal units, performed by Hungarian subcontractors, are nearing their completion;
- There is a substantial delay in the system development, caused by Siemens's lack of resources. Because of these delays, in 1997 the management of Siemens (Minneapolis) made a proposal to deliver the EMS/SCADA system in two phases - a first phase by the end of 1998 and a second by the end of 2000 (the original deadline of system delivery and commissioning was the end of 1998). For want of an alternative MVM and the regional utility companies accepted the change in the implementation schedule and signed the relevant contract amendments but applied the relevant contractual clauses.

- Following the completion of the development of the phase-1 system and the associated database and display generation, the factory tests of the ÉDÁSZ and MVM systems have been performed in parallel since May 1998. These will take 6-8 weeks.

4.2. EMS/SCADA associated telecommunications (Italtel)

Italtel managed to deliver the initially contracted equipment of Regions A, B, C, and D and the network management system with a few month delay. Although the preinstallation and the after-commissioning measurements of these devices have been performed the Supplier could not complete the regional trial operations or the overall system tests by the deadline of December 10th 1997. Because of the delay MVM is going to apply the relevant contractual clauses.

The acceptance of the system along with the additional terminal devices of the later supplementarily ordered Region E is expected by July 1998 together with the test of the network management system.

The telecommunications specialists participated in a 1.5 month training in Milan.

4.3. Local implementation work

Until now about seventy contracts have been signed for local implementation activities.

4.3.1. *The substation and power plat reconstructions,* are about to be completed. There have been, however, some problems and scheduling delays due to the following reasons:

- The delays in Siemens deliveries affected the associated design and implementation work;
- Subsequent substation expansions and gas-turbine power plant installations required the change of both the scope and the schedule of the work;
- New ideas came about in the wake of the privatisation that required new discussions.

4.3.2. *In the EMS/SCADA associated telecommunications* area the status of the MVM contracts is as follows:

- The preinstallation performed by OVIT Rt was completed;
- The installation and field commissioning measurements of Italtel-delivered equipment was completed by Siemens Telefongyár;
- Digital links to connect the MATÁV network providing back-up telecom routes and the MVM-owned telecom network are being installed.

4.3.3. *Physical environment* reconstruction work is mostly done:

- The NDC new mapboard and projector have been completed;
- The physical environment of the back-up NDC has been completed;
- The construciton, plumbing and fitting and uninterruptible power supply related reconstruciton of the NDC is completed; only some minor activities remain to be done following the delivery of the master stations and the cutover from the Hitachi system;
- The activities to enhance the security in the NDC and back-up NDC are about to be completed.

4.3.4. *The domestic software development* activities started in 1996 but were delayed by late EMS/SCADA deliveries.

The development work needed for integrating the computerised systems of DÉM+SZ and ÉM+SZ, who have an existing SCADA system and therefore do not participate in the present project, with the new system under implementation is in progress. This will make it possible for the operations control systems of MVM and the six utility companies to interoperate.

The requirement to make the computerised operations control support conform for the sake of joining the European Union is an important new task which requires the EMS/SCADA upgrading project to have the appropriate software developed and integrated with the system.

5. THE ORGANISATIONAL, MANAGEMENT AND COOPERATION STRUCTURE OF THE EMS/SCADA UPGRADING PROJECT IMPLEMENTATION

Through a framework of relevant bilateral contracts, MVM Rt assumes general responsibility towards the World Bank, the involved utilities and power plants as well as the suppliers.

The MVM Rt's director for strategy and development oversees the project implementation. The EMS/SCADA project organisation, a department of the Strategy and Development Directorate, manages and coordinates with the participants the actual project implementation tasks. The involved regional utility and power plant companies have their own project organisations to control the project implementation.

A system of bilateral and multiateral contracts provides the project with the operating framework. The multilateral contracts were signed for performing tasks similar for several involved companies (eg. engineering support, storage, project insurance contracts).

The following four engineering firms have been supporting the project since the preparatory phase:

- MACRO Corporation (USA) as an international consultant,
- ERBE Energy Engineering Kft as the project arranging firm,
- ETV-ERÖTERV Rt with its design expertise,
- MICROCOM Kft with its telecommunication expertise.

PROTAN Rt provides engineering support for implementing security enhancing developments.

We highly appreciate the interest expressed by Croat experts and specialists in the new operations control system of the Hungarian electric power system.

STANJE PROJEKTA EMS/SCADA U MAĐARSKOM ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU

Revitalizacija procesne informatike, koja podržava upravljanje mađarskim elektroenergetskim sustavom, kao i obnova fizičkog okoliša počeli su 1995. god. u okviru zajma Svjetske banke.

Raspravljajući rezultate i probleme u referatu su iznesena iskustva stečena tijekom korištenja investicije vrijedne 85 mil. USD koja pokriva sve razine upravljanja, a provodi se kao zajednički projekt nedavno privatiziranog regionalnog elektroprivrednog poduzeća elektrana i MVM Rt.-a koji je odgovoran za upravljanje sustavom.

Projekt zahtijeva složene organizacijske poslove i aranžmane u području istraživanja i razvoja, projektiranja, isporuke, provedbe, povećanja sigurnosti, razvoja programske podrške, a prijelaz s postojećeg na novi sustav i puštanja u rad odvija uz pomoć pet inženjerskih firmi. Od tih područja obnova i stvaranje fizičkog okoliša su završeni, a pripadajuće telekomunikacije su pred završetkom.

Siemens (Minneapolis), isporučitelj sustava EMS/SCADA, isporučuje sustav u dvije faze: provedbe prve faze zajedno s vezama NDC-RDC očekuje se do veljače 1999., a puštanje u rad unaprijeđenih EMS funkcija do kraja 2000. godine.

JETZIGER ZUSTAND DES "EMS/SCADA" PROJEKTES IM UNGARISCHEN STROMVERSORGUNGSSYSTEM

Die Umrüstung der steuerungunterstützenden Verfahrensinformatik des ungarischen Stromversorgungssystems und die Erneuerung dessen Umwelt haben im Rahmen des Kredits der Weltbank im Jahre 1995 begonnen.

Ergebnisse und Fragen auseinandersetzend, sind im Vortrag Erfahrungen dargestellt, erworben während des Zustandebringens der 85 Mil. US$ werten Kapitalanlage, die alle Steuerungsebenen umfasst, und als gemeinsames Projekt des neuerlich privatisierten regionalen Stromerzeugunsunternehmens und der für die Systemsteuerung verantwortlichen MVM Rt durchgeführt wird.

Das Projekt verlangt verwickelte organisatorische Tätigkeiten und Abmachungen im Forschungs-, Entwicklungs-, Lieferungs-, Durchführungs-, Sicherheitserhöhungsbereich, sowie im Bereich der Programmunterstützung, wobei sich der Übergang aus dem alten ins neue System und die Inbetriebnahme unter Beistand von fünf Ingenieursunternehmen verwirklicht. Diese Tätigeiten sind im Bereich der Erneuerung und Gestaltung der Umwelt abgeschlossen, die zugehörigen Fernmeldesysteme stehen vor dem Abschluss.

Siemens (Minneapolis) Zusteller des Systems "EMS/SCADA" liefert das System in zwei Phasen: Die Durchführung der ersten Phase wird zusamen mit den Verbindungen NDC-RDC bis Februar 1999 und die Inbetriebnahme der vervolkommneten EMS Funktionen bis Ende des Jahres 2000 erwartet.

Naslov pisaca:

Lajos Oroszki, dipl. ing.
National Dispach Centre
György Kovács, dipl. ing.
Hungarian Power Companies, Ltd.
Budapest, Hungaria

Uredništvo primilo rukopis:
1998-12-22.

OSVRT NA TARIFNI SUSTAV ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE (MOGUĆA RJEŠENJA)

Mr. sc. Mladen M a n d i ć, Zagreb

UDK 621.3.003.13:338.5
PREGLEDNI ČLANAK

Tarifni sustav za prodaju električne energije koji sada vrijedi primjenjuje se od 1. 4. 1991. godine.
Tijekom primjene, a naročito početkom primjene važećeg Tarifnog sustava, bilo je dosta primjedbi od strane potrošača električne energije. Najviše primjedbi se odnosilo na netransparentnost načina utvrđivanja obračunske snage u kategoriji potrošnje kućanstva. U članku se predlaže transparentnije rješenje za način utvrđivanja obračunske snage, kao i neke dopune koje su bile nedovoljno jasno definirane u važećem Tarifnom sustavu.

Ključne riječi: obračunska snaga, kategorije potrošnje, stupnjevi potrošnje kućanstva, javna rasvjeta, napon isporuke.

1. UVOD

Sukladno Zakonu o elektroprivredi, Tarifni sustav za prodaju električne energije donijela je Vlada Republike Hrvatske, na prijedlog Hrvatske elektroprivrede.

Prigodom upućivanja prijedloga Tarifnog sustava Vladi Republike Hrvatske, putem tadašnjeg Ministarstva industrije i energetike, Hrvatska elektroprivreda je uputila dva prijedloga i to jedan koji su izradile stručne službe HEP-a i drugi kojeg je izradio Institut za elektroprivredu.

Ministarstvo industrije i energetike uputilo je Vladi Republike Hrvatske na usvajanje prijedlog tarifnog sustava kojeg je izradio Institut za elektroprivredu. S obzirom da je novi Tarifni sustav kojeg je tada donijela Vlada Republike Hrvatske temeljito promijenio neke odredbe u odnosu na Tarifni sustav koji je do tada primjenjivan, novi Tarifni sustav je izazvao veliki broj primjedbi od strane potrošača, a i od predstavnika državnih institucija pa sve do zastupnika u Saboru Republike Hrvatske.

Jedan dio primjedbi odnosio se na nepoznavanje odredbi novog Tarifnog sustava, dok je drugi dio primjedbi bio suštinske naravi, odnosio se na neslaganje s novim odredbama u odnosu na ranija rješenja.

Na temu novog Tarifnog sustava u Ministarstvu gospodarstva organiziran je Okrugli stol na koji su pozvani predstavnici većih potrošača i stručnjaci koji se bave ovom problematikom, a najviše oni koji ga primjenjuju prema potrošačima. Prema Zakonu o izmjenama Zakona o elektroprivredi od 26. 10. 1994. godine, Hrvatska elektroprivreda nije više predlagač Tarifnog sustava Vladi Republike Hrvatske, nego je to Ministarstvo gospodarstva. Bez obzira na novu poziciju HEP-a glede predlaganja Tarifnog sustava za prodaju električne energije, HEP i dalje treba imati interes da se donese takav Tarifni sustav koji će biti "pravedan" prema potrošačima i koji će biti transparentan. Ovo iz razloga jer ga HEP jedini primjenjuje na potrošače i svaka nepravednost i netransparentnost Tarifnog sustava izaziva kod djelatnika HEP-a "pritisak" od potrošača i HEP nalaze kao glavnog "krivca" za nepravednost, a i za netransparentnost gdje obično neupućeni potrošači misle da isporučitelj električne energije želi ostvariti neku neopravdanu korist.

Prigodom donošenja važečeg Tarifnog sustava osnovna zamisao je bila da u roku od godinu dana svi potrošači kućanstva koji troše iznad 5000 kWh godišnje moraju ugraditi limitatore (oko 330.000 potrošača) i svi ostali potrošači na 0,4 kV naponu bez obzira na visinu godišnje potrošnje (oko 140.000 potrošača). Međutim, ni nakon 8 godina primjene važećeg Tarifnog sustava ta zamisao se nije ostvarila, pa se i nadalje obračunska snaga utvrđuje po matematičkom izrazu. Prigovori od strane potrošača pa i od strane "države" na netransparentnost važećeg načina obračuna, isporučena električna energija u pravilu se ne odnosi na obračun onih potrošača koji imaju ugrađen limitator, nego na potrošače kojima se obračunska snaga utvrđuje na temelju matematičkog izraza, a oni su i nakon 8 godina obveze ugradnje limitatora u većini i još će dugo biti.

2. OSVRT NA VAŽEĆI TARIFNI SUSTAV

Hrvatska elektroprivreda je prigodom stupanja novog Tarifnog sustava izradila posebni "letak" gdje je pokušavala na popularan način objasniti potrošačima novi Tarifni sustav.

Uvođenjem tzv. devizne klauzule (23. 7. 1993. godine) kada su tarifni stavovi utvrđeni u DEM-ima, a obveze plaćanja u kunama i kada su potrošači do 150 kWh mjesečne potrošnje plaćali električnu energiju različito od potrošnje iznad 150 kWh mjesečno, transparentnost obračuna isporučene električne energije se još više pogoršala, tako da je većini potrošača obračun potrošnje električne energije prilično nejasan.

Činjenica je da je lakše raspoznati obračun isporučene električne energije neke velike tvornice gdje se posebno mjeri snaga, jalova i radna energija, nego obračun jednog običnog kućanstva kojemu se obračunska snaga utvrđuje na temelju matematičkog izraza: P = 028 + 2,41 x W - 0,10 x W^2

Pored ostalih postulata na racionalno korištenje električne energije, a da bi se taj postulat mogao ostvarivati Tarifni sustav treba biti i "običnom" potrošaču jasan.

Zastupnici važećeg načina obračuna isporučene električne energije obično kažu da HEP treba više educirati potrošače, da bi im Tarifni sustav bio jasniji, a suprotna mišljenja kažu "da potrošač odmah razumije ili nikad ne razumije".

Većina nejasnoća i nesporazuma s potrošačima električne energije odnosila se na osnovi naprijed navedenog matematičkog izraza i to na potrošače koji su priključeni na osnovi naprijed navedenog matematičkog izraza i to na osnovi prošlogodišnje potrošnje.

Hrvatska elektroprivreda je uspjela dobiti mišljenje od Ministarstva gospodarstva da se obračunska snaga ne utvrđuje na temelju prošlogodišnje potrošnje, nego da se utvrđuje na osnovi tekuće potrošnje, pa je to u znatnome ublažilo nesporazume s potrošačima oko utvrđivanja obračunske snage.

Postavlja se pitanje u kojem pravcu izvršiti izmjene u važećem Tarifnom sustavu, a sve s ciljem da način obračuna isporučene električne energije bude jasniji-transparentniji za potrošača električne energije, a da se osnovni postulati koji se žele postići Tarifnim sustavom ne narušavaju.

Grupa autora Energetskog instituta "Hrvoje Požar" predlaže da se obračunska snaga za kategoriju potrošnje kućanstva koji nemaju ugrađen uređaj za limitiranje ili mjerenje snage, utvrđuje na osnovi ostvarene potrošnje u obračunskom razdoblju, a ne u predhodnoj godini kao do sada i to na osnovi matematičkog izraza: P = 0,8 + 1,84 W, umjesto matematičkog izraza: P = 028 + 2,41 x W - 0,10 x W^2.

Ukoliko bi se ovaj način utvrđivanja obračunske snage primijenio, koji praktično znači da obračunska snaga linearno raste s rastom potrošnje pa u konačnom ispada kao da se potrošaču obračunava isporučena električna energija po prosječnoj prodajnoj cijeni, a na "kompliciran" način obračuna.

U zemljama Zapadne Europe postoje uglavnom dvije osnovne koncepcije načina utvrđivanja obračunske snage za potrošače priključene na niskom naponu.

Francuska, Italija, Španjolska, obračunsku snagu utvrđuju i naplaćuju ovisno o izabranoj snazi potrošačkog prekidača (limitatora), dok dio Europe njemačkog jezičnog područja nemaju uvedene limitatore, nego obračunsku snagu naplaćuju paušalno, a u zadnje vrijeme za veće potrošače mjere najveću potrošnju u godini (npr. u Njemačkoj 96 sati najviše potrošnje u godini naplaćuje se 2 DEM na ime obračunske snage pored osnovnog doprinosa iz kojeg se alimentiraju troškovi obračuna isporučene električne energije.

Uglavnom, ni u jednoj državi, koliko nam je poznato, nema pojednostavljenog obračuna, kako to obično neupućeni predlažu, tj. obračuna po "čistoj kWh tarifi". Naplaćivanje električne energije po tzv. čistoj kWh tarifi bio bi nepravedan raspored troškova elektroenergetskog sustava na potrošače jer se u tom slučaju ne poštuje načelo da svaki potrošač snosi troškove koje svojim načinom korištenja izaziva elektroenergetskom sustavu.

Može se zaključiti da Europa nije udjednačena u provođenju tarifne politike, ali svugdje postoji "dvojna tarifa", a to je da se posebno obračunava energija, a posebno snaga.

3. TARIFA ZA NISKI NAPON

Ako analizirate tarifne sustave i tarife u razvijenim zemljama Europe za potrošače priključene na niskom naponu, dođete do zaključka da sve zemlje imaju transparentniji tarifni sustav od Hrvatskog.

Matematički izraz utvrđen u našem Tarifnom sustavu na osnovi kojeg se utvrđuje obračunska snaga, koliko je poznato upotrebljen je za dimenzioniranje mreža određenog naselja, a ne i za obračun isporučene električne energije.

Postavlja se pitanje kako utvrditi tarifu za potrošače priključene na niskom naponu da bude transparentnija i da se zadovolje osnovna tarifna načela?

Tarifne stavove na niskom naponu i dalje bi trebalo utvrđivati za slijedeće kategorije potrošnje:

1. Kućanstvo
2. Javna rasvjeta
3. Ostala potrošnja na 0,4 kV naponu

U kategoriji potrošnje kućanstva i ostala potrošnja na 0,4 kV naponu trebale bi postojati 4 skupine potrošnje i to:

1. Potrošači I. stupnja potrošnje
2. Potrošači II. stupnja potrošnje
3. Potrošači s limitiranom snagom
4. Potrošači s mjerenom snagom.

U I. skupinu potrošnje svrstali bi se svi potrošači koji troše male količine električne energije. U Njemačkoj u tu skupinu potrošnje spadaju potrošači koji troše na jednotarifnom strujomjeru 232 kWh, a sa dvotarifnim strujomjerom 309 kWh godišnje za potrebe kućanstva.

Energija, god. 48 (1999) 3, 143-150

Procjenjuje se da u Hrvatskoj ima oko 120.000 potrošača koji bi spadali u skupinu I. stupnja potrošnje, dok bi u skupinu potrošnje II. stupnja bili razvrstani svi potrošači koji nemaju ugrađen uređaj za limitiranje ili mjerenje snage, a što znači preko 80% od ukupnog broja svih potrošača kućanstva.

U ostaloj potrošnji na 0,4 kV naponu u skupinu I. stupnja potrošnje razvrstavaju se svi potrošači koji troše do 1292 kWh godišnje.

U skupinu I. stupnja potrošnje, potrošači plaćaju obračunsku snagu u jednakom iznosu i to u visini kojom pokrivaju troškove očitanja, obračuna i naplate s tim da potrošač s dvotarifnim strujomjerom ima veći uznos.

U skupinu II. stupnja potrošnje spadaju potrošači koji godišnje troše iznad iznosa navedenog za skupinu I. stupnja potrošnje.

U ovoj skupini potrošači plaćaju obračunsku snagu veću nego u I. stupnju jer plaćaju troškove očitanja, obračuna i naplate kao i u I. stupnju i jedan dio za angažiranu snagu. Svi potrošači skupine II. stupnja plaćaju istu snagu, "paušal" bez obzira na potrošnju kWh. Tarifni stav za radnu energiju u ovoj skupini je niži od tarifnog stava u I. stupnju.

Osnovno načelo jest da je svakom potrošaču koji godišnje troši ispod 232 kWh na jednotarifnom strujomjeru za potrebe kućanstva "isplativiji" obračun po tarifi I. stupnja, jer je granica isplativosti na toj razini. Potrošaču koji godišnje potroši 233 kWh "isplativiji" je obračun po II. tarifnom stupnju.

U Njemačkoj, u treću tarifnu skupinu spadaju potrošači koji godišnje troše iznad 15.000 kWh, s tim da pojedine distribucije imaju različitu granicu potrošnje.

Ovim potrošačima se mjeri najveća potrošnja u godini dana i to 96 sati. Za postignutu najveću potrošnju u 96 sati, potrošači plaćaju svaki kWh potrošene električne energije u tih 96 sati po 2 DEM, a na ime obračunske snage, s tim da uz to plaćaju i troškove očitanja, obračuna i naplate kao i potrošači I. i II. stupnja potrošnje.

U Hrvatskoj ima oko 9.000 potrošača u kućanstvu koje godišnje troši iznad 15.000 kWh.

S obzirom da se Hrvatska već skoro 10 godina opredijelila za ugradnju limitatora na osnovi kojih se utvrđuje obračunska snaga, držimo da bi tu tarifnu skupinu potrošnje na niskom naponu trebala zadržati, koja je prihvaćena i u velikom dijelu Europe. Osim toga, ukoliko se potrošač opredijeli za tu skupinu, isto je transparentna potrošaču.

U ovoj tarifnoj skupini potrošač bi kao i do sada plaćao svaki "zakupljeni" kW. Tarifni stav za radnu energiju u ovoj tarifnoj skupini je niži od tarifnog stava u skupini I. i II. stupnja potrošnje i to toliko niži da potrošač ima interesa da ugrađuje limitator, čime donosi sebi korist uz neznatno "akomodiranje", a i sustavu elektroprivrede.

Držimo da bi trebalo omogućiti svakom potrošaču koji to želi da ugradi limitator ako utvrdi vlastiti interes za to.

Hrvatskoj elektroprivredi treba ostaviti mogućnost da na područjima, gdje elektroenergetska situacija to zahtijeva, ugradi limitator i onim potrošačima koji to ne bi zahtijevali.

U IV. skupinu potrošnje razvrstali bi se oni koji mjere snagu. To su u pravilu potrošači veće količine električne energije kojima se snaga ne može ograničiti limitatorom s obzirom na visinu.

U ovoj tarifnoj skupini, tarifni stav za obračunsku snagu je nešto viši od tarifnog stava za snagu za skupinu limitirane potrošnje, jer potrošač plaća izmjerenu snagu, dok u limitiranoj potrošnji plaća "zakupljenu" snagu.

Ako bi se na ovim postavkama utvrdili tarifni stavovi za prodaju električne energije uz poštivanje dostignute prodajne cijene 23. 7. 1993. godine, tj. razine koja je bila utvrđena Odlukom Vlade Republike Hrvatske, a odnos cijene za snagu i energiju u prosječnoj prodajnoj cijeni iznosio približno kao u Njemačkoj, tada bi tarifni stavovi za prodaju električne energije iznosili kako je prikazano u tablicama 1, 2 i 3.

4. KATEGORIJA POTROŠNJE - JAVNA RASVJETA

U važećem Tarifnom sustavu za prodaju električne energije kao posebna kategorija potrošnje na 0,4 kV naponu je javna rasvjeta.

Isto tako utvrđeno je da se električna energija potrošena za javnu rasvjetu obračunava po prosječnoj cijeni za kilovat-sat i to prema višem tarifnom stavu za kategoriju potrošnje kućanstva uvećanim za 20%.

Naime, u ranijem Tarifnom sustavu, a i u važećem Tarifnom sustavu javna rasvjeta se obračunava po prosječnoj cijeni, gdje nije potrebno ugrađivati dvotarifne ili trotarifne mjerne uređaje za mjerenje snage i uređaje za mjerenje jalove energije. Poznato je da se u pojedinim zemljama javna rasvjeta ne mjeri ni s jednotarifnim mjernim uređajima, nego se potrošnja utvrđuje na temelju instalirane snage žarulja i sati gorenja javne rasvjete.

Ranije se razina prosječne prodajne cijene za javnu rasvjetu utvrđivala na temelju tarifnih stavova koji su vrijedili za ostalu potrošnju na 0,4 kV naponu i karakteristika potrošnje javne rasvjete (gorenje 4162 sati, odnos VT : NT = 28 : 72, faktor snage cos fi 0,85).

U važećem tarifnom sustavu je bez nekih "kalkulacija" utvrđeno da se javna rasvjeta obračunava po cijeni višeg tarifnog stava kategorije kućanstva uvećanog za 20%.

S obzirom da je Zakonom o komunalnom gospodarstvu određeno da se sva mreža javne rasvjete prenese iz vlasništva HEP-a u vlasništvo općina i gradova, to se prosječna prodajna cijena za kategoriju potrošnje,

Tablica 1. Tarifni stavovi za prodaju električne energije na niskom naponu

Obračunski elementi	Jedinica mjere	Novčana jedinica	Jednotarifno brojilo				Dvotarifno brojilo			
			Kućanstvo							
			Godišnja potrošnja od 9 do 270 kWh	Godišnja potrošnja od 271 do 15000 kWh	Limitatori	Mjerenje snage	Godišnja potrošnja od 0 do 213 kWh	Godišnja potrošnja od 214 do 15000 kWh	Limitatori	Mjerenje snage
Snaga	Mjesečni doprinos kW	DEM DEM	3.40 -	6.80 -	- 2.40	- 2.70	3.40 -	6.80 -	- 2.40	- 2.70
Radna energija	VT kWh ST NT	Pf Pf Pf	26.40 - -	11.10 - -	8.10 - -	8.10 - -	33,00 8.20 5.70	13.90 8.20 5.70	10.00 6.10 4.30	10.00 6.10 4.30

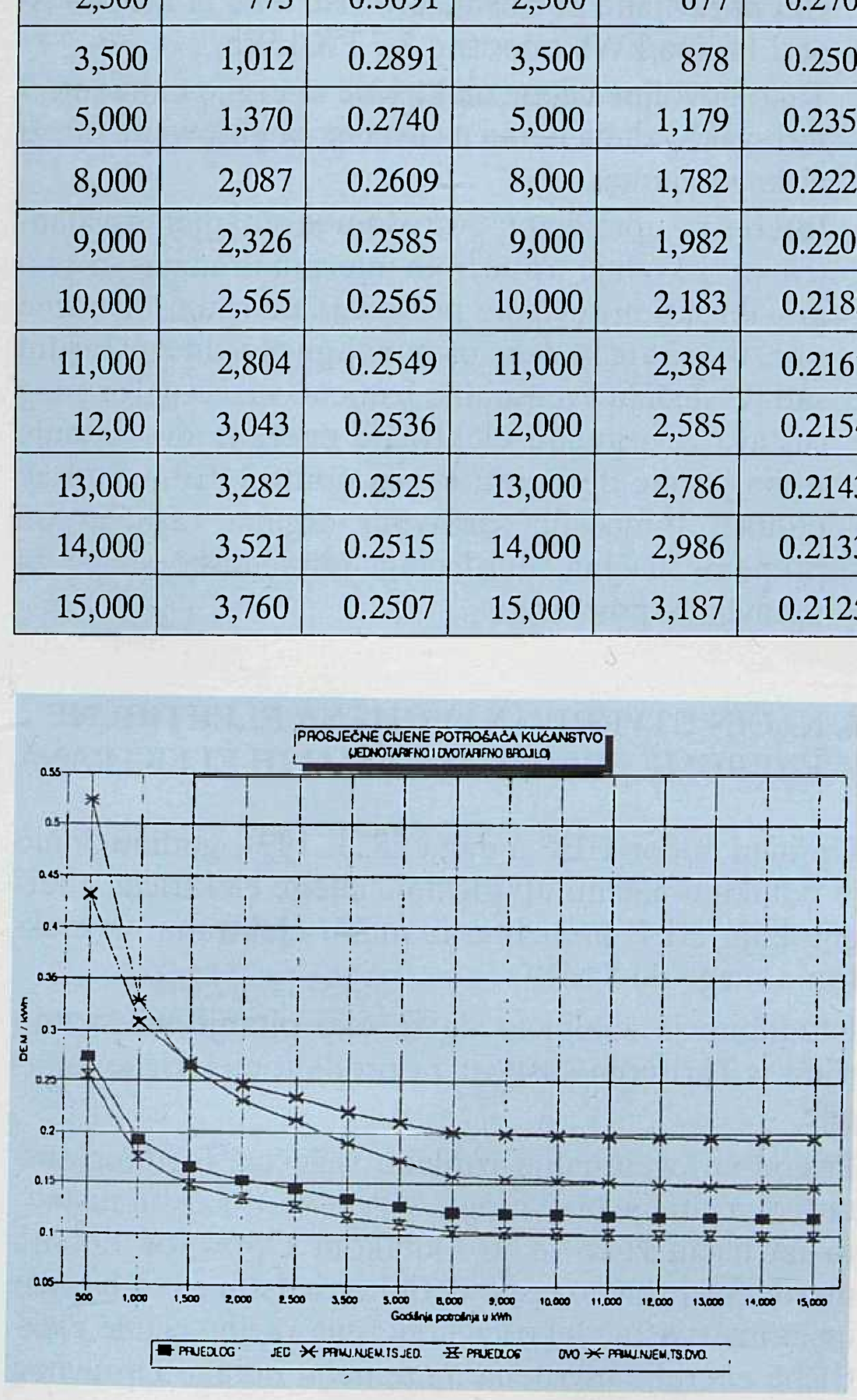
Obračunski elementi	Jedinica mjere	Novčana jedinica	Jednotarifno brojilo				Dvotarifno brojilo				Javna rasvjeta
			Ostali na 0,4 kV								
			Godišnja potrošnja od 0 do 270 kWh	Godišnja potrošnja od 271 do 15000 kWh	Limitatori	Mjerenje snage	Godišnja potrošnja od 0 do 213 kWh	Godišnja potrošnja od 214 do 15000 kWh	Limitatori	Mjerenje snage	
Snaga	Mjesečni doprinos kW	DEM DEM	7.20 -	14.60 -	- 5.10	- 5.80	7.20 -	14.60 -	- 5.10	- 5.80	- -
Radna energija	VT kWh ST NT	Pf Pf Pf	56.80 - -	23.90 - -	17.50 - -	17.50 - -	71.80 17.60 12.20	30.00 17.60 12.20	21.50 13.20 9.30	21.50 13.20 9.30	15.20 - -

Tablica 2. Prosječne cijene potrošača kućanstvo primjenom tarifnih stavova iz prijedloga i važećih njemačkih tarifnih stavova

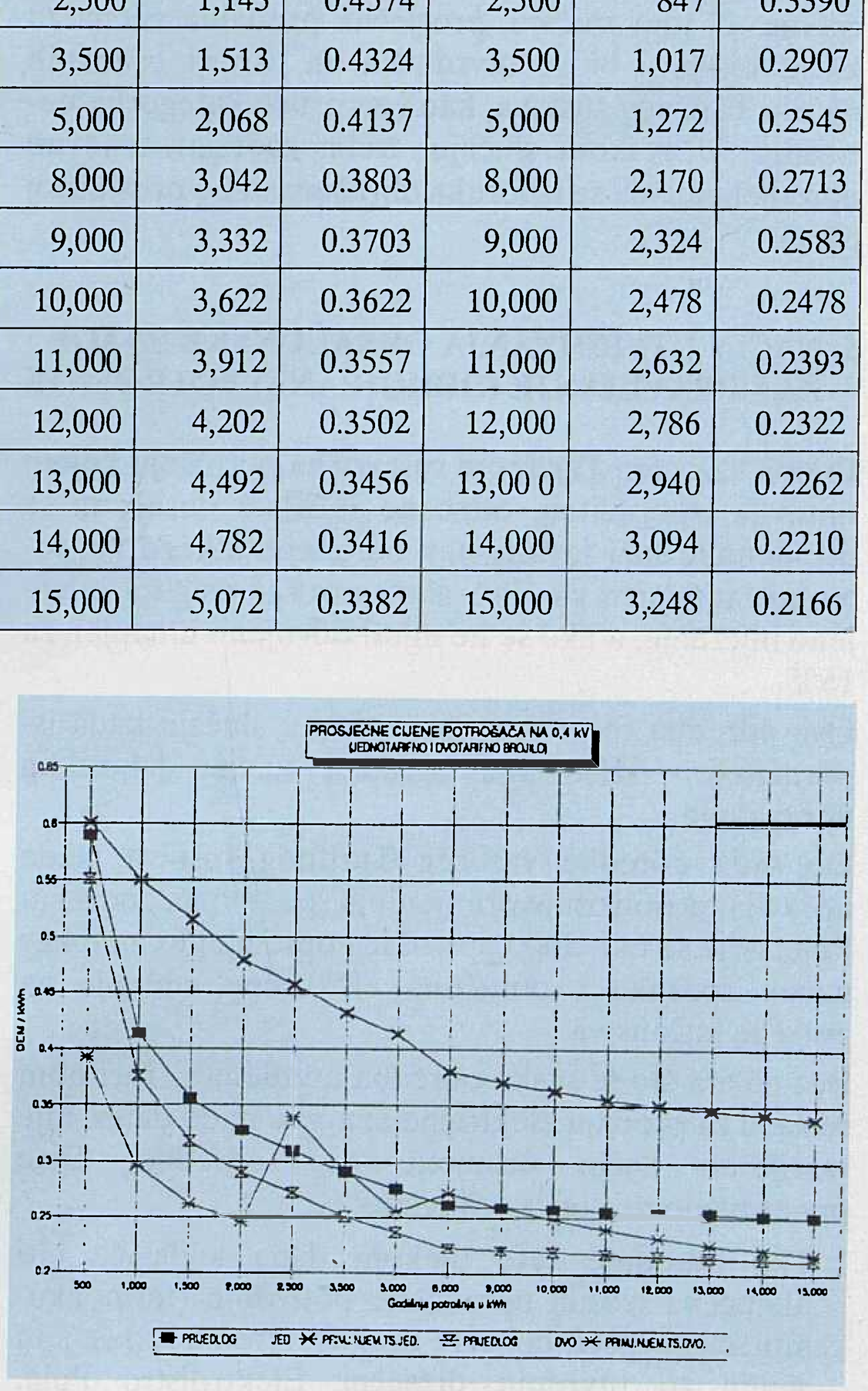
Jednotarifni prijedlog			Dvotarifni prijedlog			Jednotarifni primjena njemačkog TS.			Dvotarifni primjena njemačkog TS.		
God. potroš.	DEM	dem /kWh	God. potroš.	DEM	DEM /kWh	God. potroš.	DEM	dem /kWh	God. potroš.	DEM	dem /kWh
500	137	0.2742	500	128	0.2566	500	216	0.4322	500	262	0.5242
1,000	193	0.1926	1,000	175	0.1750	1,000	309	0.3086	1,000	329	0.3286
1,500	248	0.1654	1,500	222	0.1478	1,500	401	0.2674	1,500	395	0.2634
2,000	304	0.1518	2,000	268	0.1342	2,000	494	0.2468	2,000	462	0.2308
2,500	359	0.1436	2,500	315	0.1260	2,500	586	0.2344	2,500	528	0.2112
3,500	470	0.1343	3,500	409	0.1167	3,500	771	0.2203	3,500	661	0.1889
5,000	637	0.1273	5,000	549	0.1097	5,000	1,049	0.2097	5,000	861	0.1721
8,000	970	0.1212	8,000	829	0.1036	8,000	1,604	0.2005	8,000	1,260	0.1575
9,000	1,081	0.1201	9,000	922	0.1025	9,000	1,789	0.1987	9,000	1,393	0.1547
10,000	1,192	0.1192	10,000	1,016	0.1016	10,000	1,974	0.1974	10,000	1,526	0.1526
11,000	1,303	0.1184	11,000	1,109	0.1008	11,000	2,159	0.1962	11,000	1,659	0.1508
12,000	1,414	0.1178	12,000	1,202	0.1002	12,000	2,344	0.1953	12,000	1,792	0.1493
13,000	1,525	0.1173	13,000	1,296	0.0997	13,000	2,529	0.1945	13,000	1,925	0.1480
14,000	1,636	0.1168	14,000	1,389	0.0992	14,000	2,714	0.1938	14,000	2,058	0.1470
15,000	1,747	0.1164	15,000	1,483	0.0988	15,000	2,899	0,1932	15,000	2,191	0.1460

Tablica 3. Prosječne cijene potrošača na 0,4 kV primjenom tarifnih stavova iz prijedloga i važećih njemačkih tarifnih stavova

Jednotarifni prijedlog			Dvotarifni prijedlog			Jednotarifni primjena njemačkog TS.			Dvotarifni primjena njemačkog TS.		
God. potroš.	DEM	dem /kWh	God. potroš.	DEM	dem /kWh	God. potroš.	DEM	dem /kWh	God. potroš.	DEM	dem /kWh
500	295	0.5894	500	276	0.5512	500	300	0.6008	500	196	0.3928
1,000	414	0.4142	1,000	376	0.3760	1,000	550	0.5504	1,000	294	0.2944
1,500	534	0.3558	1,500	476	0.3176	1,500	773	0.5156	1,500	392	0.2616
2,000	653	0.3266	2,000	577	0.2884	2,000	958	0.4792	2,000	490	0.2452
2,500	773	0.3091	2,500	677	0.2709	2,500	1,143	0.4574	2,500	847	0.3390
3,500	1,012	0.2891	3,500	878	0.2509	3,500	1,513	0.4324	3,500	1,017	0.2907
5,000	1,370	0.2740	5,000	1,179	0.2358	5,000	2,068	0.4137	5,000	1,272	0.2545
8,000	2,087	0.2609	8,000	1,782	0.2227	8,000	3,042	0.3803	8,000	2,170	0.2713
9,000	2,326	0.2585	9,000	1,982	0.2203	9,000	3,332	0.3703	9,000	2,324	0.2583
10,000	2,565	0.2565	10,000	2,183	0.2183	10,000	3,622	0.3622	10,000	2,478	0.2478
11,000	2,804	0.2549	11,000	2,384	0.2167	11,000	3,912	0.3557	11,000	2,632	0.2393
12,00	3,043	0.2536	12,000	2,585	0.2154	12,000	4,202	0.3502	12,000	2,786	0.2322
13,000	3,282	0.2525	13,000	2,786	0.2143	13,000	4,492	0.3456	13,00 0	2,940	0.2262
14,000	3,521	0.2515	14,000	2,986	0.2133	14,000	4,782	0.3416	14,000	3,094	0.2210
15,000	3,760	0.2507	15,000	3,187	0.2125	15,000	5,072	0.3382	15,000	3,248	0.2166



Slika 1.



Slika 2.

javna rasvjeta ne može više utvrđivati na osnovi tarifnih stavova koji vrijedi na 0,4 kV naponu, kao što je to bilo ranije, a ni na temelju višeg tarifnog stava kategorije kućanstva uvećanog za 20%, pa stoga odredbu od 20% treba "izbaciti" iz važećeg Tarifnog sustava.

Naime, iskustveno je poznato da javna rasvjeta u slučaju kada je mreža javne rasvjete u vlasništvu HEP-a, HEP-u izaziva visoke troškove održavanja mreže po prodanom kWh i doslovno poštujući osnovni postulat Tarifnog sustava da svaka kategorija snosi troškove koje svojim načinom korištenja izaziva prosječna prodajna cijena za javnu rasvjetu bi trebala biti viša nego što je sada. Ono sve iz razloga što javna rasvjeta ima relativno skupu mrežu pa time i visoke troškove održavanja te mreže u odnosu na potrošnju električne energije.

U jednom razdoblju javna rasvjeta grada Zagreba bila je registrirana kao samostalna "profitna" jedinica. Kupujući električnu energiju na mreži prijenosa po istim tarifnim stavovima kao i ostala elektrodistribucija (u vrijeme kada su bili na snazi kupoprodajni odnosi između djelatnosti elektroprivrede) nije mogla iz

razlike u cijeni koju je ostvarila pokriti svoje troškove, nego je ostvarila gubitak i u slučaju kada elektrodistribucija nije poslovala s gubitkom. Relativni odnosi između cijena po kategorijama potrošnje između kategorije potrošnje javne rasvjete bili su približno kao i sada, što potvrđuje naprijed navedenu konstataciju.

Međutim, u slučaju kada niskonaponska mreža javne rasvjete nije u vlasništvu HEP-a, znatno se snizuju troškovi HEP-a za održavanje javne rasvjete pa je stoga i "kalkulacija" cijene korištenja po kWh potrošenom za javnu rasvjetu drugačija pa stoga nema osnove da odredba iz važećeg Tarifnog sustava od 20% i dalje ostane. U tom slučaju, prosječna prodajna cijena za javnu rasvjetu bi se utvrđivala na osnovi osnovnih načela Tarifnog sustava, kao i za ostale kategorije potrošnje. U svakom slučaju, treba zadržati osnovno opredjeljenje da se isporuka obračunava po prosječnoj cijeni.

5. NAČIN UTVRĐIVANJA OBRAČUNSKE SNAGE ZA UPRAVLJANJE (DIRIGIRANE) POTROŠNJE

Prema važećem Tarifnom sustavu za potrošnju kojom upravlja isporučitelj, odnosno HEP, u obračunu se primjenjuje niži tarifni stav određene kategorije potrošnje umanjen za 10% ako potrošač osigura odvojeno mjerenje, a ako se ne mjeri odvojeno umanjen za 15%.

Ova odredba se primjenjuje samo u slučaju kada isporučitelj - HEP ima ugrađen sustav daljinskog upravljanja.

Do sada odredbe važećeg Tarifnog sustava glede upravljanja potrošnje primjenjuju se samo na području Pule, gdje se oko 3000 potrošača opredijelilo na takav način isporuke i obračuna električne energije za potrebe kućanstva.

Bez obzira što je svaka odredba utvrđena u Tarifnom sustavu za prodaju električne energije ni do danas nije razriješen način primjene ove odredbe, čime prvenstveno mislim na slijedeće:

1. Tko određuje sate tijekom dana kada će biti uključena trošila upravljane potrošnje (termoakumulacijske peći, bojleri i drugo)? Prema sadašnjem stanju to utvrđuju dispečer Elektroistre Pula. Međutim, s obzirom da HEP posluje u profitnom smislu kao jedna cjelina, upravljanje potrošnje trebalo bi utvrđivati dispečerska služba s razine HEP-a, a ne dispečerska služba elektrodistribucije.
2. U slučajevima kada se obračunska snaga za potrošače utvrđuje na temelju matematičkog izraza iz članka 32 važećeg Tarifnog sustava u ukupnu godišnju potrošnju (W) ne uključuje se potrošnja potrošena u satima upravljane potrošnje. Zastupnici takvog stava drže da je takav stav utemeljen na članku 4 Tarifnog sustava, gdje je predviđeno da se obračunska snaga postignuta u doba nižih tarifnih stavova ne obračunava potrošaču.

Međutim, mišljenje autora prijedloga važećeg Tarifnog sustava pa i tumačenja Vlade Republike Hrvatske da se prilikom utvrđivanja obračunske snage za potrošače upravljane potrošnje treba uzeti ukupna potrošnja, jer je u članku utvrđeno da je W = ukupna godišnja potrošnja (W u matematičkom izrazu). Autori prijedloga važećeg Tarifnog sustava u svom odgovoru na upit o unaprijed navedenoj dilemi ističu da su prilikom utvrđivanja razine tarifnih stavova za pojedine kategorije potrošnje mislili da se angažirana snaga za vrijeme upravljanja potrošnje ne obračunava, tada bi tarifni sustav za radnu energiju upravljane potrošnje bio viši, a ne bi iznosio ispod 11 lipa/kWh odnosno 2,7 PX/kWh.

Tako povoljne cijene električne energije najmanje 9 sati svakog dana nema u sustavu, pogotovo na mreži niskog napona.

Interes za upravljanu potrošnju je smanjen usvajanjem proizvodnje trotarifnih mjernih uređaja, jer se u pravilu sati upravljane potrošnje utvrđuju za noćne sate, tj. za sate kada se primjenjuju niži dnevni tarifni sati. U slučaju eventualne izmjene važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije ovo pitanje treba jasnije definirati jer su upute HEP-a, sudske odluke, tumačenja državnih organa različita od primjene načina utvrđivanja obračunske snage za upravljanu potrošnju.

6. NAČIN UTVRĐIVANJA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE PREUZETE IZ MALIH ELEKTRANA

Upravni odbor HEP-a dana 28. 1. 1994. godine donio je odluku o načinu utvrđivanja cijene električne energije koju HEP preuzima iz malih elektrana, tj. elektrana snage do 5 MW.

Istodobno je zaključio da se ovo pitanje adekvatno riješi u Tarifnom sustavu za prodaju električne energije.

Prigodom eventualne izmjene važećeg Tarifnog sustava ovo pitanje bi se moglo "ugraditi" u Tarifni sustav i to na način kako je to Odlukom Upravnog odbora utvrđeno i prilično jasno definirano. Istina u sadašnjim uvjetima tržišta električne energije razina cijene električne energije utvrđena na temelju odluke Upravnog odbora je upitna.

Prigodom zauzimanja stava da se ovo pitanje adekvatno regulira u Tarifnom sustavu za prodaju električne energije prvenstveno se mislilo da se vlasnici malih elektrana, glede načina utvrđivanja cijena električne energije kakvu za sada može HEP preuzeti od vlasnika malih elektrana.

Ovo tim više jer Tarifni sustav za prodaju električne energije donosi Vlada Republike Hrvatske, čime bi vlasnik mini elektrane bio "zaštićeniji" nego kada način utvrđivanja cijene donosi Upravni odbor, odnosno Nadzorni odbor ili se to pitanje rješava ugovorom između HEP-a i vlasnika male elektrane.

Donošenjem navedene Odluke Upravnog odbora sa stajališta "zaštite" vlasnika malih elektrana i sa stajališta stimuliranja investitora da vlastita sredstva ulažu u izgradnju malih elektrana je opravdano.

Međutim, postavlja se pitanje da li odredbe u ovom pitanju trebaju biti sadržane u Tarifnom sustavu. Naime, sam naziv Tarifnog sustava za prodaju električne energije potrošačima dovoljno kaže da se Tarifnim sustavom ne rješava pitanje kupnje električne energije. Pitanje načina utvrđivanja cijene koju HEP preuzima iz mini elektrana trebala bi riješiti posebnom odlukom, pa makar i Odlukom koju bi donijela Vlada Republike Hrvatske.

7. IZMJENE OSTALIH ODREDBI VAŽEĆEG TARIFNOG SUSTAVA

Način obračuna jalove energije u važećem Tarifnom sustavu riješen je u članku 8. Postotak kojim se korigira obračun radne energije i snage, a naročito u slučajevima kada potrošač priključen na visokom naponu troši velike količine jalove energije kod niske potrošnje i opterećenja ispadne nerealnho visok, (takvih potrošača u Hrvatskoj imao oko 20) uputama HEP-a utvrđeno je da se u tom slučaju registrirana jalova energija obračunava po dvostrukom iznosu višeg tarifnog sustava za radnu energiju, sve dotle dok je potrošaču to "iplativije" u odnosu na obračun po postotku. Ove upute bi trebalo adekvatno ugraditi u Tarifni sustav.

U članku 22 Tarifnog sustava utvrđeno je da se uglavnom potrošačima, a to su svi potrošači priključeni na visokom naponu, obračunska snaga utvrđuje najniže od 85% od ugovorenih količina, odnosno od količina iz elektroenergetske suglasnosti. Potrošačima je vrlo teško unaprijed ugovarati iznos snage, pogotovo u posebnim (ratnim i sličnim uvjetima) i u kriznim razdobljima, pa je ovaj članak teško primjenjiv. Glede osnovnih tarifnih načela ovakva odredba je u skladu sa osnovnim načelima.

S obzirom na stanje u gospodarstvu i ostale uvjete, držimo da bi omogućili potrošaču da mijenja iznos ugovorene snage prije početka obračunskog razdoblja. U članku 15, važećeg Tarifnog sustava, utvrđeni su sati po kojima se isporučuje električna energija po višim, srednjim i nižim tarifnim stavovima. Viši tarifni stavovi primjenjuju se na isporučenu električnu energiju od 17-21 sat u zimskom računanju vremena, odnosno od 18-22 u ljetom računanju vremena.

Međutim, ako se prate dnevni izvještaji Republičke dispečerske službe, u dosta slučajeva, najviše dnevno opterećenje ostvari se u prijepodnevnim satima, pa nema opravdanja da se u tom razdoblju električna energija obračunava po srednjim tarifnim stavovima. Promjenom-povećanjem sati po kojima se električna energija obračunava po višim tarifnim stavovima, dostignuta razina prosječne prodajne cijene ne može se mijenjati, pa bi stoga radi ove promjene trebalo adekvatno promijeniti tarifne stavove za prodaju električne energije.

U članku 4 važećeg Tarifnog stava utvrđeno je da je vršno opterećenje najveće opterećenje koje se ostvari od 15 minuta tijekom mjesečnog obračunskog razdoblja u doba primjene viših i srednjih tarifnih stavova.

U ranijim tarifnim sustavima bilo je utvrđeno da se postignuto vršno opterećenje u doba primjene nižih tarifnih stavova potrošaču obračunava u visini od 50% od važećeg tarifnog stava za obračunsku snagu.

S obzirom da se pojavljuje sve više potrošača sa trotarifnim mjerenjem pa uglavnom potrošnjom postavlja u pitanje da li takvu odredbu primjenjivati samo kod ugovorenih potrošača-potrošača priključenih na visokom naponu kao nekada i da li postignuto vršno opterećenje u doba niže dnevne cijene uopće ne obračunavati, ili obračunavati s 50% ili nekim drugim postupkom od važećeg tarifnog stava.

Dosta nesporazuma s potrošačima električne energije izaziva primjena članka 31 važećeg Tarifnog sustava. Naime, u slučajevima kad potrošač zajedno mjeri potrošenu el. energiju za potrebe kućanstva i potrebe neke djelatnosti, tada mu se ukupna potrošnja obračunava po tarifnim stavovima koji vrijede za kategoriju ostale potrošnje, tj. za djelatnost, koji su inače znatno viši od tarifnih stavova za kućanstva, dok potrošač ne izvrši odvajanje mjerenja jedne i druge namjene potrošnje. Ovdje dolazi do nesporazuma kod onih potrošača kojima je potrošnja za potrebe djelatnosti neznatna u odnosu na potrošnju za potrebe kućanstva. U nekim europskim Tarifnim sustavima zajednička potrošnja potrošaču kućanstva tolerira se do prosječne potrošnje po potrošaču kućanstva, što bi u Hrvatskoj iznosilo oko 2700 kWh godišnje po potrošaču, a potrošnja iznad prosječne obračunava se po "skupljoj" tarifi.

8. ZAKLJUČAK

Najviše prigovora od potrošača električne energije odnose se na netransparentnost obračuna, a naročito obračuna za potrošače priključene na 0,4 kV naponu-kućanstvo i ostali kada im se obračunska snaga utvrđuje na temelju matematičkog izraza. U osvrtu se predlaže način utvrđivanja obračunske snage-osnovnog doprinosa kako bi se izbjeglo utvrđivanje obračunske snage po matematičkom izrazu, jer je ovo pitanje svih pitanja. Osim toga, ako se ide na izmjenu važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije i neke druge odredbe trebalo bi adekvatnije riješiti, a da se ne naruše osnovni tarifni postulati, a to su da svaki potrošač, ovisno o mjestu preuzimanja i načina korištenja električne energije, snosi troškove koje donosi sustavu elektroprivrede i da potiče potrošača na racionalno korištenje električne energije.

LITERATURA

[1] Tarifni sustav za prodaju električne energije, (N. N. br. 8/91)

[2] Okrugli stol na temu "Tarifni sustav za prodaju električne energije" - materijali od 20. 4. 1994. godine

[3] Dorada Tarifnog sustava za prodaju električne energije - Energetski institut "Hrvoje Požar" - Zagreb 1995. god.

[4] "Analiza troškova elektromagnetskog sustava Hrvatske u svrhu izmjene tarifnih stavova za prodaju električne energije" - Dr. Jakša TOPIĆ i Smiljana JURIŠIĆ

[5] Opće tarife za opskrbu električnom energijom za niskonaponske mreže, izdanje 15. 8. 1990. Mainz, primjena od 1. 1. 1991. godine

POSSIBLE SOLUTIONS FOR ELECTRIC ENERGY TARIFF SYSTEM

The existing tariff system for electric energy sale has been applied since April 1, 1991.

Meanwhile and especially in the beginning of its application there were numerous objections from electric energy consumers because of the calculated power which was not transparently determined for the category of the household consumption. The paper offers a more transparent solution for the calculated power determination as well as some supplements for the definitions not clear enough in the existing Tariff System.

EIN RÜCKBLICK AUF DAS STROMVERKAUF-TARIFSYSTEM (MÖGLICHE LÖSUNGEN)

Das geltende Tarifsystem für den Stromverkauf wird seit dem 1. 4. 1991 angewendet.

Im Laufe der Zeit, aber besonders beim Anfang der Anwendung des geltenden Tarifsystems, gab es seitens der Stromverbraucher etliche Einwendungen. Die meisten Einwendungen bezogen sich auf die Undurchsichtigkeit der Bestimmungsart der Verrechnungsleistung in der Haushaltsverbrauchsklasse. Vorgeschlagen im Artikel wird eine durchsichtigere Lösung für die Bestimmungsart der Verrechnungsleistung und einige Zusätze, für das nicht klar genug Festgelegte im geltenden Tarifsystem.

Naslov pisca:

mr. sc. Mladen Mandić
Hrvatska elektroprivreda d.d.
Direkcija za ekonomske poslove
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-04-23.

ORGANIZACIJSKE POTEŠKOĆE NE KRŠKO

Vladimir V u k o v i ć, Zagreb

UDK 621. 039.5.003
PREGLEDNI ČLANAK

Već duže vremena postoje nesporazumi među suvlasnicima NE Krško. Članak daje pregled problema i jedno viđenje za održavanje korektnih partnerskih odnosa. Ističu se i bitni problemi u radu NE Krško i ukazuje na trajni interes i Republike Hrvatske i Republike Slovenije za njihovo rješenje.

Ključne riječi: **NE Krško dvovlasništvo, sigurnost i pouzdanost, eksploatacija, održavanje, radioaktivni otpad, kadrovi, međunarodna arbitraža.**

1. UVOD

Problemi koji se u posljednje vrijeme javljaju oko NE Krško, pored ostaloga, zahtijevaju pregled organizacije suvlasničkih odnosa u izgradnji i prvih petnaestak godina eksploatacije elektrane. To je potrebno da bi se ušlo u trag pojava nesklada među suvlasnicima i došlo do pravoga rješenja. Uvodno se može navesti kronologija važnijih događaja prije izgradnje:

1.1. Izvršna vijeća SRH i SRS zaključila Sporazum o zajedničkoj izgradnji dviju nuklearnih elektrana (po jednu u svakoj republici): 27. 10. 1970.

1.2. Sporazum su potvrdili Skupščina SR Slovenije: 10. 12. 1970. i Sabor SR Hrvatske: 28. 12. 1970.

1.3. Elektroprivreda Zagreb, u ime svih elektroprivrednih organizacija Hrvatske i Savske elektrarne iz Ljubljane, u ime osnivača iz Slovenije, zaključili su Ugovor o pripremi izgradnje NE Krško: 18. 04. 1971.

1.4. Ugovor o udruživanju sredstava radi zajedničke izgradnje i zajedničke eksploatacije elektrane, potpisan: 22. 03. 1974.

1.5. Ugovor između Savskih elektrarni iz Ljubljane, te Elektroprivrede Zagreb (nazvanih VLASNIK) zajedno s Astra-Mašinoimpeksom iz Zagreba i Metalkom iz Ljubljane kao uvoznicima s jedne strane i Westinghouse Electric Corporation iz Pittsburgha s druge strane, o isporuci i gradnji nuklearne elektrane, potpisali: 22. 08. 1974.

2. IZGRADNJA ELEKTRANE I PROBNI POGON

2.1. Predmet ugovora s Westinghousom je isporuka nuklearne elektrane s tlačnovodnim reaktorom, po sistemu "ključ u ruke", s rokom izgradnje i testiranja 53 mjeseca, odnosno s redovnim pogonom od travnja 1979. godine [1, 2, 3].

Cijena US opreme i usluga iznosi približno 135 milijuna USD (danas je to približna cijena zamjene generatora pare, čiji je udjel vrijednosti u ukupnoj opremi elektrane oko 10%). Spomenuti dolarski iznos podliježe eskalacijskoj formuli s vremenom plaćanja od 1974. plus 60 mjeseci.

2.2. Nakon prvotnih kašnjenja i obećanja "stimulacije" Westinghouseu od 25 milijuna USD [3], ostvarenje novih rokova teklo je ovako:

Aktivnost	*Plan*	*Ostvarenje*
Topla proba	01. 12. 80.	20. 10. 80.
Prvo punjenje	01. 04. 81.	07. 05. 81.
Kritičnost prva	10. 06. 81.	11. 09. 81.
Sinkronizacija	01. 07. 81.	02. 10. 81.
Doseg 100% snage	30. 09. 81.	08. 02. 82.
Trajni pogon	15. 10. 81.	02. 08. 82.

Rok od 53 mjeseca (travanj 1979.) produžen je na 93 mjeseca (kolovoz 1982.) [4, 7].

2.3. Ino-kredit nakon reprogramiranja 1978. i 1980. godine, zajednički iznosi 541,306,391 USD, a nakon isključenja Rudnika urana Žirovski Vrh, iznos je smanjen na 515,197.760 USD i dijeli se na 50% za svaku Republiku.

Do 1983. godine, ukupna ulaganja domaćih sredstava iznose 13,508,757.000 Din, te inozemnih 515,197.760 USD.

Preračunom po tečaju u vrijeme plaćanja, dolarska protuvrijednost domaćih sredstava iznosi 686,754.744 USD, odnosno sveukupna ulaganja iskazana u USD iznose 1,201,952.300 USD, a specifična ulaganja za 664 MWe iznose 1.810 USD/kW.

Veliki dio ino-sredstava koristio se i za plaćanje troškova u zemlji (129,813.735 USD).

2.4. Od 1975. do 1983. godine, izrađeno je 5 Aneksa, a kroz to vrijeme je vrijednost dolara u odnosu na dinar porasla od 16 na 100 Din/USD. Westinghouse je imao slobodne ruke u organizaciji gradnje s terećenjem Investitora po sistemu "trošak + dobit". Detaljnije o tome u izvještaju [3], predloženom za sjednicu Savjeta NE Krško, za 27. 12. 1983.

3. KONSTITUIRANJE RADNE ORGANIZACIJE NE KRŠKO

Zbog boljeg uvida u tijek organizacije dvovlasničkih odnosa, potrebno je također podsjetiti i na neke izvorne dokumente, relevantne za te odnose u tom vremenu:

3.1. U skladu s odredbama "Zakona o udruženom radu" i na osnovi dozvole za rad na punoj snazi, koji uređuju konstituiranje radne organizacije, NE Krško je konstituirana kao homogena radna organizacija 01. 03. 1984. godine.

NE Krško uređuje svoj pravni položaj, samoupravnu organiziranost, organizaciju rada i poslovanja, obveze i odgovornosti "Samoupravnim sporazumom o udruživanju radnika u radnu organizaciju NE Krško" i Statutom.

3.2. U skladu s navedenim Sporazumom o uređenju međusobnih prava i obveza Osnivača i NE Krško, oni se udružuju u Združena podjetja elektrogospodarstva Slovenije i Zajednicu elektroprivrednih organizacija Hrvatske.

Dana 15. 10. 1984. radnici usvajaju opće akte EGS i ZEOH.

Radi ostvarivanja ciljeva udruživanja sredstava, radi zajedničke izgradnje i zajedničke eksploatacije NE Krško, te načina ostvarivanja međusobnog utjecaja na poslovnu i razvojnu politiku, Osnivači i NE Krško su osnovali Poslovni odbor u kojem su ravnopravno zastupljeni predstavnici NE Krško i Osnivači iz obje Republike. Poslovni odbor utvrđuje elemente cijene, snage i energije, usklađuje proizvodne planove, utvrđuje uvjete i rokove za isporuku energije, zajedničku poslovnu politiku i ostale poslove od zajedničkog značenja.

3.3. NE Krško radi kao objekt u energetskom sustavu Slovenije s posebnim statusom, koji proizlazi iz zajedničkog ulaganja i korištenja objekta na osnovi 50:50 između Slovenije i Hrvatske.

Proizvodnju električne energije u okviru raspoložive snage dogovaraju Združeno podjetje elektrogospodarstva Slovenije, Zajednica elektroprivrednih organizacija Hrvatske i NE Krško, i to za svaku narednu godinu, godišnjim planom proizvodnje.

4. GOSPODARSKI ODNOSI NE KRŠKO I OSNIVAČA, TROŠKOVI POSLOVANJA I CIJENA ENERGIJE

4.1. Pored troškova izgradnje i eksploatacije, te načina financiranja, bitnu ulogu u cijeni energije svakako ima faktor opterećenja, kao odnos proizvedene i maksimalno moguće proizvodnje energije u zadanom periodu [8, 16].

Budući da je maksimalna neto snaga elektrane 632 MWe, u idealnim uvjetima, ona može u radu bez zastoja, godišnje proizvesti 632x365x24=5,536.320 MWh.

Radi ilustracije kakvoće rada, u tablici 1. navedeni su rezultati proizvodnje elektrane u prvim i posljednjim godinama pogona [5, 6].

Tablica 1.

Godina	Generator (MWh)	Neto (MWh)	Faktor opterećenja (%)
1981.	261.244	246.730	4,5
1982.	2,532.310	2,387.736	43,1
1983.	3,915.832	3,724.230	67,3
1984.	4,419.867	4,210.722	75,8
1985.	4,044.762	3,855.827	69,6
1986.	4,018.857	3,821.052	69,0
1987.	4,491.625	4,281.816	77,3
1988.	4,143.351	3,945.752	71,0
-	-	-	-
1995.	4,792.356	4,568.500	82,5
1996.	4,582.766	4,368.700	78,7
1997.	5,028.880	4,793.976	86,6
1998.	5,028.490	4,793.604	86,6

4.2. Odnosi između Osnivača i NE Krško od njezina početka rada do kraja radne dobi regulirani su "Samoupravnim sporazumom o međusobnim pravima i obvezama Osnivača i NE Krško", potpisanim u travnju 1982. Radnici u NE Krško preuzeli su Sporazumom obvezu:

- isporučivati električnu energiju Osnivačima, najmanje u visini planirane proizvodnje, svakoj elektroprivredi (Republici) po 50%;
- proizvoditi električnu energiju uz minimalne troškove utvrđene zajedničkim kriterijima;
- redovno i u planiranim rokovima obavljati remont elektrane;
- postupati s imovinom i sredstvima pažnjom dobrog gospodara.

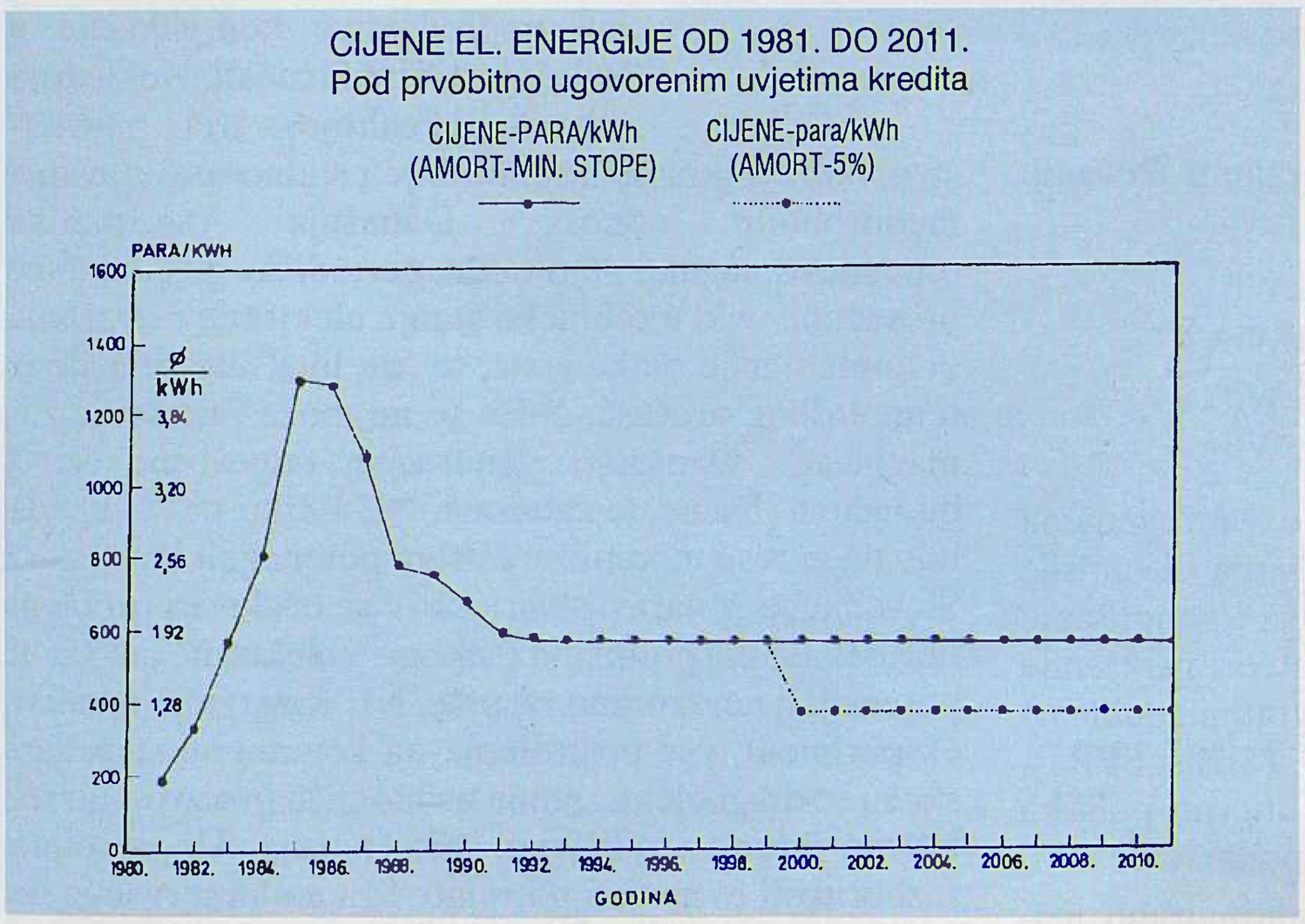
Cijena energije utvrđuje se godišnjim gospodarskim planom NE Krško.

Budući da su Osnivači osigurali sredstva financiranja izgradnje i putem kredita, oni su odgovarajućim ugovorima preuzeli obvezu vraćanja istih, te plaćanja obveza po tim kreditima. Zato je Sporazumom utvrđeno da se sredstva amortizacije, nakon odbitka sredstava za zamjenu I rekonstrukcije, namijenjena za otplatu glavnice investicijskih kredita, odmah po obračunu amortizacije, udružuju u elektroenergetski sustav Slovenije, odnosno Hrvatske.

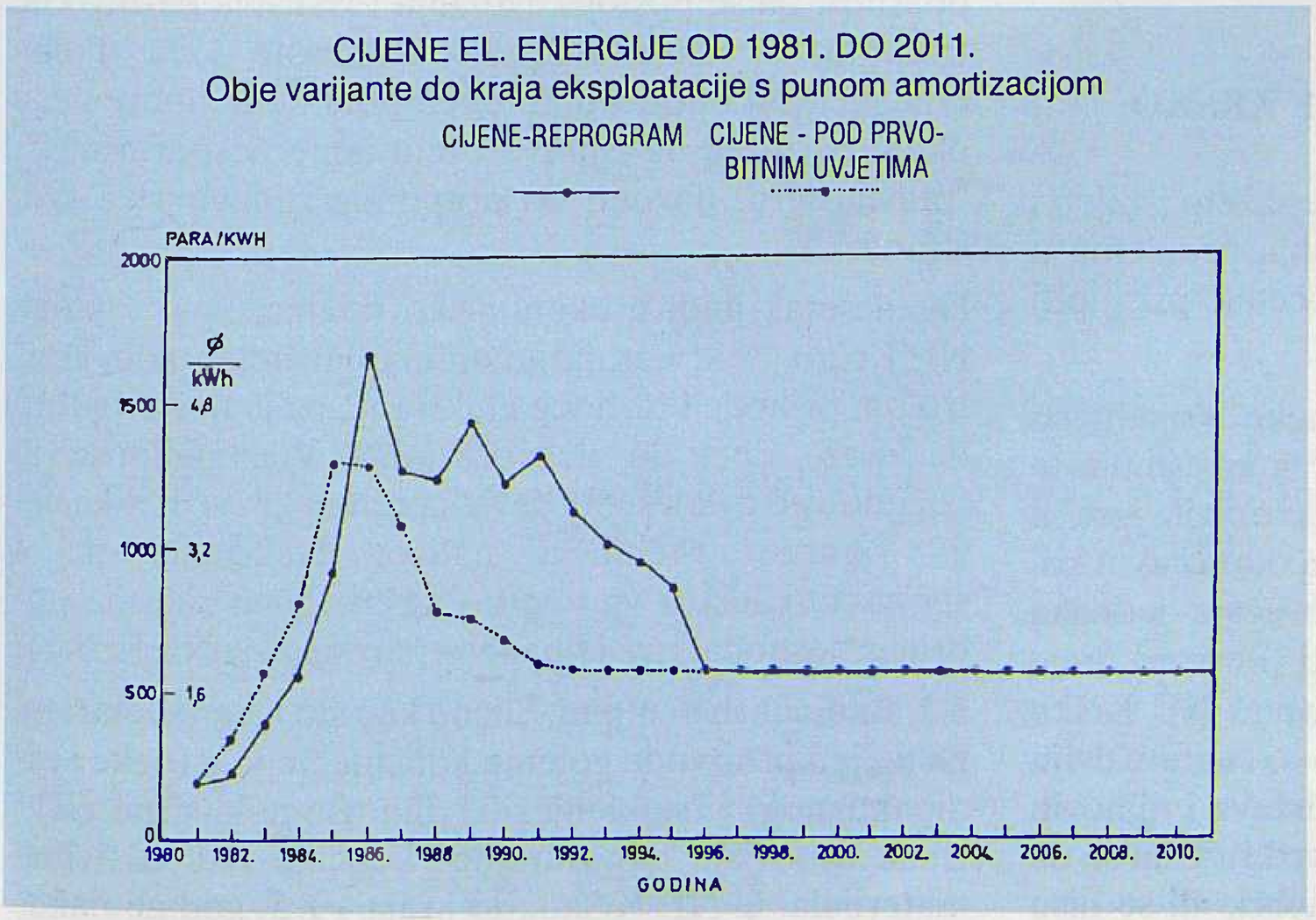
Iznosi po osnovi kamata i ostalih troškova investicijskih kredita se za hrvatski dio ne uključuju u cijenu električne energije iz NE Krško već terete dohodak, odnosno troškove poslovanja Osnivača, dok se za slovenski dio uključuje u cijenu električne energije iz NE Krško [8].

4.3. Radi uvida u moguće trendove kretanja cijena električne energije, na slikama 1, 2 i 3 priloženi su dijagrami cijena od 1981. do 2011. godine u tri različita financijska uvjeta (podvarijante). Naravno da realna stanja mogu proizaći samo iz realnih predpostavki u određenom vremenu i prostoru. Grafikoni su izrađeni na osnovi uvjeta financiranja i metodologije koja je vrijedila 1985./86. godine [8]. Na slici 1. prikazane su cijene izvedene pod prvobitno ugovorenim uvjetima. Na slici 2, nanešena je i komparativna krivulja koja izlazi iz reprogramiranja (obje krivulje predpostavljaju punu amortizaciju do 2011. godine). Na slici 3, obje varijante predstavljaju 5% amortizaciju poslije 2000. godine. Izračun cijene za amortizacijsko razdoblje u uvjetima refinanciranja INO-kredita od 1983. do kraja 1988. godine, te odgode vraćanja domaćih kredita korištenih do kraja 1982. godine za kraj 1990. izvršen je na osnovi [8]:

- svi troškovi poslovanja i dohodka od 1981. do 1985. iskazuju se prema ostvarenju iz završnih računa;
- obveze po refinanciranom i nerefinanciranom dijelu INO-kredita preračunava se od 1986. na dalje, sa srednjim tečajem 1 USD = 312,805 Din (prema stanju 31. 12. 1985.).



Slika 1.



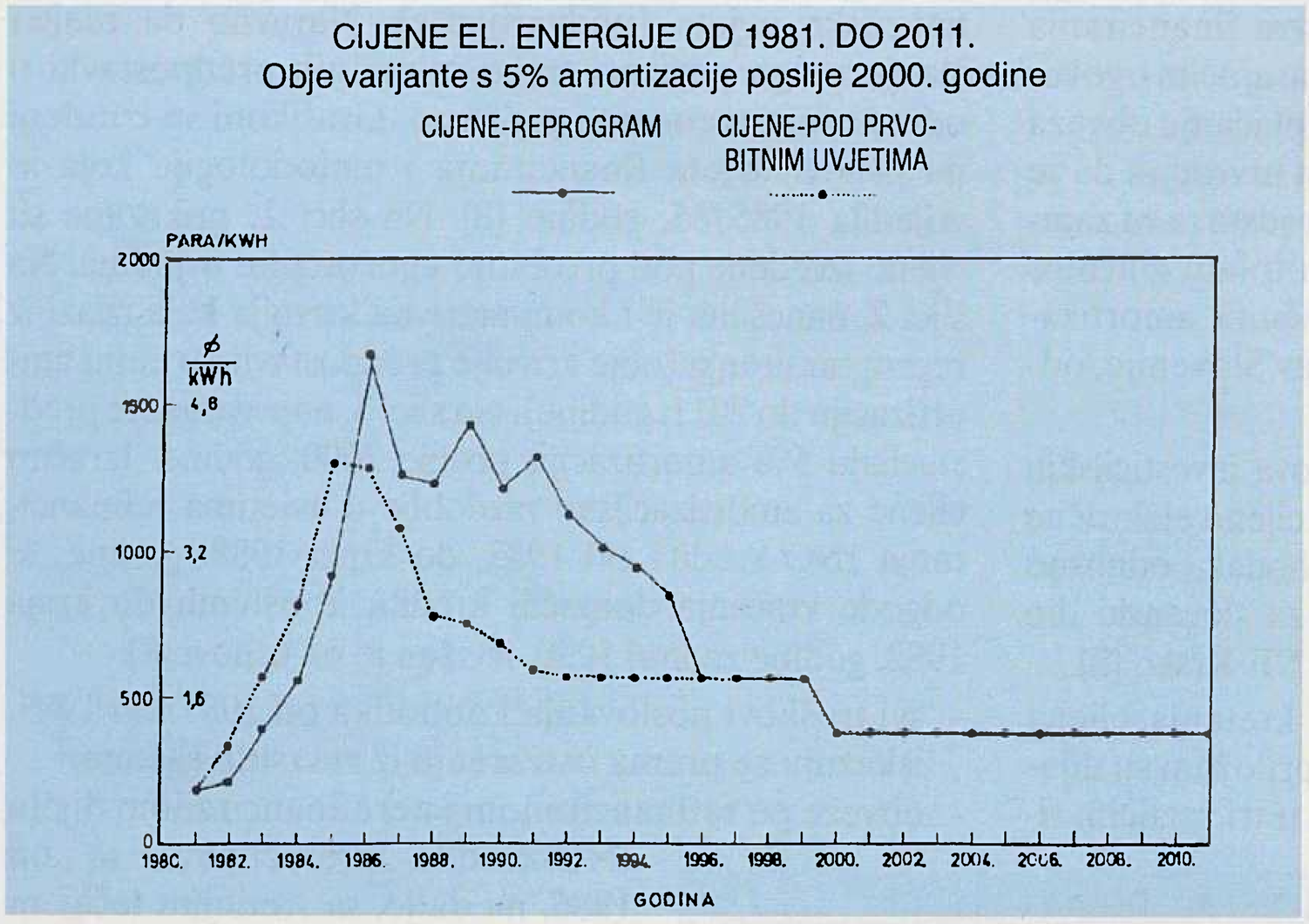
Slika 2.

U cilju korektnog prikazivanja troškova poslovanja NE Krško kroz sve godine njezinog rada, neizvršene obveze po kreditima iz predhodnih godina treba prenositi u iduću godinu i posebno iskazivati.

Po ovakvim pretpostavkama, za 30 godišnji period rada elektrane, prosječna cijena električne energije iznosila bi 7,78 Din/kWh ili 2,24 c/kWh.

4.4. Pri analizi cijena energije potreban je pažljiv pristup. Ne diktira to samo dvovlasništvo NE Krško gdje se na mnoge troškove gledalo nedovoljno kritički jer se kao dijele na dvoje ("popust"), već je to slučaj i u drugim državama, zbog određene energetske politike (porezne olakšice, poticaj izvoza, dugoročni interesi za pojedine regije i određenu tehnologiju [16]. Treba izbjegavati neprecizne ocjene i paušalno navođenje iznosa duga (kao "ukupno stanje duga" u jesen 1992. je "R Hrvatska 189,767.000 USD a R Slovenija 161,516.000 USD"), jer nepotpune informacije mogu dovesti do krivih zaključaka [10, 12, 13].

Na izračun cijene struje iz 1986. godine, pored mnogih ondašnjih pretpostavki u koje se ovdje ne ulazi, bitno utječe i prenisko planirana godišnja proizvodnja od 3.900 GWh, koja je posljednjih godina i 23% viša (tablica 1).



Slika 3.

Ovdje treba upozoriti i na cijene energije u Sloveniji 1989. iz NE i TE [10]:

NE Krško	269,6 Din/kWh
TE Šoštanj	340,2 Din/kWh
TE Trbovlje	632,5 Din/kWh
TE Brestanica	2.203,3 Din/kWh

Valja upozoriti da je slovenska javnost o ovim cijenama informirana vjerojatno pred prijetnjom Komisije Skupštine (ondašnje) SFRJ za sigurnost i poboljšanje čovjekove okoline, da se NE Krško zatvori najkasnije do 1992. godine, dok je moratorij na izgradnju nuklearnih elektrana donijet još u lipnju 1989. (Sl. list SFRJ). Tu se vidi koliko negativno je mogla utjecati politika države na energetiku i cjelokupno gospodarstvo.

Dakle, cijenu struje treba određivati kontinuirano, uzimajući u obzir sve periodičke utjecaje.

5. O DESET BITNIH PROBLEMA NE KRŠKO

Zbog nedostatka prosotra nije moguće sažeto iznijeti i komentirati svu problematiku i rješenja problema u radu NE Krško, ali se može za početak pristupiti komentarom deset najbitnijih tema.

5.1. Dvovlasništvo. Dvovlasništvo neke vrijednosti uvijek može biti problematično, ako za korištenje te vrijednosti partneri ne uspostave dobra "pravila igre" u kojima su oba partnera jednakopravna, odnosno, u kojima dobrovoljno (sporazumno) prihvaćaju jednaka prava (koristi) i jednake odgovornosti (obveze), koje proizlaze iz procesa korištenja. U slučaju NE Krško problem je složeniji jer se radi ne samo o realitetu dviju država, već i o nejasnoći odnosa tih država i njihovih vlasničkih reprezentanata (državnih tvrtki). Čini se da su osnovni (izvorni) dokumenti bili dobri, ali se nisu dogovorno vremenski prilagođavali novonastalim političkim prilikama (nakon raspada Jugoslavije). Vidlji- vo je to iz prvih desetak godina eksploatacije, dok se održavao korektan odnos 50%:50%. Bez obzira što se nekad nešto zvalo Samoupravni sporazum, a sada se može zvati drugačije, ako funkcioniraju pravne države i korektni gospodarski sustavi, današnje Republike ne mogu jednostavno odbaciti ono o čemu su se nekada dogovorile. Poštivanje nekadašnjih sporazuma i/ili ugovora je nužno. U protivnom, jednostrani "zaborav" odgovornosti s bilo koje strane, kad tad dovodi obje strane u nezavidnu situaciju pa i do nepouzdanosti i nesigurnosti rada i/ili nepredvidive komplikacije u sadašnjosti i budućnosti. Nuklearna tehnologija zahtijeva zrelo partnerstvo, bez eventualne ksenofobije i stalno usavršavanje međusobnih odnosa. Današnja informatika omogućava lagano planiranje, periodičke gospodarske proračune uvid u tehničko stanje elektrane i stvaranje dokumentacije svake vrste, te "on line" informacije iz tehnološkog procesa. Ništa se ne može i ne smije zamagljivati. Današnje generacije odgovorne su i budućima. Da se ne zaboravi, NE Krško ne bi nikada bilo da se nisu ujedinili svestrani potencijali Hrvatske i Slovenije, a iz naravi stvari može se očekivati problem normalnog pospremanja ("ukopa") elektrane, ako se ti potencijali nerazumno rasprše. NE Krško nije nikakav eksperiment, već postrojenje na kojemu su stečena i stječu se dragocjena znanja uz moguću proizvodnju relativno jeftine i relativno "čiste" struje. Uz dovoljno razboritosti to može i potrajati. Sva nadmudrivanja ne mogu dovesti do pravih rezultata. Šteta je što postoji opasnost da se postojeća znanja i iskustva pažljivo ne tretiraju, te dalje razvijaju i koriste [17]. Treba omogućavati i poticati kompetentne ljude dobre volje obaju partnera da isprave eventualne nesporazume i "pravila igre" dovedu do potpunog zadovoljstva svih strana.

Dvadesetak ljudi u ekonomsko financijskom sektoru NE Krško [3, 8] vjerojatno drži pod primjerenom kontrolom prihode i rashode elektrane, pa je nevjerojatno da može doći do nesporazuma. Westinghouse je načinio već dvadesetak revizija tehničkih specifikacija za sigurnosno-tehnički nadzor elektrane, pa i spomenuti sektor vjerojatno nešto slično radi na području gospodarstva i financija (suvlasnici i NE Krško).

5.2. Radioaktivni otpad. Slično kao što termoelektrane na ugljen proizvode goleme količine pepela (neke i radioaktivnog) i "stakleničkih" plinova, nuklearne elektrane ostavljaju odgovarajuće količine radioaktivnog materijala. U NE Krško, do kraja 1995. godine nakupilo se 10541 bačava nisko i srednje radioaktivnog ot-

pada (limene bačve od 208 l). Da bi se ovaj volumen smanjio i time uštedio prostor u privremenom skladištu, NE Krško je krajem 1995. godine pristupila "superkompaktiranju" [13]. Volumen otpada se mijenja, pa je broj posuda od 208 l u siječnju 1996. bio 1384, ali i novih 1753 posuda od 864 l, pa je novi sveukupni volumen:

1384 x 0,208 = 288 m^3
1750 x 0,864 = 1512 m^3
Sveukupno = 1800 m^3

Prije procesuiranja je sveukupni volumen bio 10541 x 0,208 = 2200 m^3. Ušteda prostora je 400 m^3, ili 18%. To je osiguranje skladišnog prostora za novih 3 do 5 godina rada elektrane.

Radi ilustracije, zgodno je pokazati usporedbu otpada dviju elektrana. TE na ugljen (pretpostavka da se radi s najsuvremenijom tehnologijom sprječavanja zaga- đivanja) i nuklearne elektrane jednakih snaga od 1000 MWe.

Ove elektrane godišnje opterećuju okoliš sa slijedećim otpadom (prema ENS Nucleus):

Ugljena TE	**Nuklearna TE**
Gorivo: 2,600.000 t	Gorivo: 27 t (160 t prirod. uran)
Otpad:	Otpad:
6.500.000 t	35 t
ugljičnog dioksida	visoko-radioaktivnog otpada
900 t	310 t
sumpornog dioksida	srednje-radioaktivnog otpada
4500 t	460 t
dušićnog oksida	nisko-radioaktivnog otpada
320.000 t pepela sa	
400 t teških metala	

Naravno, za slučaj NE Krško i TE od 664 MWe, za 40 godišnji pogon, ove vrijednosti treba množiti s faktorom 26,56.

5.3. Općenito o zamjeni opreme. Sasvim je normalno da nakon deset ili više godina rada, iz različitih razloga, neku opremu ili stroj treba zamijeniti. Tako su npr. u remontu 1992., zamijenjeni cijevni snopovi na kondenzatoru turbine. To je bila jedna od većih investicija, ali se morala realizirati. Naime, iznimno loša mehanička i kemijska kakvoća savske vode (naročito pri ekstremnim protocima) uzrokovala je onečišćenje rashladnih površina. Čišćenje cijevi, udari pri ispadima i/ili greške pri montaži, uzrokuju čepljenje cijevi (redukciju kapaciteta), koje ne može ići u nedogled (od svakog proizvedenog kWh na generatoru dva kWh ispuštaju se u Savu). Pri zamjeni kondenzatorskih cijevi nije bilo poznato točno vrijeme zamjene generatora pare i njihov kapacitet, pa to može dovesti do neusklađenosti s kapacitetom kondenzatora. Dakle, za zamjenu opreme treba dugoročna strategija. Ako generatori pare mogu trajati (zavisno od vođenja pogona, kvalitete materijala i kvalitete vode) četrdesetak godina, onda i druga ključna oprema mora biti usklađena s tim komponentama. Znakovit je primjer iz početka pogona, kada je NE sufinancirala (s više od 2,250.000 USD) izgradnju postrojenja za čišćenje otpadnih voda u Tvornici celuloze, jer je to bitno pridonijelo sigurnosti i raspoloživosti elektrane.

5.4. Simulator. Ako se namjerava još deset, petnaest ili više godina produžiti rad NE Krško, onda je nabavka simulatora nužna. Međutim, treba odmah pripomenuti da:

- simulator i usluge potrebne za instalaciju, treba odabrati putem natječaja (vjerojatno već učinjeno);
- simulator treba instalirati pri NE Krško;
- simulator trebaju koristiti oba partnera ravnopravno, ali i sve troškove međusobno podijeliti;
- simulator treba dobro iskorištavati (detaljno osmišljeni programi i scenarij korištenja);
- garancija dobrog korištenja može biti osoblje koje detaljno poznaje konstrukciju elektrane, funkciju opreme, moguće anomalije, interakcije sistema te ima višegodišnje praktično iskustvo u nuklearnoj elektrani.

Ovo se naglašava, jer bez kompetentnog i odgovornog osoblja simulator nije moguće adekvatno koristiti. Za ove tvrdnje moguće je navesti mnogobrojne argumente. Nezamislive su recimo poteškoće i gubljenje vremena putovanjem operatora iz Zagreba, Samobora i Krškog do Instituta u Ljubljani u slučaju da se simulator tamo instalira. Netko bi se možda ovome protivio, ali to je interes elektrane i tome treba dati prednost. Simulator može biti privlačan za sve tehnički obrazovane kadrove s velikom sigurnosnom kulturom, a u Krškom postoji priličan nedostatak potrebne slovenske visokostručne radne snage (to je za Ljubljanu predaleka "provincija"). Za simulator bi zacijelo bilo interesa, jer to privlači one najzainteresiranije. Inače simulator u pravim rukama može osloboditi od mnogih zabluda i nagađanja. Dobro je prisjetiti se slučaja eksplozije reaktora u Černobilu. Prema jednom izvještaju [19], nakon eksplozije reaktora, smjenovođa je poslao dva mlada praktikanta u reaktorsku zgradu da ručno ubace kontrolne šipke ("gašenje" reaktora), iako već nisu postojale ni šipke ni reaktor. Oba mladića su fatalno ozračena. Usprkos svemu, smjenovođa je bio još dugo uvjeren da je reaktor čitav i da je bila samo eksplozija vodika u jednom spremniku vode sigurnosnog sustava.

5.5. Zamjena generatora pare. Prema projektnoj dokumentaciji "stari" generatori pare trebali bi trajati 40 godina. No, prema stvarnom stanju, treba ih mijenjati. Razlozi kvarova na cijevima bi bili:

- neadekvatan materijal
- neadekvatna tehnologija izrade
- veliko specifično opterećenje
- tranzijenti pri abnormalnim događajima
- vibracije cijevi
- kvarenje kvalitete napojne vode pri nekim tranzijentima itd.

Postoje analize uzroka čepljenja cijevi, ali se čini da je premalo pažnje poklonjeno činjenici, da je dvadesetak posto više cijevi začepljeno na generatoru pare br. 1. Iako je isti "doživio" prevrtanje pri transportu kod Gornjeg Jelenja i hidraulički udar u gornjem napojnom cjevovodu, to ne moraju biti uzroci većem broju defekata. Pri razmatranju ove problematike ipak treba uzeti komponentu koja je u lošijem stanju, a ne prosjek. No, sada ni uzroci nisu najvažniji. Zamjena generatora pare nije nikakovo iznenađenje. Npr. jedna švedska nuklearka, koja je imala početak komercijalne proizvodnje u travnju 1975. (s 3 Westinghousova gen. pare, titanske cijevi na kondenzatorima hlađenih morskom vodom), nakon samo devet godina rada (1984.), odlučila se na zamjenu generatora pare, što je i 1989. godine učinjeno. Zamjena je izvršena u predviđenom roku od 72 dana. Ukupna vrijednost narudžbe sa zamjenom iznosila je oko 130,000.000 DEM [9, 17]. Odluka je donešena zbog prečestih testiranja (ozračivanje osoblja), smanjenja proizvodnje i potencijalnih opasnosti od pucanja cijevi (sigurnosni problemi). No, nužnu zamjenu opreme ne treba nazivati "modernizacijom elektrane" [15, 17]. Ugovor za zamjenu generatora pare NE Krško je zaključila 1996. godine s Konzorcijem Siemens-Framatome, ali u cijelom projektu sudjelovat će desetak tvrtki, kao npr.:

- Westinghouse (USA)
- Siemens (D)
- Framatome (F)
- Sandvik (S)
- The Japan Steel Works LTD (J)
- Ansaldo SPA (I)
- Equipos Nucleares SA (E) i dr.

Prema investicijskom programu, cijeli projekt zamjene (sa simulatorom?) procijenjen je na 98,000.000 USD, odnosno s troškovima financiranja 109,000.000 USD. Zamjena bi se izvršila u 2000. godini. Ako oba suvlasnika nisu konstantno i kompetentno prisutna tijekom cijelog procesuiranja, naravno da može doći do nesporazuma među njima.

5.6. Dekomisija elektrane. Dekomisija ili pospremanje (ukop) elektrane, je možda najveći problem za koji se vlasnici trebaju dalekovidno pripremati. Naime, prije tridesetak godina možda se zaista nije dovoljno razmišljalo što s elektranom kad prestane raditi. S druge strane, 40 godina kao projektirani vijek, mislilo se da je dovoljno za sve pripreme dekomisije, pa i financijske. Neke novije elektrane u kapitalne troškove pribrajaju i 10% za dekomisiju. Na taj način bi recimo, uz investiranje u proizvodne objekte iznos od 2 milijarde USD, trebalo predvidjeti i 200 milijuna USD za dekomisiju. Ali sam račun i ne mora biti tako jednostavan, jer ovi troškovi mogu biti i rastezljivi. Tu, kao rijetko gdje, treba igrati ulogu dobrog gospodara. Sigurno da se moraju poštivati svi standardi odgovarajuće regulative, ali se ne smiju postavljati nerazumni i nemogući zahtjevi. U protivnom, može se ugroziti atraktivna cijena struje, a neka ekstremna politika je u stanju sve zakomplicirati.

Jedno od najboljih rješenja bi moglo biti da suvlasnici u vlastitom inženjeringu pri elektrani organiziraju praćenje pristupa ovom problemu u drugim elektranama i projektantnim kućama, kako bi svoje ideje i uz pomoć dobre literature doveli do idejnog projekta visoke kvalitete i prihvatljive cijene izvedbe. NE Krško je tako nekako i pristupila ovome problemu još 1995. godine [13]. Razradila je određene strategije pristupa dekomisiji 2023. godine (pretpostavka), te dala grube procjene troškova. U Sloveniji je osnovana i Agencija za upravljanje radioaktivnim otpadom, s ciljem utvrđivanja opće strategije postupka sa svim radioaktivnim otpadom i korištenim gorivom. Slično je nešto organizirano i u Zagrebu (Agencija za posebni otpad).

Prema [13], u NE Krško, vidljivi su konkretniji rezultati, ali se ne stječe dojam prisnije suradnje s oba suvlasnika. Agencije u Ljubljani i Zagrebu, kao da postoje jedino "s ciljem utvrđivanja opće strategije postupka sa svim radioaktivnim otpadom i korištenim gorivom", a to je samo početak cijelog niza konkretnih aktivnosti. Suviše oslanjanja na vanjske faktore može pasivizirati vlastite aktivnosti. U "biznisu" nitko nikome ništa ne poklanja, već zastupa svoje interese. Nepostojanje strateškog nuklearnog programa svakako može povećati troškove dekomisije isto kao i nesporazum među suvlasnicima; naročito kad se ne zna rok zaustavljanja NE Krško. Hoće li se graditi druga i gdje, kako će se raspodijeliti postojeća, gdje je lokacija odlagališta (jedno ili više mjesta), koji je postupak i po kojim pravilima igre?

Cijena i uspjeh ovisi o izboru strategije i scenariju pospremanja. Samo se po sebi razumije da kašnjenje u planiranju i projektiranju može dovesti do improvizacija, poteškoća u financiranju pa i do radioloških problema. NE Krško je posebni slučaj, gdje se jedna elektrana pospremа u dvije države (ako se drugačije ne dogovori) i gdje mogu promašaji podvostručiti troškove. Gruba procjena troškova dekomisije iznosi nekoliko stotina milijuna USD (svakako više od troškova zamjene generatora pare), ali to može postati vreća bez dna, ako izostane primjereni dogovor suvlasnika. Treba izbjeći da elektrana mora raditi nekoliko godina za vlastiti ukop.

5.7. Prisutnost obaju suvlasnika u NE Krško. Suvlasništvo se ne može ostvarivati ako oba vlasnika, po sporazumnim pravilima igre, svakodnevno ne sudjeluju u procesu proizvodnje i nadzora, te vođenju elektrane. Čak što više bez toga ne mogu imati pravoga uvida u sigurnost elektrane. S druge strane, oba suvlasnika moraju jednako sudjelovati u planiranju i ostvarivanju troškova, te analizi periodičkih i godišnjih proračuna (financijsko poslovanje). Iz nevezanog razgovora s nekim kolegama, može se zaključiti, da ne postoji jednak odnos prema osoblju obaju partnera, a onima pod posebnim režimom, može se oduzeti i "radna dozvola".

Ako bi to bilo točno, suvlasništvo zaista dolazi u pitanje. Zato treba proces i odnose staviti pod kontrolu kompetentnih ljudi obaju suvlasnika, jer niti jedna strana nije u stanju dati svoje, niti uzeti tuđe.

5.8. Izmjena informacija. Prave odluke mogu se donositi samo na osnovi pravih informacija, u pravo vrijeme i na pravom mjestu. To se zna. Ali, kako to ostvariti? U slučaju NE Krško, za sigurnost elektrane pogotovo je važna korektna izmjena i dostupnost informacija. Za neke aktivnosti potrebna je i suglasnost obaju suvlasnika. Prema tome, mora postojati kontinuirani protok informacija. Nepotpune pak informacije su zavaravanje i nedostatak respekta među odgovornim profesionalcima. Postoji jedna istina koja se često ističe na raznim skupovima o nuklearnoj sigurnosti. Naime, konačnu odgovornost za nuklearnu sigurnost elektrane snosi sama elektrana kao institucija. Iako veliku ulogu igraju pojedinci: inženjeri, upravitelj elektrane, državni regulativni organi, projektanti elektrane itd., ali svi ti individualni akteri ili skupine u slučaju "potrebe" mogu birati neka od opravdanja kao:

- neadekvatno školovanje
- naš reaktorski sistem su odabrali sami kupci
- naša su uputstva najbolja, ali se nisu korektno slijedila itd.

Ta velika odgovornost elektrane traži pomno praćenje događaja, ozbiljne analize problema i korektnu izmjenu informacija. Nije tu intencija imputacije nekompetencije bilo kojoj individui ili instituciji, već naglašavanje rasvjetljavanja problema i iznošenja istinitih i jasnih informacija. Disharmonija suvlasničkih odnosa remeti izmjenu informacija i negativno utječe na sigurnost pogona. Cijelu stvar još više komplicira nepreciznost granica odgovornosti i prava između NE Krško i dviju država. Dobro regulirani odnosi spriječili bi samovoljne postupke.

5.9. Općenito o kadrovima. U rješavanju kadrovskih problema, pored pažljivog pristupa, nezaobilazna je potreba da elektranu trebaju opsluživati i voditi ljudi s potrebnim teorijskim i praktičnim znanjem. Takvi se ljudi ne stvaraju rođenjem, već dugotrajnim i mukotrpnim radom, ali i pod određenim okolnostima. Uspjeh pripreme osoblja, pored ostaloga, ovisi o pravodobnosti izbora i o kvalificiranim programima učenja. Izbjegavanje dogovorenih kriterija ili dogovaranja u procesu pripreme od strane bilo kojeg suvlasnika, dovodi onog drugog partnera do teških problema organizacije pogona i poslovanja. Teško je i zamisliti posljedice koje mogu nastati. Čini se da bi ipak trebalo raspravljati i o sigurnosnoj kulturi. No, to je posebna tema. Ovdje se mogu navesti, recimo, elementi sigurnosne kulture, kako ih je sažeto naveo M. Merry [18] u članku "Utjecaj nacionalne i organizacijske kulture na sigurnosnu kulturu". To bi bili elementi (karakteristike) o kojima se mora razmišljati:

- stroga disciplina (hijerarhijsko povjerenje nadređenom vodstvu)
- dobro komuniciranje
- dobra kontrola situacije u slučaju opasnosti
- kvalificirana i postojana radna snaga
- dobra selekcija ljudi
- dobar sigurnosni trening
- takve sigurnosne sheme koje pojačavaju sigurnost
- strateški pristup sigurnosti
- stroga sigurnosna politika
- sigurnost je poslovni cilj
- temeljito istraživanje incidenata
- nadzor sigurnosnih sustava
- odnos (držanje) prema opasnosti i
- odsutnost prisile.

5. 10. O međunarodnoj arbitraži. Arbitraža bi trebala biti krajnja mogućnost, ako se sve druge potpuno iscrpi. Arbitraža bi značila nedostatak vlastite pameti i astronomsko plaćanje tuđe. Prema neprovjerenoj informaciji, za sudjelovanje u evaluaciji ponude zamjenskih generatora pare, jedna banka je tražila 300 DEM po "ekspertnoj uri", (samo radi informacije). Nije tu riječ da arbitraža ne bi možda korektno obavila posao, ali postoji niz okolnosti koje mogu dovesti do neželjenih rezultata. Uzmimo za primjer:

- pitat će se, zašto pravimo troškove, kad se o svemu može na obostrano zadovoljstvo dogovarati;
- trebat će im vremena da bar približno uđu u bit problematike, koja se dosta dugo vremena generirala;
- stranicama može biti svejedno kakav će biti kraj rada elektrane, jer troškove snose suvlasnici;
- stranicama se mogu i nehotice plasirati nepotpune informacije, koje mogu komplicirati posao i rezultirati neželjenim posljedicama;
- zbog mnogostranih interesa postoji mogućnost lobiranja i/ili navijačkog raspoloženja, pa kod arbitara može prevladati subjektivizam;
- ako bi se pitali međunarodni faktori (IAEA), u zakompliciranoj situaciji može prevladati raspoloženje prema strani na čijoj je locirana elektrana, itd.

6. ZAKLJUČAK

6.1. U igri su veliki interesi, ali i bezrazložni problemi. Nerješavanje nastalih problema i/ili promašaji, u rješavanju rezultiraju i odgovornošću i pred sadašnjošću i pred budušnošću.

6.2. Sigurnost i pouzdanost rada elektrane, uz uvjet održavanja normalnog okružja, je zagarantirana, ali u slučaju većeg kvara, (koji nije isključiv), i/ili dugog zastoja, jedan suvlasnik bi s poteškoćama snosio troškove sanacije i u budućnosti (po konačnoj obustavi) obavljao dekomisiju.

6.3. Tijekom vremena, interesi i odgovornost su se toliko isprepleli, da je nemoguće bilo kojoj strani jednostavno odustati od Sporazuma, pa i u slučaju dobrovoljne prodaje svog dijela elektrane, drugome

partneru. Naime, analitički je moguće izračunati vrijednosti i gubitke svake vrste, ali u slučaju nesreće i/ili loših predviđanja s bilo koje strane, moglo bi doći do spora. Svaki hazard treba izbjeći.

6.4. Samovoljno i jednostrano iskapčanje dalekovoda, te ponovno ukapčanje s ciničkim komentarom (požari i visoke temeprature u Dalmaciji), znak je nedostatka sigurnosne kulture. Još je gore, ako je odluku o tome donio netko bez odgovornosti.

6.5. S obzirom da struju treba proizvoditi pouzdano i sigurno, znači da elektranu treba održavati u dobrom pogonskom stanju. Energija će pak biti najjeftinija ako se troši na maksimalno mogućoj snazi.

6.6. Svaki problem je rješiv, ali se moraju njegovati korektni partnerski odnosi i poticati strategija sigurnosne politike.

6.7. Angažiranje vanjskih institucija mora biti pod kontrolom obaju suvlasnika, jer u protivnom može doći do suvišnih troškova bez odgovarajućih rezultata.

6.8. Niti jedan suvlasnik nema viška stručnjaka, pa je neprihvatljiv nesporazum zbog nedorađenih "pravila igre" (Sporazuma).

6.9. Odgovornost ne može biti samo formalna (ograda od odgovornosti), jer posljedice ostaju, bilo tko ih skrivio. U kompleksnoj situaciji s mnogo aktera (NE Krško, suvlasnici, dvije države i njihove institucije), kompetencije svakoga moraju biti jasne.

6.10. Ako bi eventualno partner iz Slovenije želio otkupiti i drugi suvlasnički dio, prava cijena bi bila dosta visoka, a rok vezan na izgradnju zamjenskog kapaciteta u Hrvatskoj.

LITERATURA

[1] Ugovor o udruživanju sredstava radi zajedničke izgradnje i zajedničke eksploatacije Nuklearne elektrane Krško, Krško, 22. ožujka 1974.

[2] NE Krško u ustanavljanju, Aneks VII k investicijskem programu NE Krško 632 MW, Krško, marec 1982.

[3] J. DULAR i suradnici: "Nacrt izvještaja o izgradnji NE Krško", Krško, decembar 1983.

[4] V. VUKOVIĆ: "Izvještaj o procesu testiranja i statusu postrojenja NE Krško", Krško, rujan 1983.

[5] V. VUKOVIĆ: "Važniji događaji u pogonu NE Krško u periodu od prve izmjene goriva (1983.) sa zaključcima na bazi pregleda ispada reaktora i važnijih događaja do 1. izmjene goriva", Krško, ožujak 1984.

[6] V. VUKOVIĆ: "NE Krško, Komentar sigurnosnih problema iz remonta 1984. i prve izmjene goriva"

[7] V. VUČKOVIĆ: "Nuklearna elektrana Krško", monografija, Krško, 1985.

[8] NE Krško, Glavni podatki o pripravi, graditvi in obratovanju NE Krško, Krško, julij, 1986.

[9] V. VUKOVIĆ: "Problem generatora pare u PWR sistemima", Energija br. 2, 1990.

[10] Družbeni svet za republiško upravo za jedrsko varnost Informativni bilten št. 2, April 1990, Ljubljana 1990.

[11] V. VUKOVIĆ: "Budućnost nuklearne energetike u nas", Energija br. 2 1992.

[12] J. ARALICA: "Rezime 10-godišnjeg rada NE Krško", Krško, 15. 10. 1992.

[13] Nuclear Option in Contries with Small and Medium Electriciy Grid, International Conference 7.-9. Oct. 1996. Opatija, Croatia, Conference Proceedings:
- M. JURČEVIĆ, B. KURINČIĆ, B. KRAJNC: "Upgrating and Modernization of Krško NPP";
- M. PRAH i J. ARALICA: "Comparison of Opration Costs of US NPPs and Krško NPP";
- K. FINK i P. ŠIROLA: "Super Compaction of"

[14] HND Nucleus br. 1/95.: Financiranje razgradnje NE Krško

[15] HND Nucleus br. 2/98., Modernizacija NE Krško

[16] J. RAHN and others: "A Guide to Nuclear Power". Ch. 19, NPP Economics, by J. Willey & Sons, Inc. 1984.

[17] V. VUKOVIĆ: "Neki problemi NE Krško", Zagreb 15. 9. 1998.

[18] M. MERRY: "Influence of National and Organizational Cultures on Safety Culture." Nuclear Europe Worldscan, No. 1-2, 1999.

[19] V. VUKOVIĆ: "Otok Tri Milje i Černobil", Energija br. 3/1989. br. 2/90. i br. 6/1991.

NPP KRŠKO ORGANISATIONAL TROUBLES

There have been repeated disagreements between joint owners for some time now. This problem needs to be considered from different points regardless of the final solution because the interests of both Croatia and Slovenia will last longer than the exploitation of the plant. The existence of the plant is equally important to Slovenia where the plant is situated as well as to Croatia in the direction of which the River Sava flows and where one third of the inhabitants lives less than 50 km away from the plant. The paper gives a review of the problem and the option resulting from twenty years of experience in the construction and exploitation of the plant.

ORGANISATORISCHE SCHWIERIGKEITEN DES KERNKRAFTWERKES KRŠKO

Schon länger besteht ein Mißverständnis unter den Mitinhabern des Kernkraftwerkes Krško. Wie sich dieses Mißverständnis auch lösen könnte, dieses Thema soll von verschiedenen Standpunkten erleuchtet werden, weil das Interesse sowohl Kroatiens als auch Sloweniens länger dauern wird als die Nutzung des Kraftwerkes. Das Bestehen dieses Kraftwerkes beherrscht aber gleichermaßen sowohl Slowenien, auf wessen Teritorium es sich befindet, als auch Kroatien in Richtung deren der Fluß Sava, an dessen Ufer das Kraftwerk liegt, fliesst, und deren ein Drittel der Einnwohner in einer Entfernung von weniger als 50 km vom Kraftwerk lebt. Der Artikel gibt den Überblick des Problems und einen Standpunkt, welcher sich aus zwanzig Jahren Anwesenheit beim Bau und in der Nutzung ergibt.

Naslov pisca:

Vladimir Vuković, dipl. ing.
Drvinje 38
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-03-29.

KUEN-CTS - NACIONALNI PROGRAM ENERGETSKE EFIKASNOSTI CENTRALIZIRANIH TOPLINSKIH SUSTAVA

Dr. sc. Mićo K l e p o, Zagreb

UDK 621. 311.1:621.316
PREGLEDNI ČLANAK

Nacionalni energetski program **KUEN-cts - Program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava** pokrenut je s ciljem smanjenja potrošnje i povećanje energetske i ekonomske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava, te korištenja toplinske energije vrele vode za grijanje stambenih i radnih prostora i pripremu tople sanitarne vode, odnosno korištenja toplinske energije vodene pare u tehnološkim procesima u industriji. Program treba ponuditi rješenja za najbolji način iskorištenje velikog energetskog potencijala racionalizacije i tehnoloških unaprjeđenja u svezi sa centraliziranim toplinskim sustavima. To znači da su Programom obuhvaćeni: proces proizvodnje, transporta, distribucije i potrošnje toplinske energije, izbor primarnog goriva, korištenje viška toplinskih kapaciteta u industriji, štednja energije i smanjenje gubitaka, korištenje otpadne topline, emisija štetnih tvari i smanjenja svih ostalih negativnih utjecaja na okoliš, mjerenja, kontrole i upravljanja potrošnjom, stabilne, sigurne i kvalitetne opskrbe, višeg komfora stanovanja, višeg energetskog standard, a sve uz prihvatljive troškove za sustav i cijene za krajnje korisnike.

Ključne riječi: centralizirani toplinski sustav, energetska efikasnost, nacionalni energetski program, potrošači toplinske energije, regulacija i mjerenje potrošnje, smanjenje gubitaka, štednja energije, zaštita okoliša.

Uvod

Nacionalni energetski program KUEN-cts ili *Program energetske efikasnosti kod centraliziranih toplinskih sustava* pokrenut je početkom 1997. godine odlukom Vlade Republike Hrvatske o pokretanju i provođenju deset nacionalnih energetskih programa za unapređenje energetske efikasnosti i većeg korištenja obnovljivih izvora pri zadovoljenju potreba za energijom. Na realizaciji tih programa okupljeni su svi odgovorni, stručni i znanstveni potencijali Hrvatske, a kao nositelj i koordinator tog opsežnog i zahtjevnog posla odlukom Vlade postavljen je Energetski institut "Hrvoje Požar".

Cilj nacionalnog energetskog programa KUEN-CTS je kao dio ukupne energetske politike Republike Hrvatske povećati energetsku i ekonomsku efikasnost centraliziranog toplinskog sustava (CTS) i lokalnih toplinskih sustava koji proizvode tehnološku paru za industriju i toplu vodu za grijanje prostora i pripremu tople sanitarne vode, odnosno smanjiti toplinsko opterećenje i potrošnju toplinske energije za isti ili bolji krajnji učinak, za isti ili bolji komfor i standard stanovanja uz niže troškove za toplinsku energiju. Unaprjeđenjem energetske efikasnosti kod krajnjih korisnika postižu se pogodnosti za društvenu zajednicu kojoj se nudi bolje iskorištenje energetskih resursa, bolje iskorištenje primarnih energenata, štednja energije i smanjenje gubitaka, stabilna, sigurna i kvalitetna opskrba toplinskom energijom, mjerenje, kontrola i upravljanje potrošnjom, viši komfor življenja uz zaštitu okoline, sve uz iste ili niže troškove za energiju.

Za koordinaciju realizacije Programa osnovano je Upravno vijeće. U Program su uključene odgovorne državne ustanove, stručne i znanstvene ustanove, konzalting tvrtke i istaknuti specijalisti iz pojedinih struka, dakle svi oni koji mogu doprinijeti izgradnji novog sustava racionalne energetske potrošnje, uvođenju novih tehnologija izgradnje, kontrole, regulacije, mjerenja i optimiranja proizvodnih postrojenja i procesa proizvodnje, kapaciteta za transport i distribuciju toplinske energije, te njenog korištenja kod krajnjih potrošača.

Program je dugoročnog karaktera, a temeljit će se na pozitivnim iskustvima domaćih institucija i stručnjaka, te iskustvima zemalja Europske unije koje su s uspjehom provele takve programe. Osnovna područja ili elementi obrade Programa su:

1. Osnovne karakteristike programa i iskustva drugih
2. Analiza energetskog potencijala i ciljeva energetskog programa
3. Tehničke karakteristike energetskog programa
4. Ekološke karakteristike i doprinos zaštiti okoliša
5. Ekonomske i financijske karakteristike

6. Zakonodavno okruženje i potrebne dopune i izmjene
7. Mjere za provedbu programa
8. Organizacija provedbe programa
9. Pilot program
10. Marketing i obrazovanje.

Tijekom 1998. godine završena je prva faza rada na Programu tijekom koje su utvrđivani i analizirani potencijali za moguća unaprjeđenja efikasnosti u svezi sa cjelokupnim sustavom centralizirane proizvodnje, transporta, distribucije i korištenja toplinske energije. U okviru Programa pokrenuti su i pilot projekti regulacije i mjerenja potrošnje toplinske energije u stambenim objektima. Oni su već pokazali da potencijal regulacije i mjerenja potrošnje kod potrošača iznosi i do 30% od ukupno preuzete količine toplinske energije u toplinskoj stanici. U tijeku su i aktivnosti oko organizacije pilot projekta razgraničenja energetskih i ekonomskih odnosa pri kombiniranoj proizvodnji toplinske i električne energije.

1. OSNOVNO O PROGRAMU I ISKUSTVIMA DRUGIH

Potrebe za grijanjem prostora i pripremom tople sanitarne vode moguće je zadovoljiti na različite načine, tj. korištenjem krutih, tekućih i plinovitih goriva, električnom energijom, te toplinskom energijom pare i vrele vode iz CTS-a, odnosno kućnih i rajonskih (blokovskih) kotlovnica i toplana. Izbor određuje niz čimbenika, ali glavni mora biti ukupna efikasnost i povoljnost za potrošača i društvenu zajednicu, od razine općine i grada do razine države.

U zemljama zapadne Europe potrošnja energije za grijanje prostora prepolovila se od energetske krize sedamdesetih godina do početka devedesetih godina, a i dalje se ulažu znatna sredstva i trud na njenom smanjenju. Najveći koraci učinjeni su uvođenjem centraliziranih sustava za grijanje stambenih i radnih prostora, te proizvodnju tehnološke pare za industrijska postrojenja. Znatnu pomoć pri tom pružile su vlade, lokalne uprave i nadležne institucije iz energetskog sektora svojom politikom, odlukama, zakonodavstvom, olakšicama i poticajnim mjerama. Iskustva iz nekih zemalja u tranziciji (Rumunjska - Bukurešt, Poljska - Gdanjsk) pokazuju da je samo uvođenjem sustava za mjerenje i regulaciju, odnosno novog sustava za organiziranje i naplatu potrošnje toplinske energije vodene pare i vrele vode moguće uštedjeti od 25 do 30 % toplinske energije koja se isporučuje krajnjim potrošačima.

Značajno poboljšanje efikasnosti CTS-a treba očekivati od nove tehnologije izgradnje, od standardizacije instalacija, opreme, uređaja, procedura i postupaka, od uvođenja sustava centralnog nadzora i upravljanja, od racionalizacije održavanja, od zamjene starih, dotrajalih i nedjelotvornih zapornih ventila i pipa tople vode, od ugradnje novih regulacijskih uređaja, od uvođenja novog sustava mjerenja i registriranja potroška kod svakog potrošača, te od obračuna troškova toplinske energije isključivo prema izmjerenoj potrošnji toplinske energije.

2. ENERGETSKI POTENCIJALI I CILJEVI PROGRAMA

Danas u više gradova u Hrvatskoj postoje sustavi za centralno grijanje stanova i objekata, a osim u Zagrebu i Osijeku, mahom iz kućnih i blokovskih kotlovnica, odnosno toplana. U dva navedena grada toplinska energija za CTS u najvećem dijelu proizvodi se u tzv. velikim postrojenjima - toplanama i termoelektranama-toplanama. Općenito, radi se o velikom broju postrojenja i o velikim toplinskim kapacitetima. Samo u Zagrebu i Osijeku toplinski ogrjevni kapaciteti potrošnje iznose preko 900 MW, odnosno 146 MW. Proizvodni toplinski kapaciteti iznose znatno više zbog vrlo velikih gubitaka nositelja toplinske energije (gubici vrele vode i pare zbog oštećenih cijevi, brtvi i sl.) i toplinske energije (zbog loše i oštećene izolacije).

U svezi s poboljšanjem efikasnosti CTS-a i korištenjem toplinske energije Programom su obuhvaćeni:

a) postrojenja za proizvodnju toplinske energije

- zamjena i rekonstrukcija zastarjelih i neefikasnih postrojenja i tehnologija novim i efikasnijim
- smanjenje gubitaka goriva i toplinske energije tijekom proizvodnje uvođenjem boljih tehnologija spaljivanja goriva, fleksibilnog prelaska na zamjenska i dopunska goriva
- poticanje veće potrošnje zemnog plina u kotlovnicama i zamjene ekstralakog lakim uljem
- poboljšanje sustava za dugoročno i kratkoročno planiranje pogona, održavanja, voznog reda pokrivanja baznih i vršnih opterećenja i potrošnji, nabave, stanja zaliha i trošenja goriva
- razvoj sustava za uvođenje i primjenu kriterija za energetsko-ekonomski raspored korištenja raspoloživih kapaciteta i goriva (po kriteriju specifičnog potroška)
- utvrđivanje i standardizacija procedura i postupaka vođenja i upravljanja proizvodnjom toplinske energije, odnosno kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije
- uvođenje sustava praćenja potrošnje goriva i razgraničenja troškova kod kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije - optimalno vođenje kombiniranog procesa
- automatizacija procesa i izgradnja sustava centralnog nadzora i upravljanja proizvodnjom
- poticanje kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije radi što boljeg iskorištenja energije primarnog goriva, manjeg zagađenja okoliša, i smanjenja ukupnih troškova u sustavu

- korištenje otpadne topline za dogrijavanje povratne vode
- korištenje otpadne topline pri proizvodnji električne energije ili u industrijskim procesima
- poticanje povezivanja toplinskog konzuma blokovskih i kućnih kotlovnica na sustave velikih toplinskih izvora toplane i termoelektrane-toplane, s tim da blokovske i kućne kotlovnice ostaju u pogonu kao vršni toplinski izvori toplinskog sustava
- uvođenje sustava automatske kontrole i vođenja postojećih kotlovnica bez rukovatelja
- izgradnja akumulatora toplinske energije radi smanjenja izgradnje i angažiranja vršnih toplinskih izvora (manje efikasnih kotlova) i boljeg iskorištenja toplinskog sustava
- analiza potencijala uključivanja u CTS solarnog grijanja i drugih obnovljivih izvora
- zaštita okoline smanjenjem količina emisije štetnih tvari ili pročišćavanjem ispušnih plinova

b) centralne toplinske stanice

- optimiranje pumpnih kapaciteta u toplinskim stanicama
- uvođenje frekventne regulacije motora radi smanjenja potrošnje električne energije, odnosno uvođenje efikasnog sustava regulacije količine pumpane vode
- uvođenje sustava doziranja, regulacije i mjerenja količine dodatne vode u vrelovod

c) postrojenja za prijenos i distribuciju toplinske energije

- zamjena postojećih dotrajalih i oštećenih cjevovoda novim, bolje izoliranim, te izgradnja novih cjevovoda uvođenjem tehnologije polaganja i instaliranja predizoliranim cijevima
- uvođenje sustava obveznog praćenja izgradnje i zamjene svih komunalnih sustava odgovarajućom tehničkom dokumentacijom
- smanjenje gubitaka nositelja toplinske energije vrele vode i pare kroz oštećene cjevovode i njihovu spojnu opremu, kroz brtve pumpi i sl., sve do zamjene novim uređajima i opremom
- smanjenje gubitaka topline i efikasnije korištenje toplinske energije smanjenjem temperature polazne vode, odnosno smanjenjem tlakova u transportnoj i distribucijskoj mreži

d) toplinske stanice i postrojenja za kontrolu, regulaciju, mjerenje i pumpanje

- ugradnja novih efikasnih indirektnih toplinskih kompakt-stanica
- poboljšanje efikasnosti izmjene energije i smanjenje gubitaka vrele vode i toplinske energije
- smanjenje količine pumpane vode i količine vode koja cirkulira u instalacijama objekata
- uvođenje i ugradnja moderne i efikasne, standardizirane regulacijske i precizne mjerne opreme i uređaja (npr.ultrazvučnih mjerača, termostatskih ventila i sl.)

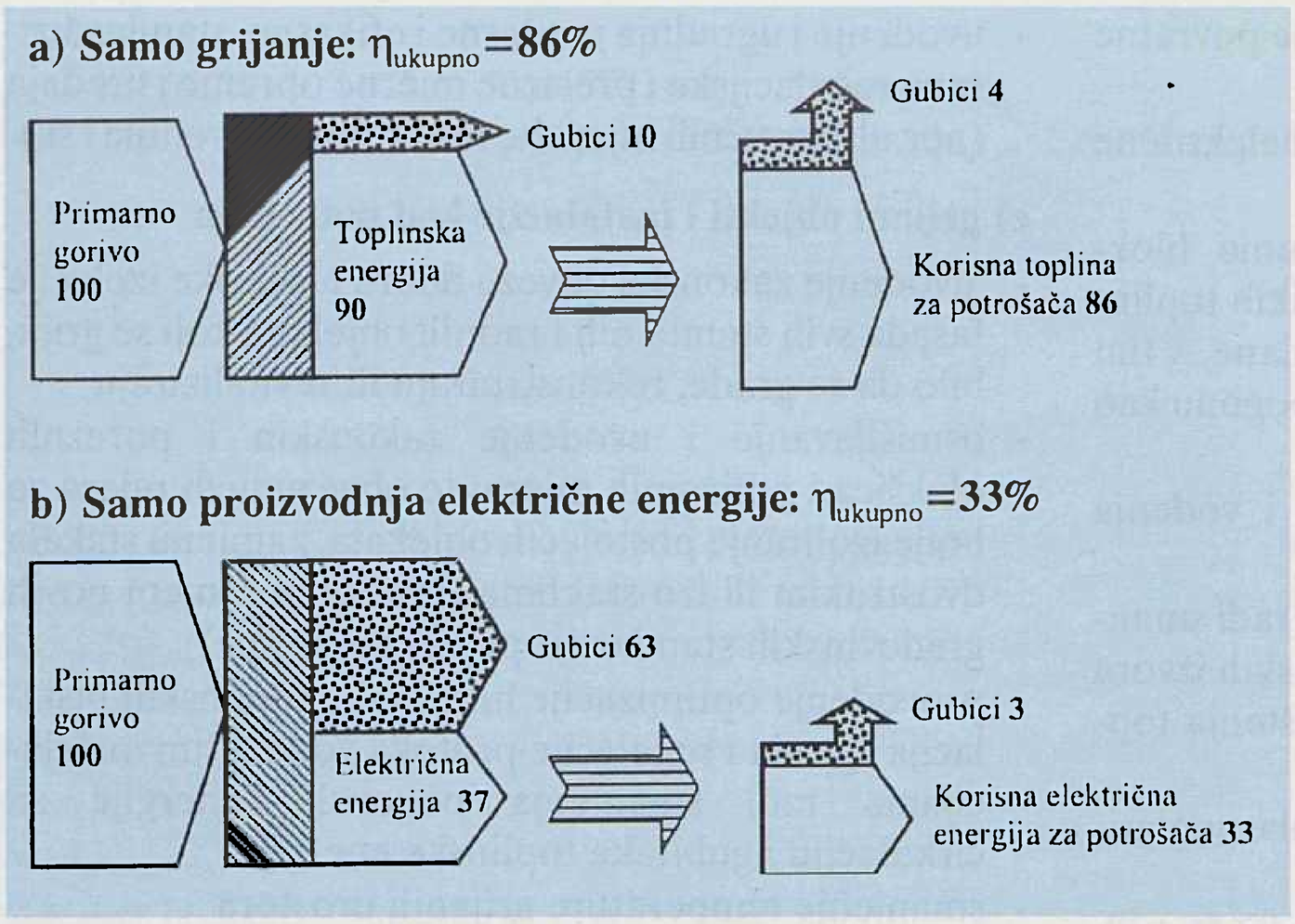
e) grijani objekti i instalacije kod potrošača

- uvođenje zakonske obveze dobre toplinske izolacije fasada svih stambenih i radnih objekata koji se griju, bilo da se grade, rekonstruiraju ili revitaliziraju
- osmišljavanje i uvođenje zakonskih i poreznih olakšica i poticajnih mjera, te obvezujućih mjera za bolje izoliranje postojećih objekata, zamjenu stakala dvostrukim ili izo-staklima (npr. donošenjem novih građevinskih standarda, propis i olakšica)
- provođenje optimizacije hidraulike toplinskih instalacija zgrada i regulacije protoka vode u tim instalacijama radi smanjenja pogonske energije za cirkulaciju i gubitaka toplinske energije
- smanjenje temperature grijanih prostora
- provođenje mjera obvezne ugradnje regulacijskih i mjernih uređaja kod svakog potrošača radi plaćanja troškova samo energije koja je potrošena, tj. troškova koji su izazvani

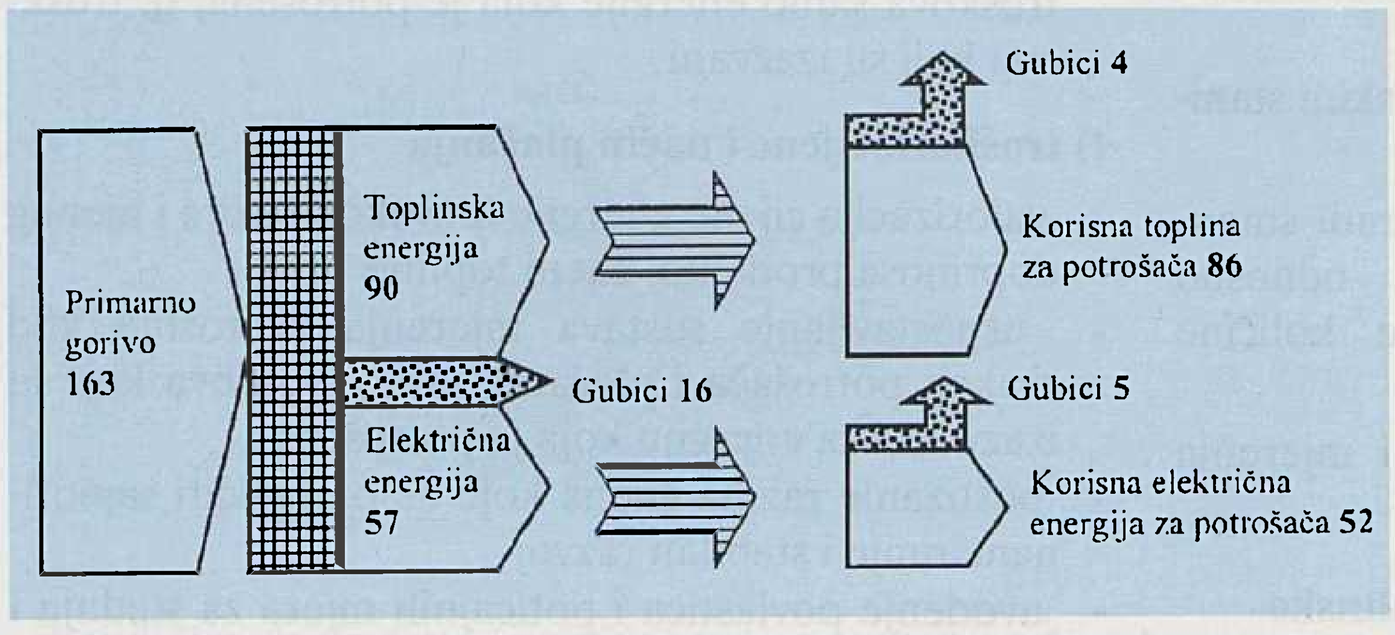
f) troškovi, cijene i način plaćanja

- valorizacija cijene energije iz svakog izvora i njenog doprinosa prodajnoj cijeni topline
- uspostavljanje sustava mjerenja potrošnje kod svakog potrošača i plaćanja samo troškova koji su izazvani i za energiju koja je potrošena
- postizanje razina cijena koje će omogućiti samofinanciranje i stabilan razvoj
- uvođenje povlastica i poticajnih mjera za štednju i racinalno korištenje energije, za bolju izolaciju objekata, za manje emisije štetnih tvari u okolinu, za bolje iskorištenje goriva
- poticanje rada postrojenja što bliže punom kapacitetu, poticanje kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije, poticanje rada akumulatora toplinske energije
- uvođenje obveze da se dio dobiti kao razlike cijene električne energije iz EES-a i cijene iz kombinirane proizvodnje koristi za razvoj toplinarstva, za poticanje priključivanja na CTS, ili kao olakšice toplinskim potrošačima pri plaćanju troškova za toplinsku energiju
- uvođenje novog sustava očitavanja toplinske potrošnje, njenog obračuna i naplaćivanja

Analiza energetskog potencijala temeljno podrazumijeva analizu strukture, iznosa i karakteristika postrojenja, uređaja i aparata za proizvodnju, transport, raspodjelu i potrošnju toplinske energije iz CTS-a po svakom i uz svaki od prethodno navedenih sadržaja i akcija. Navedeni sadržaji, akcije i analize su komplementarne i međusobno uvjetovane. U energetskom smislu radi se o velikom energetskom potencijalu i širokom socijalnom i društvenom značenju, koji su pored ostalog određeni prostornim rasporedom, gustoćom, standardom, veličinom, opremljenošću,



Slika 1. Odvojena opskrba potrošača toplinskom i električnom energijom; η_{ukupno} = 60%



Slika 2. Opskrba potrošača iz kogeneracijskog postrojenja za proizvodnju toplinske i električne energije; η_{ukupno} = 85%

kvalitetom, starošću proizvodnih, transportnih i distributivnih objekata, postrojenja, opreme, uređaja i mreže, te stanova i stambenih objekata. Važan aspekt prostornog rasporeda čine klimatske razlike i razlike u pogledu raspoloživosti, dostupnosti i interesa da se razvija sustav CTS-a.

Na slikama 1 i 2 ilustrirana je prednost kogeneracijske proizvodnje toplinske i električne energije u odnosu na odvojenu proizvodnju toplinske i električne energije, npr. proizvodnju toplinske u kotlovnici a električne energije u kondenzacijskom postrojenju. Treba napomenuti da navedene numeričke vrijednosti predstavljaju istovrsne energetske jedinice. Zbog potpunosti, treba istaknuti da je na slici 2. prikazan tzv. decentralizirani sustav za kogeneracijsku proizvodnju toplinske i električne energije koji u potpunosti pokriva potrebe potrošača za toplinskom i električnom energijom, pri čemu se pojavljuje i "višak" električne energije koji se može isporučiti i drugim potrošačima. U tzv. velikom centraliziranom toplinskom sustavu, u kojem se toplinska energija proizvodi u kogeneracijskom sustavu s električnom energijom, sveukupni stupanj iskorištenja primarnog goriva iznosi oko 75 %.

U oba slučaja radi se o efikasnijim sustavima opskrbe potrošača energijom.

U tablici 1. navedeni su ključni elementi i pokazatelji za procjenu potencijala u svezi s programom KUEN-CTS. Toplinska energija proizvodi se, transportira i raspodjeljuje u postrojenjima za transformaciju energije energenata u toplinsku energiju odgovarajućeg toplinskog nositelja - vrele vode i vodene pare, a zatim transportira i distribuira toplinskom mrežom do potrošača. Energija se potrošaču isporučuje ili prodaje u točki isporuke. Od te točke promatraju se tehničke, energetske i ekonomske karakteristike potrošača.

Za potrošnju energije u kućanstvima u velikoj mjeri vezana je neracionalnost izbora, uporabe i korištenja energenata, a posljedično i veliki gubici energije i neposredno negativno djelovanje na okolinu. Prema tome, Program efikasnog gospodarenja energijom u kućanstvima može se direktno vrednovati po tome koliko i kako doprinosi zaštiti najvažnijih životnih resursa, tj. zraka, zemlje, vode, hrane, zaštiti ljudskog života i zdravlja, te zaštiti životinjskog i biljnog svijeta.

Osnovna karakteristika izgradnje i funkcioniranja energetskog sustava CTS-a je intenzivnost ulaganja i trošenje velikih novčanih i ostalih resursa i dobara društva. Tijekom pogona skupi su nabava primarnih energenata, održavanje i popravci. Zbog toga svaka akcija kojom se smanjuju troškovi toplinskog sustava postaje opravdana.

Općenito, za djelotvorno i efikasno provođenje Programa nužno je osigurati njegovo financiranje iz više izvora. Najvažniji su fondovi Vlade i uprava gradova, a zatim fondovi za razvoj i unaprjeđenje programa štednje i efikasnijeg korištenja energije koje su osnovali i podržavaju Vlade i institucije zapadnoeuropskih država i EBRD, a koje su na tom području već ostvarile velike projekte.

Osnovni problem je to što je u sustav uključen veliki broj pojedinačnih potrošača s različitim strukturama i karakteristikama trošila i potrošnji. Zbog toga je akcije nužno planirati i provoditi valorizacijom smanjenja troškova na lokalnoj i globalnoj razini. U svezi s tim poseban problem predstavlja analiza iznosa, rasporeda i dinamike potrebnih ulaganja da bi se unaprijedila efikasnost korištenja energije. Tako npr., da bi se unaprijedila efikasnost grijanja stambenih površina toplinskom energijom iz CTS-a, potrebno je ugraditi uređaje za mjerenje i regulaciju potroška i dobro toplinski izolirati stambene objekte. Takvi zahvati poskupljuju cijenu objekata tijekom izgradnje. U našim uvjetima teško je očekivati da se bez pomoći,

Tablica 1. Pregled potencijala programa KUEN-CTS

	Zagreb			Osijek			Rijeka
	TE-TO	EL-TO	PT	TO	TE-TO	BK	
Ukupna topl. snaga – *MW (t/h)*	1026	538	228	93 (50)	140 (110)	13.1	132
Vrela voda (96.):							
Zakupljena topl.snaga - *MW*	471	300	153	133		8.34	
Specifično opterećenje	(90-300) 127 W/m**2			160-133 W /m**2			
Godišnja proizvodnja - *GWh*	964	674	282				141
Predano potrošačima - *GWh*	863	590					
Specifična potrošnja	216 kWh/m**2			183 kWh/m** 2			
Vodena para (96.):							
Zakupljeni kapacitet – *MW (t/h)*	156 (203)	167 (214)		~65.7 (55)			
Godišnja proizvodnja - tona	399814	674841		220510			
Toplinska mreža:							
Dužina vrelovodne mreže - km	~166			~37			
Dužina parovodne mreže - km	~21	~22		~12			
Volumen vrel.vodne mreže m^3	12000	8000		5000			
Gubici vrele vode - t/h	40-55	15-20		50 - 100 m^3/dan			
Gubici vrele vode - ‰	3.3-4.5	1.9 - 2.5		10 – 20			
Gubici topline - %	10-12.5	10-13.7					
Godišnji broj kvarova	vrela voda - 30; para -10						
Potencijal ušteda:							
- efikasnija ložišta - plamenici							3 - 5 %
- kombinirana proizvodnja	Kndenz. TE: η≈33 - 45% ⇒ Kombi. TE: η≈75 - 92 %						
- dimni plinovi							4 - 5 %
- el. energija za pumpanje	η≈31% ⇒ ≈72 %						242MWh
- nadzor, upravljanje, regulacija	15 - 20 %						10 GWh
- smanjenje temp. za 1°C	6%						
- novi pbračun	15 - 20 %						
- predizolirane cijevi	nema iskustava - velika očekivanja						
- otpadna toplina - industrija	problem tehnologija						12 MW
- "višak" kapaciteta u industriji	treba istražiti						13 MW
- mjerenje i obračun potroška	25 – 30 %						
Sveukupne uštede- CILJ	25 % na strani potrošnje; 25 % na razini ukupnog sustava						

kredita, subvencija, poreznih i drugih zakonskih olakšica potrošači mogu u znatnom broju odlučiti na navedene zahvate. Za program efikasnog gospodarenja energijom u kućanstvima to znači nužnost efikasnog i dobro koordiniranog rasporeda trošenja ograničenih financijskih sredstava i brigu o kupovnoj moći stanovništva. S druge strane, dio sredstava nužno je osigurati za obuku i osposobljavanje potrošača da i sami mogu povećavati razinu efikasnosti korištenja toplinske energije. Uz ulaganje i investiranje vežu se i socijalni i ekonomski učinci koji pored ostalog donose i društvenu koristi u obliku novog zapošljavanja.

Kao rezultat prve faze rada na Programu utvrđeno je da, premda su za svaku akciju potrebna velika investicijska sredstva, rokovi otplate kredita za povezivanje na CTS većih zaokruženih toplinskih sustava u Zagrebu uključenih u Posebne toplane iznose od četiri (Prečko) do deset godina (Ferenčica i Heinzelova, odnosno Gajnice), naravno pretpostavljajući pri tom porast tih sustava priključivanjem novih potrošača. Na razini postojećih toplinskih konzuma rokovi otplate bili bi znatno duži.

Mini toplane i kotlovnice Posebnih toplana poskupljuju troškove rada toplinskog sustava u Za-

grebu daleko iznad njihovog udjela u toplinskim kapacitetima. To je još jedan važan razlog za provedbu projekata povezivanja.

Projekt izgradnje akumulatora topline volumena 6000 m3 i temperaturnog režima 50/90 oC (toplinski kapacitet 260 MWht) u EL-TO Zagreb pokazuje se opravdanim iz više razloga. Najznačajniji su: ušteda energije produženjem rada blokova u spojnom procesu s višim stupnjem djelovanja, supstitucija izgradnje i potrebe za angažiranjem vršnih kotlova, povećanje brzine odgovora sustava na nagle promjene toplinskog opterećenja, preuzimanje vode ekspanzije vrelovoda, te osiguranje rezerve za slučajeve ispada i većih kvarova u toplinskom sustavu. Varijante analiza pokazuju moguće uštede od 500.000 do 4.000.000 kn po sezoni grijanja.

3. VAŽNOST IZGRADNJE ODGOVARAJUĆEG ZAKONODAVSTVA

U Hrvatskoj odnose u energetskom sektoru i među energentima treba rješavati uvažavajući temeljne tržišne principe funkcioniranja gospodarstva i slobode vlasništva. Uloga zakonodavstva je da stvarajući odgovarajuće okruženje stvori uvjete slobode, ali i odgovornosti za racionalni, uravnoteženi i efikasni razvoj uporabe energije u kućanstvima. Već sada je nužno započeti rad na izgradnji novog zakonodavstva u svezi sa standardima građenja novih i rekonstrukcijom postojećih objekata, nadležnostima i odgovornostima za upravljanje stambenim fondom, organizacijom i isporukom komunalne usluge toplinske energije, te uspostavljanjem regulatornih tijela na razini gradova, općina, županija i države.

Sadašnje stanje karakterizira neodređenost vlasništva, pogotovo neodređenost nadležnosti i odgovornosti za upravljanje i održavanje stambenih zgrada s više stambenih jedinica, bez čega nije moguća bilo kakva akcija poboljšanja i racionalizacije na strani potrošnje. Ulazak u zgradu znači da se isporuka toplinske energije, tj. određeni energetski servis nudi i ugovara sa svakim individualnim potrošačem - korisnikom stana. To podrazumijeva mjerenje i regulaciju u svakom stanu i račun za svaki stan posebno. Nužna je, dakle temeljita rekonstrukcija i modernizacija zakonodavstva, ali i tarifnog i poreznog sustava u svezi s komunalnom uslugom isporuke i korištenja toplinske energije i zaštitom okoliša.

Važan aspekt zakonodavne regulative kojeg je nužno riješiti je i pitanje licenci i dozvola. Njima se garantira da će se energetske aktivnosti provoditi po određenim i ugovorenim uvjetima, standardima i proceduri, naravno i onima o zaštiti života i zdravlja ljudi i okoliša.

4. PROVEDBA PROGRAMA

Niz akcija i preduvjeta (zakonskih, ekonomskih, i sl.) kojima se treba postići da energetski servis bude efikasan, kvalitetan, pouzdan i jeftin najopćenitije se naziva mjerama za provedbu programa. Tri su osnovna tipa mjera kojima se može utjecati na razvoj i provedbu programa KUEN-CTS: ekonomske, administrativne i informativne mjere. Zajedno one tvore okruženje energetske politike kojom se prema Programu očituje Vlada i njene institucije, grad i lokalna samoupravna tijela, uprave zgrada i udruženja potrošača, a na kraju i potrošači pojedinačno.

Neke mjere su očite i jasne same po sebi, bilo kao rezultat vlastitih ili tuđih iskustva i prethodnih istraživanja. Ipak, najveći broj mjera tek treba utvrditi, istražiti i procijeniti s obzirom na dodatne troškove koje će izazvati, te s obzirom na očekivane pozitivne učinke. Nužna je temeljita valorizacija svake mjere.

U novim odnosima prilika je i potreba da dijelove energetskog servisa preuzmu novi sudionici koji će te dijelove najbolje i najefikasnije organizirati i provesti. Tipičan je primjer isporuka energije, njeno mjerenje i sustav naplate.

Poseban aspekt organizacije provedbe Programa očituje se kroz uspostavljanje slijeda koji znači i novi komunikacijski aspekt prema tarifnom sustavu, diverzifikaciju primarnih energenata, razvoj lokalnih i dopunskih izvora, stabilnost, povoljnost i kvalitetu napajanja, te efikasnije korištenje energije uz manje nepovoljne utjecaje na okoliš.

5. PILOT PROJEKTI

Popis mogućih pilot projekata u svezi s programom KUEN-CTS naveden je u tablici 2. Pilot projekti najbolja su prilika da se dobra rješenja i dostignuća brzo i efikasno prenesu, oživotvore i promoviraju u uvjetima kada su ograničena sredstva za razvoj, kada je veliki broj sudionika s različitim interesima, odnosno kada je u kratkom roku potrebno istražiti i unaprijediti odluke i rješenja. Osnovna namjera pilot projekta je prvenstveno stvaranje povoljnih uvjeta i pretpostavki povjerenja za provođenje širih programa povećanja efikasnosti korištenja energije, racionalizacije, smanjenja gubitaka, boljeg iskorištenja prirodnih, energetskih, novčanih i ljudskih potencijala, te zaštite okoline smanjenjem emisije štetnih tvari u okolinu. Dobro osmišljen i proveden pilot projekt je neposredna i efikasna pomoć osnaživanju zakonskih, institucionalnih i poticajnih mjera energetske politike i odgovornog gospodarenja energijom.

Pilot projekti trebaju biti ciljani projekti Vlade, lokalnih uprava i samouprava, uprava gradova i odgovarajućih tijela i institucija, tako da svaka od njih treba pokazati i dokazati svoj interes. Njihov zadatak je i poticanje i razvoj novih odnosa zasnovanih na povjerenju proizvođača i potrošača. To vrijedi i u slučaju kada se radi o izboru i ugradnji modernih i efikasnih regulacijskih, mjernih i registracijskih uređaja i aparata, ali i u slučaju kada se radi o kupnji, zamjeni ili poboljšanju rada uređaja i trošila, boljem i efikasnijem korištenju, poboljšanjima toplinskih karakteristika

Tablica 2. Mogući pilot projekti u svezi s programom KUEN-CTS

Pilot projekt:	
1.	Ultrazvučno mjerenje potroška u toplinskim stanicama
2.	Regulacija i mjerenje potroška po stanovima
3.	Poboljšanje izolacije grijanih objekata
4.	Izolacija po zgradama
5.	Uvođenje kogeneracijskih postrojenja u naselja i dijelove grada
6.	Kogeneracija i korištenje viškova toplinskih kapaciteta u industriji u Rijeci, Sisku i Karlovcu
7.	Upravljanje i regulacija rada pumpi u toplinskim stanicama
8.	Zamjena cjevovoda predizoliranim cijevima
9.	Ugradnja indirektnih kompakt stanica
10.	Izrada priručnika i uputa za unaprjeđenje energetske efikasnosti pri projektiranju i izgradnji
11.	Izrada priručnika i uputa za unaprjeđenje energetske efikasnosti u pogonu i održavanju
12.	Ugradnja termoregul. ventila i mjerača potrošnje energije u TS
13.	Zamjena izolacije cjevovoda
14.	Sustavi loženja i ložišta - zamjene i rekonstrukcije

stanova i zgrada izolacijom vanjskih zidova, ugradnji novih izolacijskih stakala, optimizaciji i novom rasporedu instalacija i ogrjevnih tijela, boljim konstrukcijama, novom rasporedu toplinske potrošnje i toplinskog opterećenja, te njihovoj kontroli, efikasnoj regulaciji, mjerenju i plaćanju. Informiranje, obuka i motivacija krajnjih korisnika bitni su za uspjeh Programa. Obrazovanje za isporučitelje znači postupanje po razrađenom sustavu (strategiji) koja uključuje edukaciju potrošača, stjecanje njihova povjerenja i stimuliranje na suradnju. Naravno, radi se o pretpostavkama za novi koncept i novu tehnologiju odnosa u slijedu proizvodnje, upravljanja, prijenosa, raspodjele i prodaje energije uzevši u obzir realne ekonomske i socijalne odnose u društvu, standarde komfora i kupovne moći.

Obuka i obrazovanje pogonskog osoblja nužni su da bi se osiguralo ispravno i optimalno korištenje i pogon opreme i postrojenja.

7. ZAKLJUČAK

U prvoj fazi rada na programu KUEN-CTS utvrđen je potencijal mogućeg unaprjeđenja efikasnosti sustava centralizirane opskrbe toplinskom energijom i njenom potrošnjom, identificirane su aktivnosti i akcije koje treba pokrenuti i provesti, od studija opravdanosti i izvodljivosti, izrade idejnih i glavnih projekata, realizacije pilot projekata, do donošenja odluka o pokretanju i realizaciji Programa koji najbrže mogu dovesti do unapređenja efikasnosti CTS-a. U tijeku su aktivnosti za izgradnju i uspostavljanje sustava za djelotvorno financiranje aktivnosti kojima će se unaprjeđivati efikasnost CTS-a, od praćenja i poticanja proizvodnje opreme i uređaja, provedbe zahvata u toplinskom sustavu do provedbe projekata rekonstrukcije instalacija i ugradnje efikasnije mjerne i regulacijske opreme kod potrošača.

Realizacija Programa trajat će više godina. Zbog toga je potrebno da se u realizaciju Programa uključe stručnjaci, eksperti, institucije i organizacije, te tijela državne i lokalnih uprava i samouprava. Naravno, dobrodošla je svaka pomoć i suradnja na realizaciji Programa kako bi se ostvarili:

- uvođenje novih tehnologija izgradnje, kontrole, nadzora, regulacije, mjerenja i optimiranja proizvodnih postrojenja i procesa proizvodnje, kapaciteta za transport i distribuciju;
- smanjenje gubitaka toplinske energije, korištenje otpadne topline, stabilna, sigurna i kvalitetna opskrba toplinskom energijom uz viši komfor stanovanja i zaštitu okoliša;
- objektivizacija troškova i odnosa komunalne toplinske djelatnosti ili usluge, od razvoja, izgradnje i pogona u tehnološkom slijedu proizvodnje, akumuliranja, transporta i distribucije, do korištenja toplinske energije;
- pomoć poduzećima iz toplinarske djelatnosti da unaprijede tehnološku, energetsku i ekonomsku efikasnost CTS-a;
- poticanje na efikasan izbor i korištenje primarnih energenata, smanjenje gubitaka energije, korištenje otpadne topline, uključivanje u CTS obnovljivih izvora;
- poticanje kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije kao optimalnog korištenja raspoloživih energetskih resursa;
- poticanje štednje i smanjenja gubitaka nositelja topline (vrela voda, vodena para) i toplinske energije tijekom transporta i distribucije;
- omogućavanje potrošačima izbora razine racionalnosti koja im odgovara;
- ostvarivanje principa da potrošači plaćaju realne troškove stvarno angažiranog toplinskog opterećenja i potroška toplinske energije, dakle prema njihovim izmjerenim iznosima i stupnju degradacije termodinamičkih parametara nositelja toplinske energije;
- poticanje racionalnog izbora u odnosu na sve ostale, unapređenje kvalitete napajanja toplinskom energijom, unapređenje standarda, komfora i kvalitete življenja; i
- smanjenje negativnih utjecaja na život i zdravlje ljudi, a pogotovo smanjenje emisija otpadne topline i štetnih tvari (CO_2, SO_2, NO_x, krute čestice i sl.) u okolinu.

U pogledu zakonodavstva nužne su njegove temeljite dopune i izmjene, odnosno izgradnja na potpuno no-

vim osnovama i standardima. Sadašnje stanje karakterizira neodređenost vlasništva i odgovornosti za upravljanje i održavanje stambenih zgrada, iz čega slijedi nužnost rekonstrukcije i modernizacije zakonodavstva i poreznog sustava, te sustava upravljanja fondom stambenih zgrada. Uloga zakonodavstva je da stvarajući odgovarajuće okruženje stvori uvjete odgovornosti za racionalni, uravnoteženi i efikasni razvoj uporabe energije, od uvođenja odgovarajućih standarda građenja novih i rekonstrukcije starih objekata do pitanja licenci i dozvola.

Opravdano je očekivati da se navedenim aktivnostima i akcijama efikasnost cjelokupnog sustava CTS-a može unaprijediti najmanje za 25 %, a efikasnost korištenja i potrošnje toplinske energije najmanje za 25 %. Time se nakon prve faze rada na Programu kao cilj i moto može postaviti: 25 + 25 %.

LITERATURA

[1] M. KLEPO, N. JANDRILOVIĆ, D. PEŠUT, Z. KOMERIČKI, Đ. DRAŠKOVIĆ, Lj. KRIVAK:"Tarifni sustav u toplinarstvu - Zagreb", I i II dio, Energetski institut "Hrvoje Požar" Zagreb, Zagreb, 1996.

[2] M. KLEPO, N. JANDRILOVIĆ, D. PEŠUT:"Tarifni sustav u toplinarstvu - Osijek", I i II dio, Energetski institut "Hrvoje Požar" Zagreb, Zagreb, 1997.

[3] G. GRANIĆ, ..., M. KLEPO: "Nacionalni energetski programi- uvodna knjiga", Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.

[4] M. KLEPO i drugi: "KUEN-CTS Program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava", Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.

[5] M. KLEPO: "KUEN-CTS Nacionalni energetski program energetske efikasnosti kod centraliziranih toplinskih sustava", Gospodarstvo i okoliš br. 31, 1998.

[6] M. KLEPO, N. JANDRILOVIĆ, Đ. DRAŠKOVIĆ, P. BABIĆ: "Tarifni sustav toplinske energije iz centraliziranog toplinskog sustava", Gospodarstvo i okoliš br. 31, 1998.

[7] M. KLEPO, Lj. KRIVAK, D. SRDELIĆ: "Naknada – Troškovi komunalnog priključka na CTS", Gospodarstvo i okoliš br. 31, 1998.

[8] M. KLEPO, M. SĆULAC: "Managing the System of Centralized Thermal Energy Supply", Conference on Energy Management, Dubrovnik, 1998

[9] M. KLEPO: "KUEN-CTS Energy Supply Efficiency Program with Centralized Thermal Systems", Conference on Energy Management, Dubrovnik, 1998

KUEN-CTS - NATIONAL ENERGY PROGRAM OF ENERGY EFFICIENCY IN CENTRALISED HEATING SYSTEMS

KUEN-CTS - National Energy Program of Energy Efficiency in Centralised Heating Systems - was initiated in order to decrease the consumption and increase energy and economy efficiency in centralised heating systems, as well as the usage of heating energy from hot water for residual and working areas and sanitary hot water preparation, i.e. the usage of steam heating energy for technological processes in industry. The program should offer the best solutions for the exploitation of the vast energy potential of rationalisation and technological improvements related to centralised heating systems. Thus the program includes the production, transportation, distribution and consumption of heat energy, choice of primary fuel, usage of surplus heating capacity in industry, energy saving and loss decrease, waste heat utilisation, decrease of the pollutants' emissions and of all negative environmental influences, consumption measurement, control and management, stable, safe and high-quality supply, higher living and energy standards, all of these accompanied by an acceptable system costs and prices for end consumers.

"KUEN-CTS"- DAS NATIONALE PROGRAMM DER ENERGETISCHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT ZENTRALISIERTER WÄRMETECHNISCHER SYSTEME

Das nationale Programm der energetischen Leistungsfähigkeit zentralisierter wärmetechnischer Systeme, genannt "KUEN-CTS" ist mit dem Zweck der Einschränkung des Verbrauches und der Erhöhung energetischer und wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit zentralisierter wärmetechnischer Systeme, sowie der Nutzung der Wärme des Heisswassers für die Heizung der Wohn- und Arbeitsräume und für die Vorbereitung des sanitären Warmwassers beziehungsweise der Nutzung der Wasserdampfwärme in industriellen Verfahren in die Wege geleitet. Das Programm sollte in Verbindung mit den zentralisierten wärmetechnischen Systemen Lösungen für die beste Nutzung des grossen energetischen Potentials der zweckmässigen Anwendung und der technischen Entwicklung anbieten. Dies bedeutet den folgenden Programmbereich: Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Verbrauch der Wärme, Wahl des primären Brennstoffes, Nutzung des Wärmeüberschusses in der Industrie, Energieeinsparung und Verlusteinschränkung, Abwärmenutzung, Einschränkung der Schadstoffausgabe, und aller anderen negativen Einflusse auf die Umwelt, Messung, Regelung und Steuerung des Verbrauches, stabiler, und sicherer Versorgung hoher Qualität, höherer Behaglichkeit des Wohnens, und höherer energetischen Stufe, bei annehmbaren Kosten für das System und Preisen für die Verbraucher.

Naslov pisca:

dr. sc. Mićo Klepo, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-04-14.

KRATKI SPOJ U MREŽI HRVATSKE 2000. - 2010. GODINE

Mr. sc. Davor N e v e č e r e l, Zagreb

UDK 621.311.1:621.316
STRUČNI ČLANAK

Prikazani su rezultati proračuna početnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja u mreži Hrvatske za nazivne 2000, 2005. i 2010. godinu.

Ključne riječi: kratki spoj, prijenosna mreža 400, 220 i 110 kV, Hrvatska.

1. UVOD

U okvirima analize elektroenergetskih mreža proračun maksimalnog kratkog spoja uobičajeno slijedi nakon ispitivanja statičke stabilnosti i naponskih prilika u sustavu. Navedeni proračun se provodi prema standardu IEC 909/1988 za karakteristični simetrični kvar (tropolni kratki spoj) i karakteristični nesimetrični kvar (jednopolni kratki spoj), te stoga traži šire modeliranje elektroenergetskog sustava.

Porast praga kratkospojnih prilika se u elektroenergetskim sustavima prati uobičajeno u petogodišnjim planskim razdobljima. U kontinuitetu sustavnog praćenja razvoja kratkospojnih prilika u prijenosnoj mreži Hrvatske elektroprivrede, u Institutu za elektroprivredu provedeni su proračuni kratkog spoja za (nazivnu) 1985. godinu [1], za (nazivnu) 1990. godinu [2] i (zadnja provedena) za (nazivne) godine 1995. i 2000. [3].

Predmetni materijal /8/ nastavlja analize kratkospojnih naprezanja elektroenergetske opreme u prijenosnoj mreži HEP-a za (nazivne) godine 2005. i 2010., uz ažuriranje mreže (nazivne) 2000. godine.

Pri tome se navedeni materijal oslanja na postojeće (recenzirane) studije razvoja EES-a Hrvatske:

"Predstudija o dugoročnom razvoju veleprijenosne 400 i 220 kV mreže", Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Zagreb, rujan 1996.

"PROHES-prethodni rezultati , viši scenarij razvoja potrošnje", Energetski institut "Hrvoje Požar" d.o.o. Zagreb,srpanj 1995. -

"Power Investment Master Plan¨", Hrvatske elektroprivreda, Energetski institut "Hrvoje Požar" d.o.o. Zagreb, Electricite de France, rujan 1996.

i ostale aktualne studije uklapanja planiranih elektroenergetskih objekata u prijenosnu mrežu HEP-a.

2. KONFIGURACIJA PRIJENOSNE MREŽE 400, 220 I 110 kV HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE U PLANU DO NAZIVNE 2010. GODINE

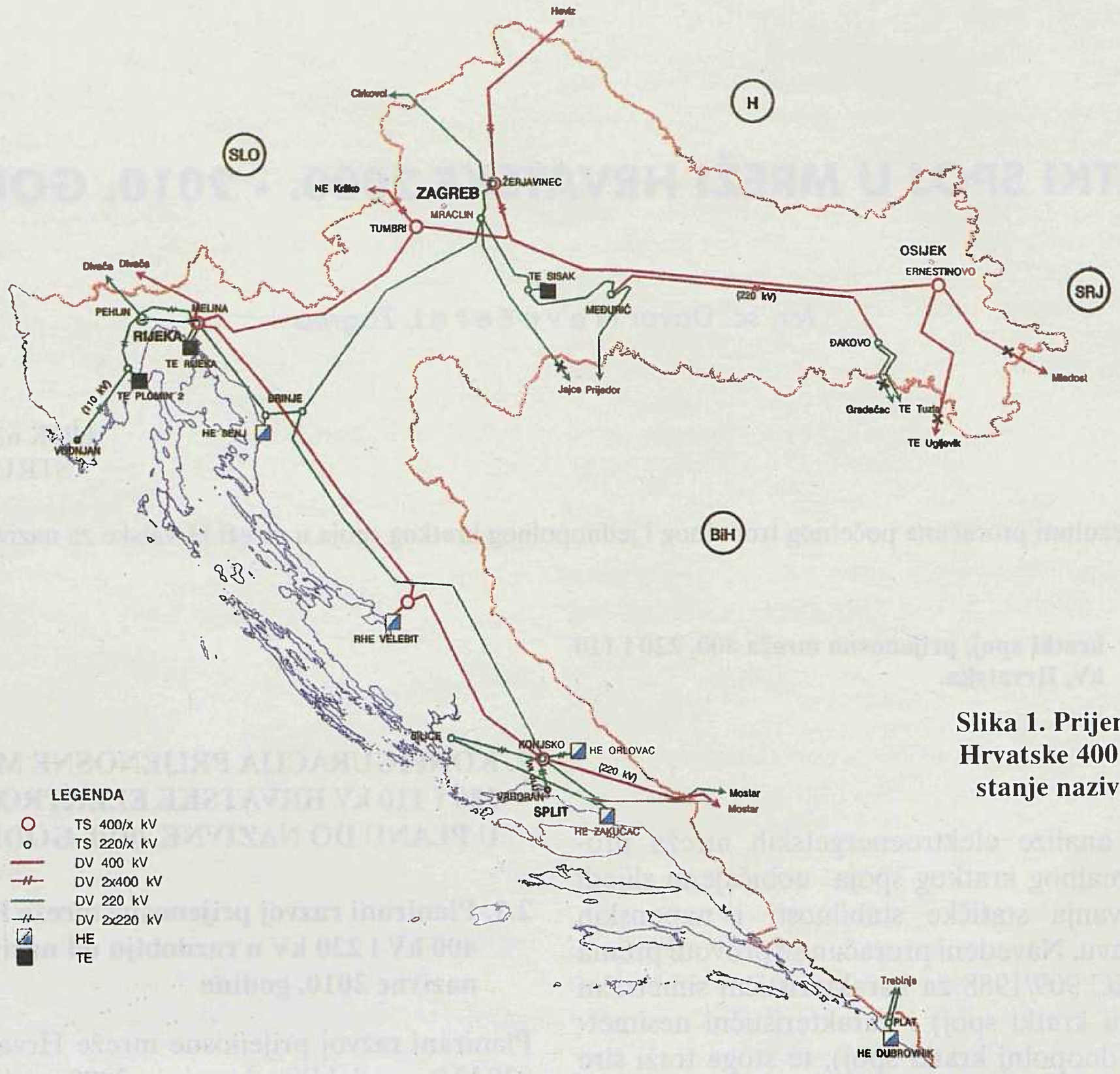
2.1. Planirani razvoj prijenosne mreže Hrvatske 400 kV i 220 kV u razdoblju od nazivne 2000. do nazivne 2010. godine

Planirani razvoj prijenosne mreže Hrvatske 400 kV i 220 kV u razdoblju od nazivne 2000. godine do nazivne 2010. godine prikazan je na slikama 1-3.

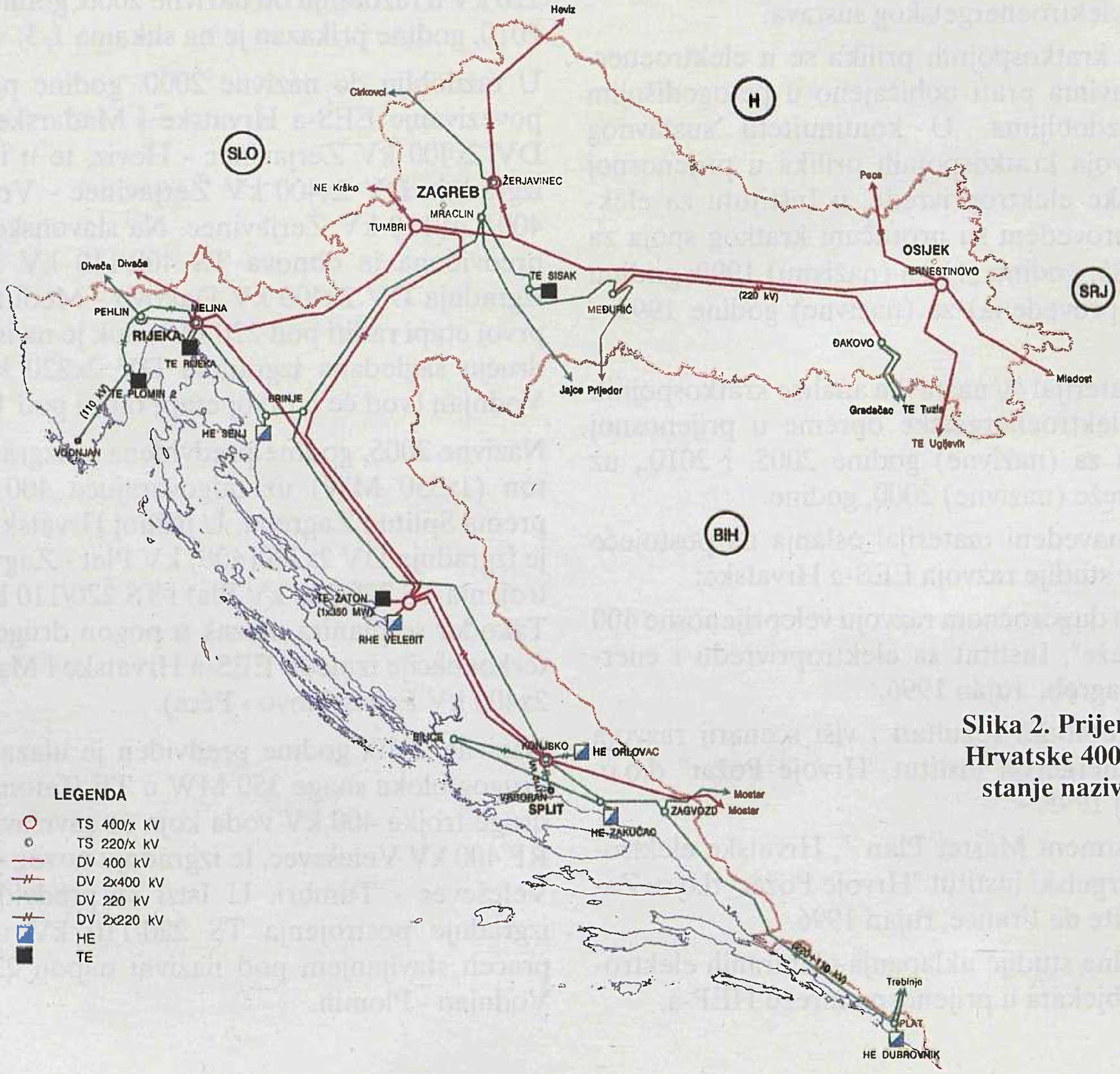
U razdoblju do nazivne 2000. godine predviđeno je povezivanje EES-a Hrvatske i Mađarske izgradnjom DV 2x400 kV Zerjavinec - Heviz, te u istom paketu izgradnja DV 2x400 kV Žerjavinec - Veleševec i TS 400/220/110 kV Žerjavinec. Na slavonskom području predviđena je obnova TS 400/110 kV Ernestinovo, izgradnja DV 2x400 kV Đakovo - Međurić (vod će u prvoj etapi raditi pod 220 kV), dok je na istarskom području sagledana izgradnja DV 2x220 kV Plomin - Vodnjan (vod će u prvoj etapi raditi pod 110 kV).

Nazivne 2005. godine predviđena je izgradnja TE Zaton (1x350 MW) uz odgovarajuće 400 kV vodove prema Splitu i Zagrebu. U južnoj Hrvatskoj sagledana je izgradnja DV 2x220(400) kV Plat - Zagvozd, te postrojenja TS 220/110 kV Plat i TS 220/110 kV Zagvozd. Također se planira ulazak u pogon druge 400 kV interkonekcije između EES-a Hrvatske i Mađarske (DV 2x400 kV Ernestinovo - Pécs).

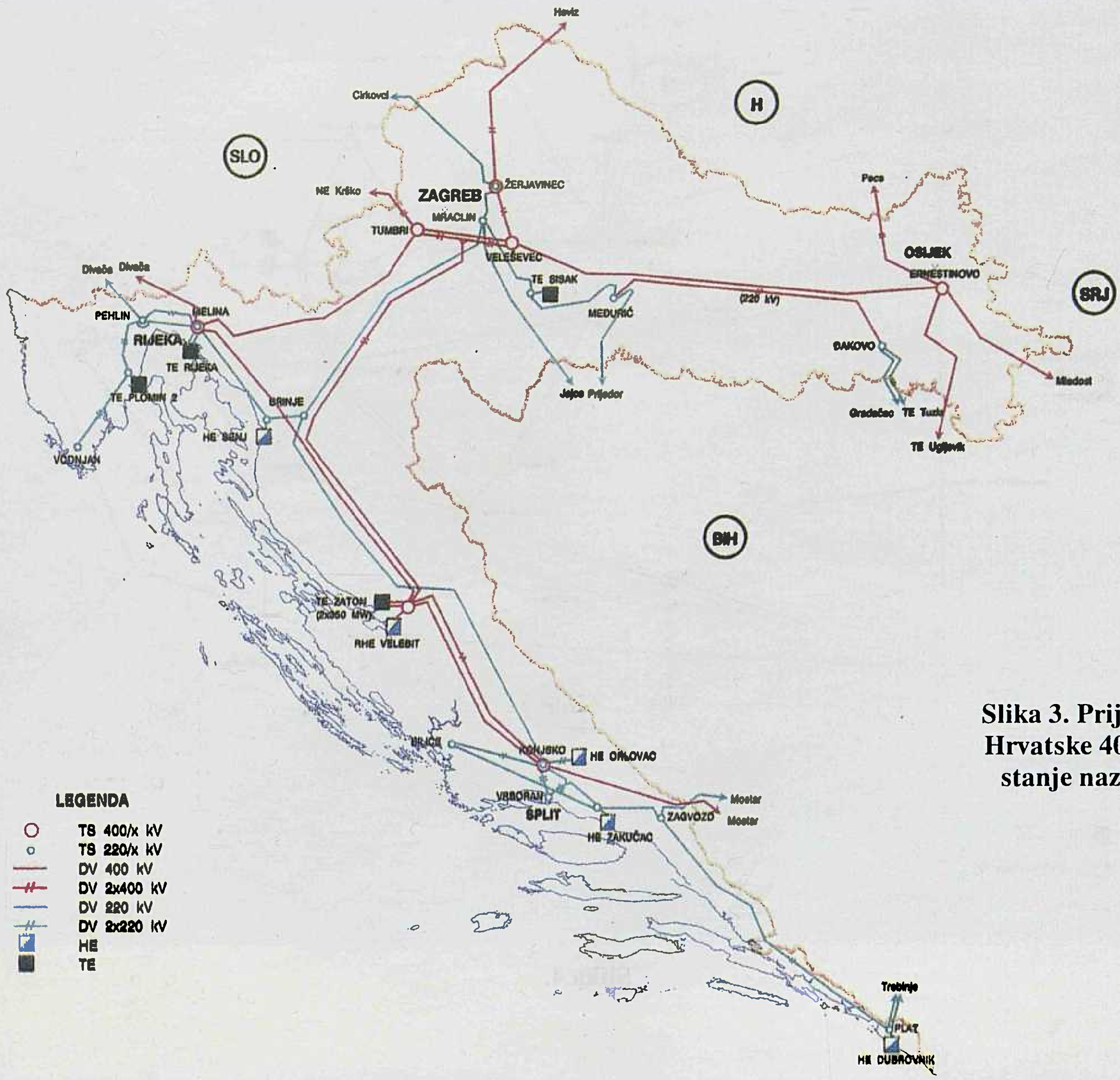
Nazivne 2010. godine predviđen je ulazak u pogon i drugog bloka snage 350 MW u TE Zaton, opremanje druge trojke 400 kV voda koja će završavati u novom RP 400 kV Veleševec, te izgradnja novog 400 kV voda Veleševec - Tumbri. U Istri se predviđa završetak izgradnje postrojenja TS 220/110 kV u Vodnjanu praćen stavljanjem pod nazivni napon 220 kV voda Vodnjan - Plomin.



Slika 1. Prijenosna mreža Hrvatske 400 kV i 220 kV stanje nazivne 2000. g.



Slika 2. Prijenosna mreža Hrvatske 400 kV i 220 kV stanje nazivne 2005. g.



Slika 3. Prijenosna mreža Hrvatske 400 kV i 220 kV stanje nazivne 2010. g.

2.2. Planirani razvoj 110 kV mreže Hrvatske u razdoblju od nazivne 2000. do nazivne 2010. godine

Planirani razvoj prijenosne mreže Hrvatske 110 kV u razdoblju od nazivne 2000. godine do nazivne 2010. godine prikazan je po pojedinim prijenosnim poduzećima Hrvatske elektroprivrede.

Planirani razvoj prijenosne mreže Hrvatske 110 kV na području PrP Osijek za nazivne 2000., 2005. i 2010. godinu prikazan je na slikama 4-6.

Planirani razvoj prijenosne mreže Hrvatske 110 kV na području PrP Opatija za nazivne 2000., 2005. i 2010. godinu prikazan je na slikama 7-9.

Planirani razvoj prijenosne mreže Hrvatske 110 kV na području PrP Split za nazivne 2000., 2005. i 2010. godinu prikazan je na slikama 10-12.

Planirani razvoj prijenosne mreže Hrvatske 110 kV na području PrP Zagreb za nazivne 2000., 2005. i 2010. godinu prikazan je na slikama 13-15.

Prema tome, prvi broj kod oznaka pojedinih slika odnosi se na pojedino prijenosno područje, a drugi broj na nazivnu godinu.

Općenito razvoj 110 kV mreže karakterizira porast uzamčenosti mreže izgradnjom novih vodova unutar pojedinih prijenosnih poduzeća, koji je posljedica izgradnje novih proizvodnih i transformatorskih stanica na 110 kV razini.

3. MATEMATIČKI MODEL PRORAČUNA KRATKOG SPOJA

Proračun kratkog spoja proveden je prema [4] i [5], uz pretpostavku napona prije nastanka kvara jednakim nazivnom naponu pomnoženom sa naponskim faktorom c = 1.1 .

Struje u čvorištu k gdje je nastao kvar određuju se prema matričnom izrazu:

$$I_{k(F)}^{sim} = Y_F^{sim}(1 + Z_{kk}^{sim} Y_F^{sim})^{-1} E_{k(0)}^{sim} \qquad (1)$$

Naponi u čvorištu k određuju se prema izrazu:

$$U_{k(F)}^{sim} = (1 + Z_{kk}^{sim} Y_F^{sim})^{-1} E_{k(0)}^{sim} \qquad (2)$$

U izrazima (1) i (2) pojedine matrice u sustavu simetričnih komponenata (sim) imaju sljedeće značenje:

- Z_{kk} = vlastita impedancija čvorišta k
- $E_{k(0)}$ = vektor napona prije nastanka kvara
- sim = općenita oznaka za simetrične komponenta
- Y_F = matrica kvara /5/, slijedećeg iznosa za tropolni i jednopolni kratki spoj:

tropolni kratki spoj

y_F

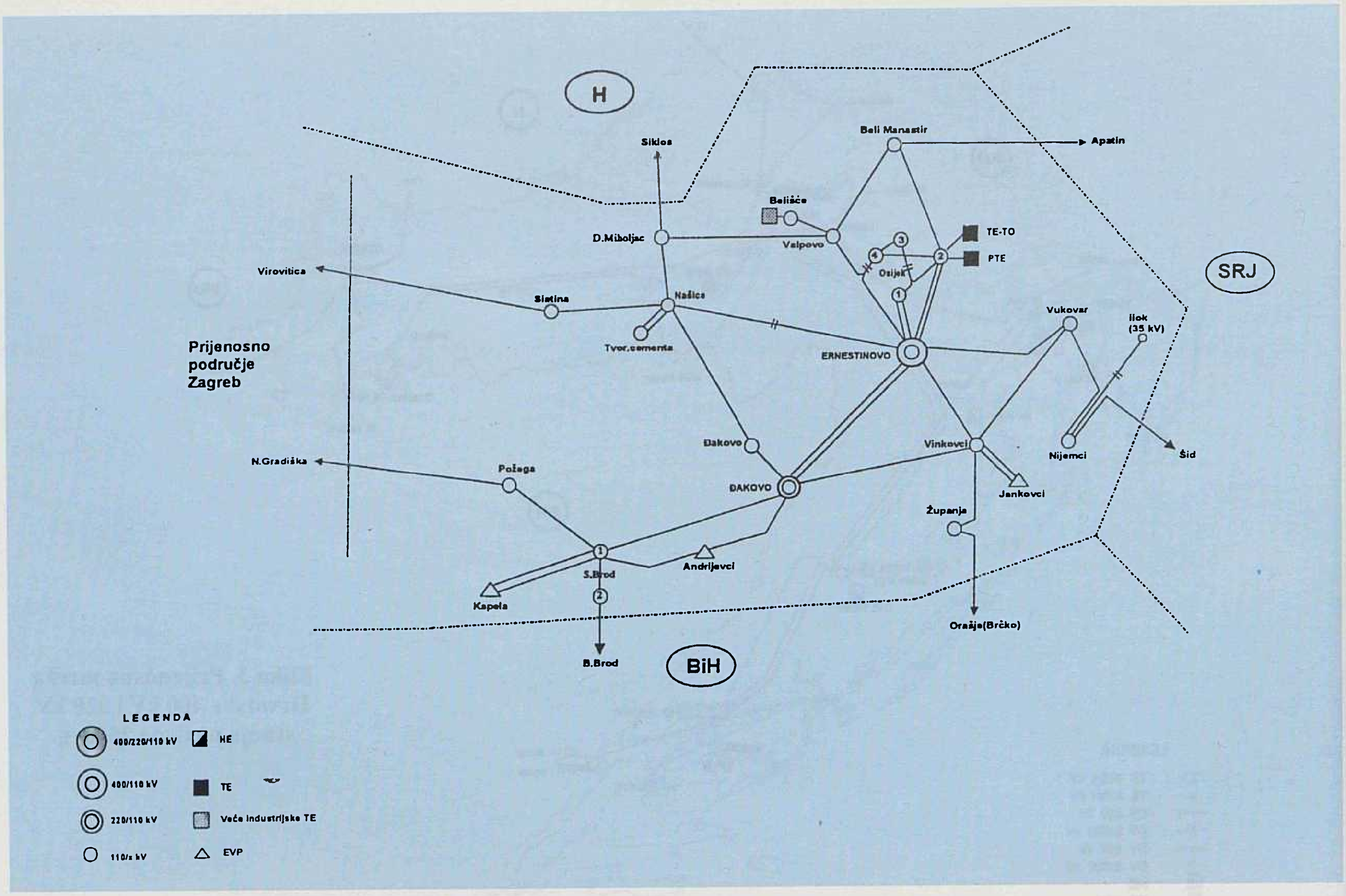
0	0	0
0	1	0
0	0	1

jednopolni kratki spoj

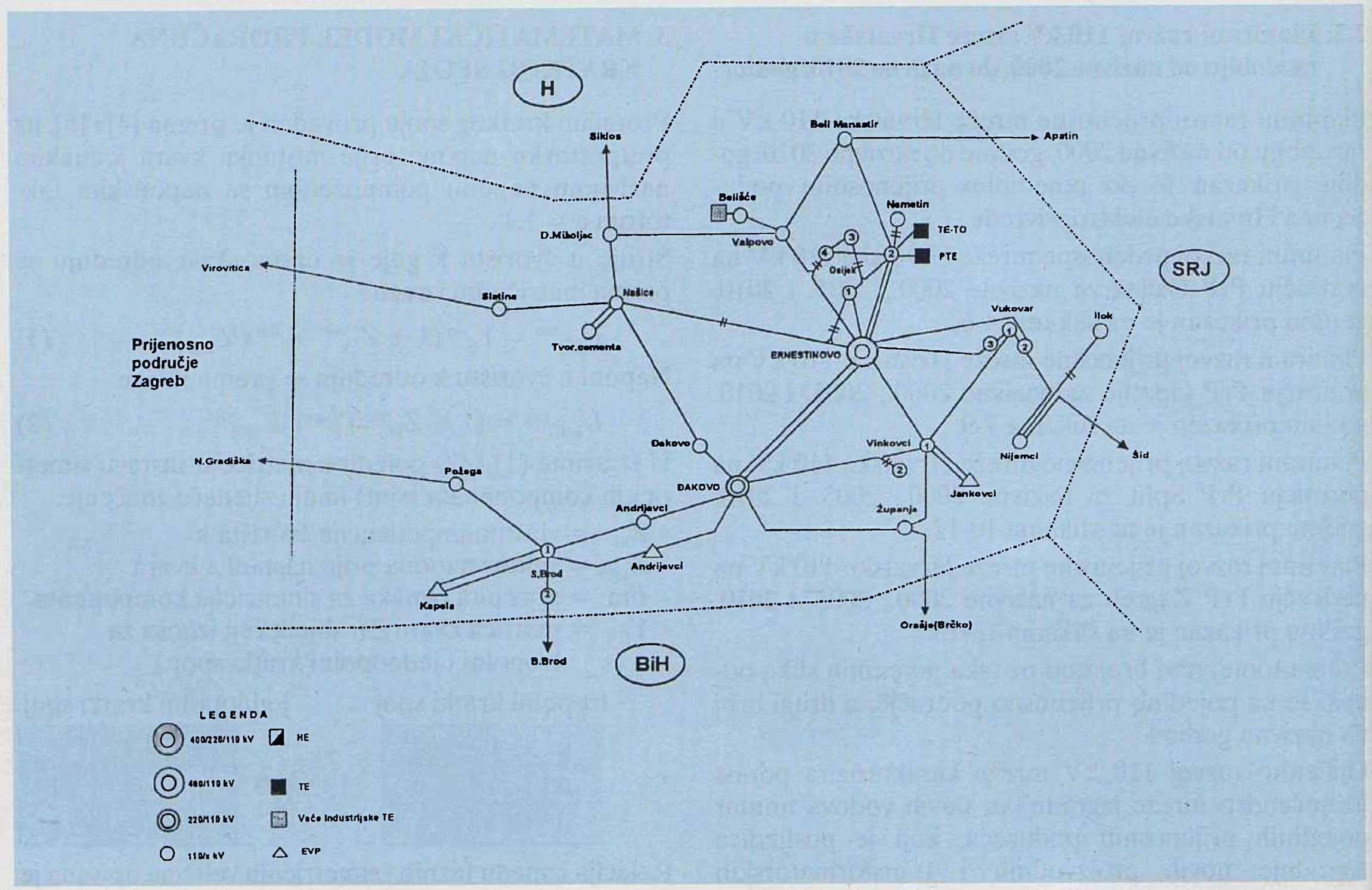
$y_F/3$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

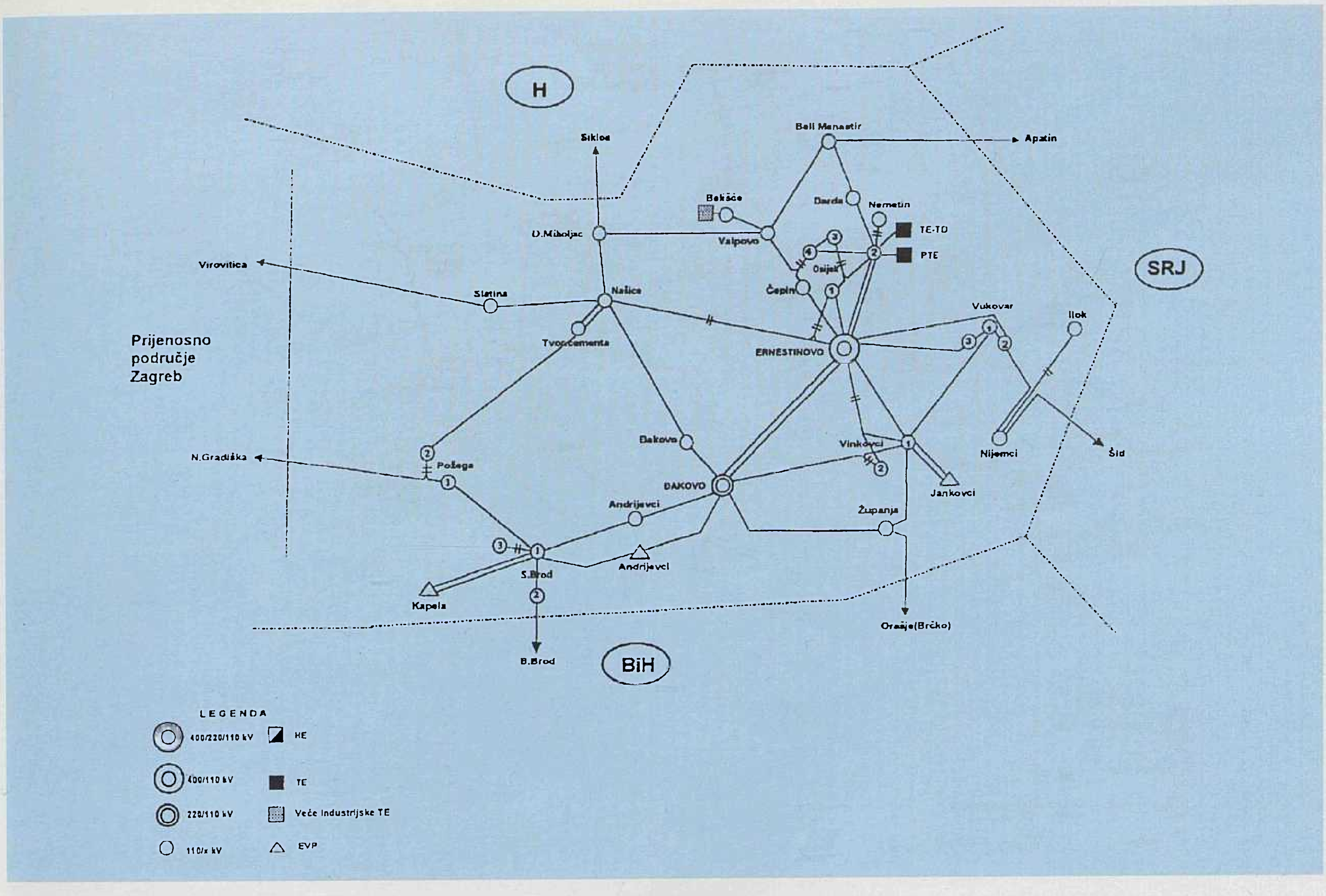
Relacija između faznih i simetričnih veličina opisana je Fortescueovom matricom transformacija $T: A^{faz} = TA^{sim}$



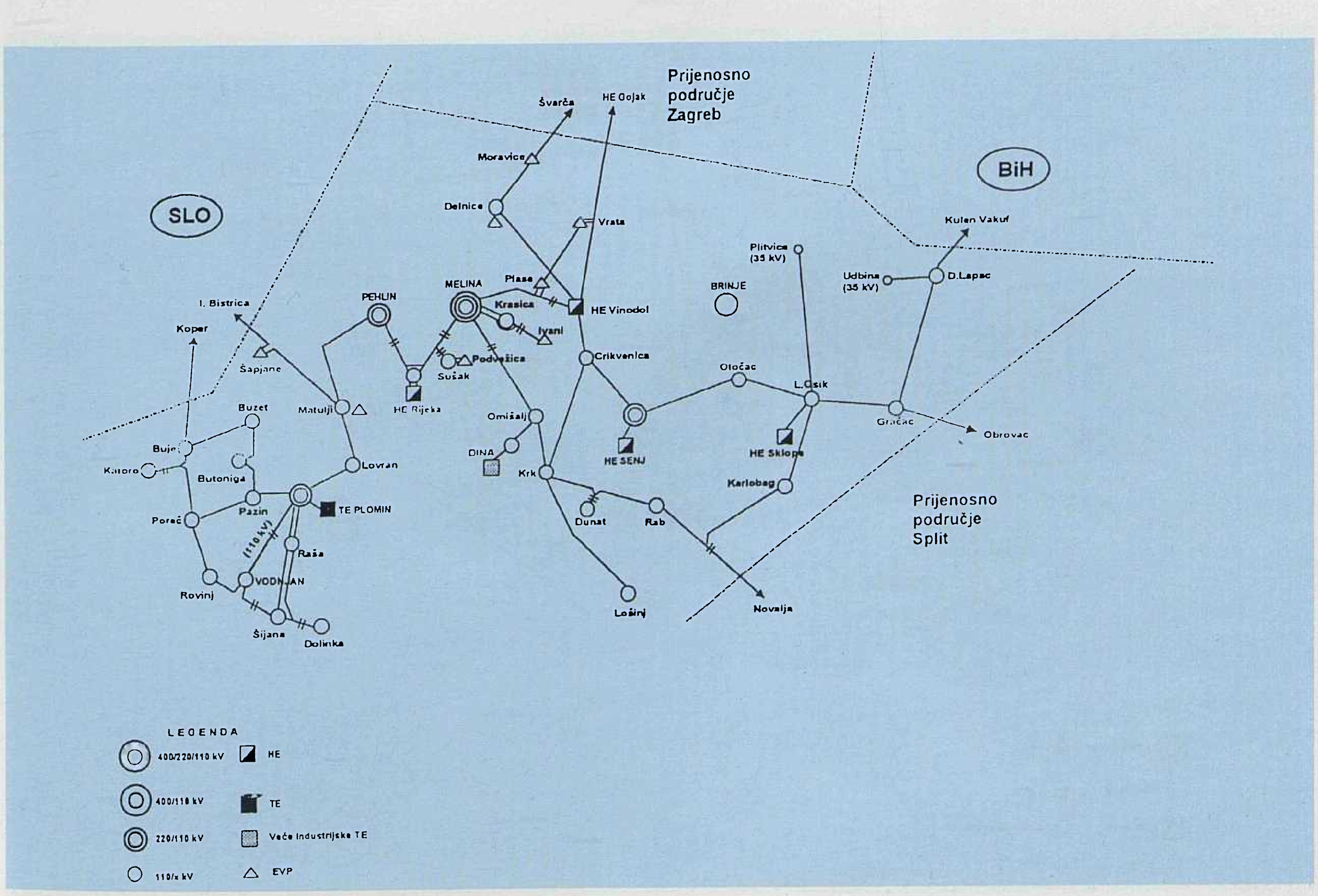
Slika 4.



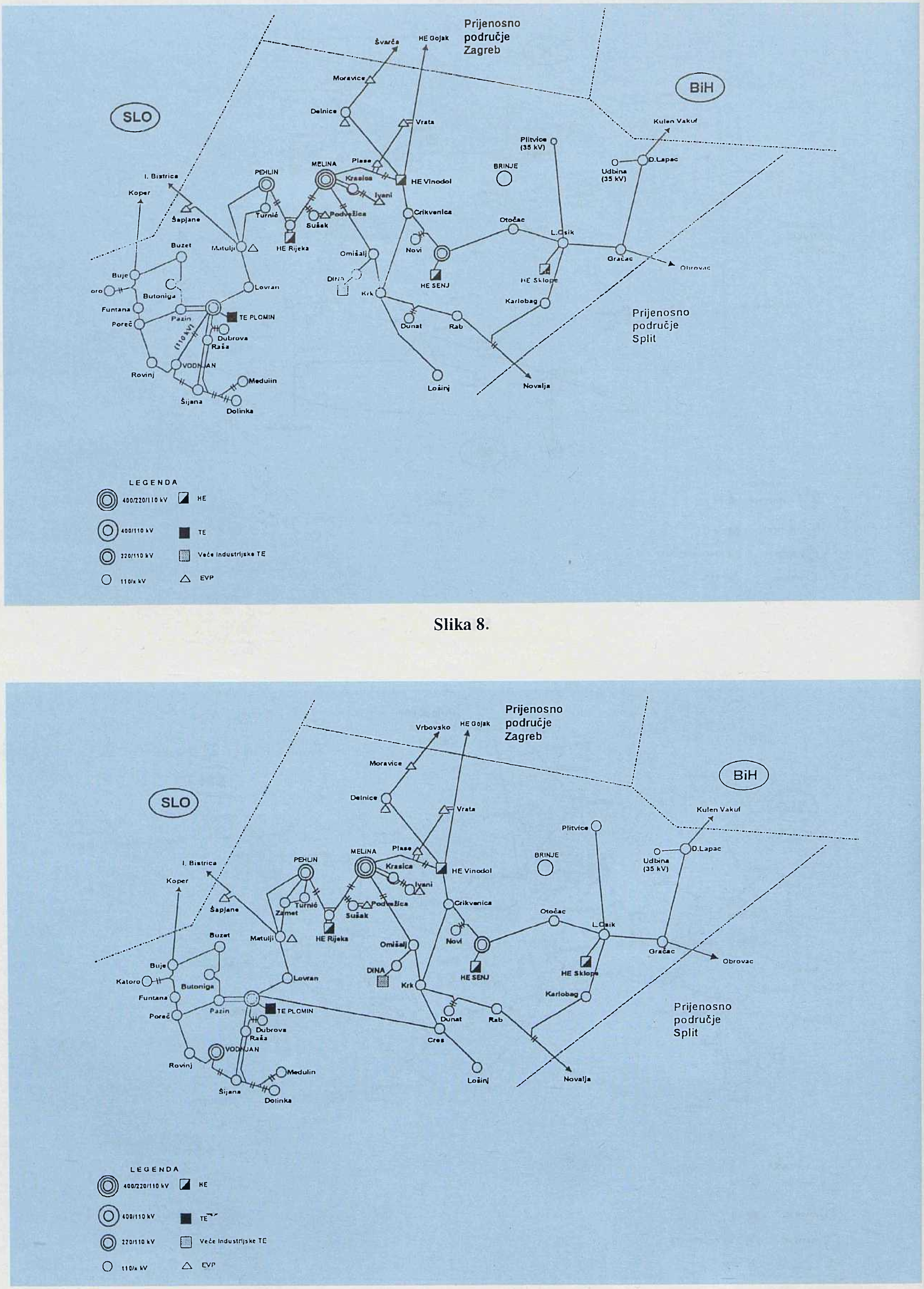
Slika 5.



Slika 6.

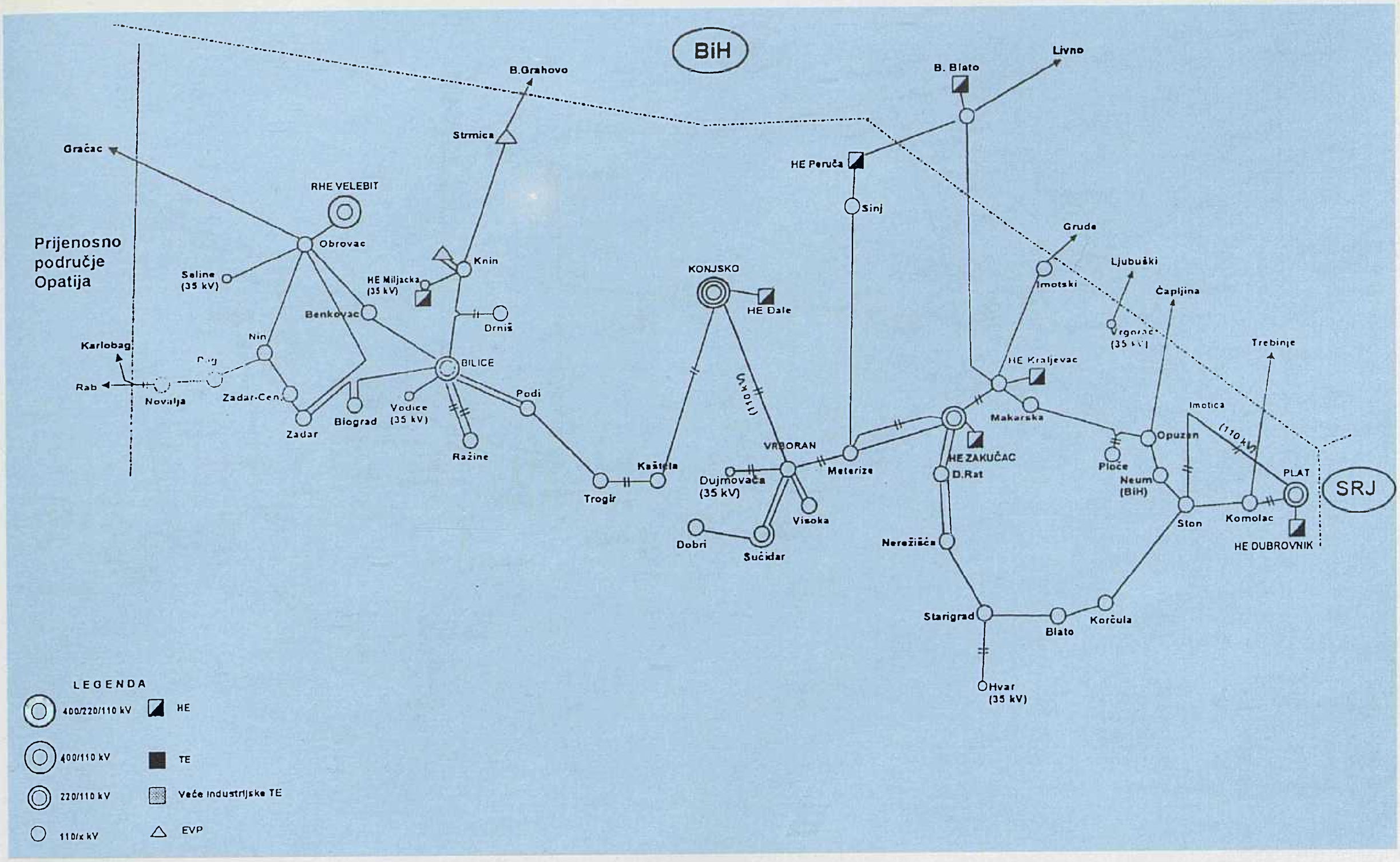


Slika 7.

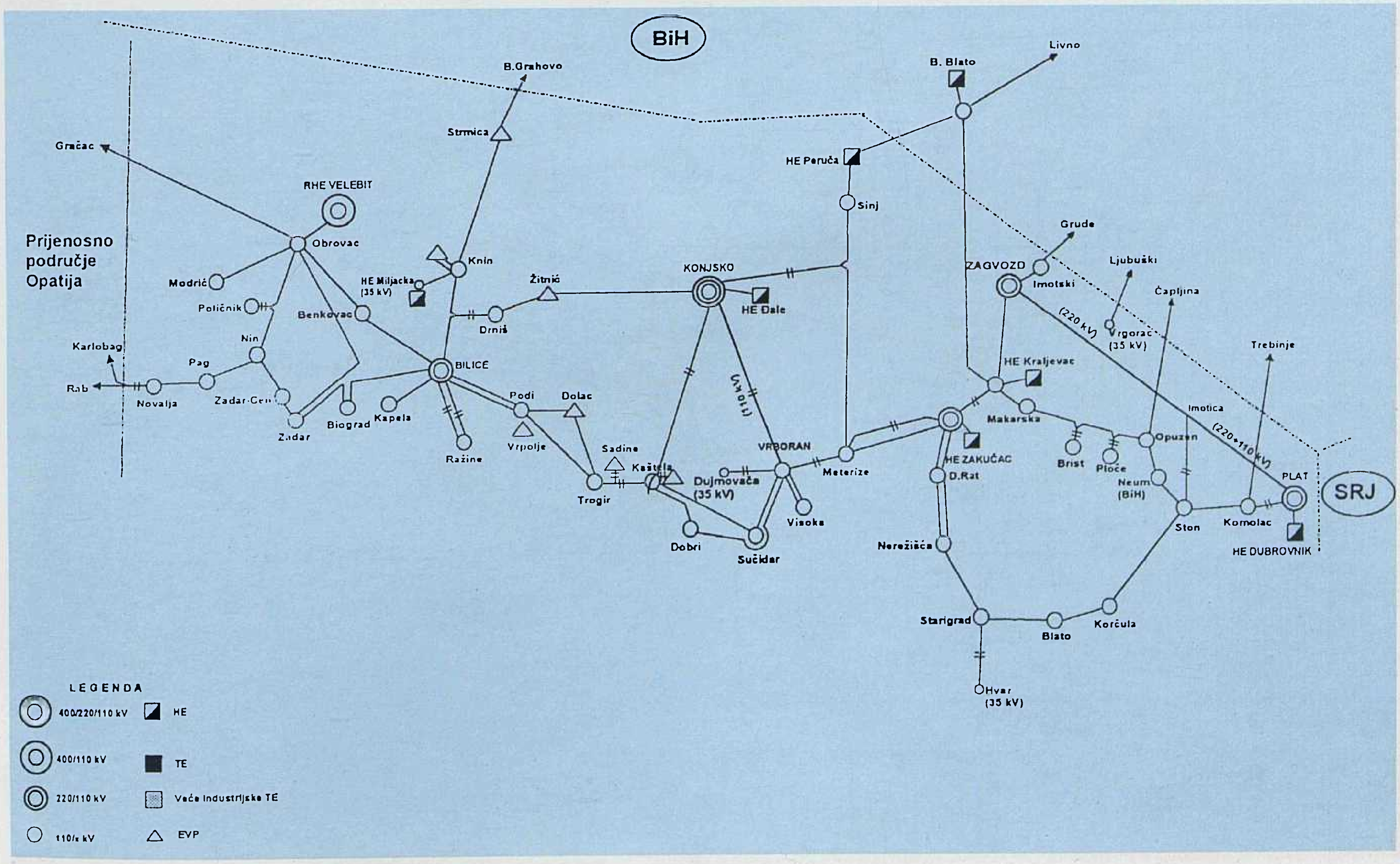


Slika 8.

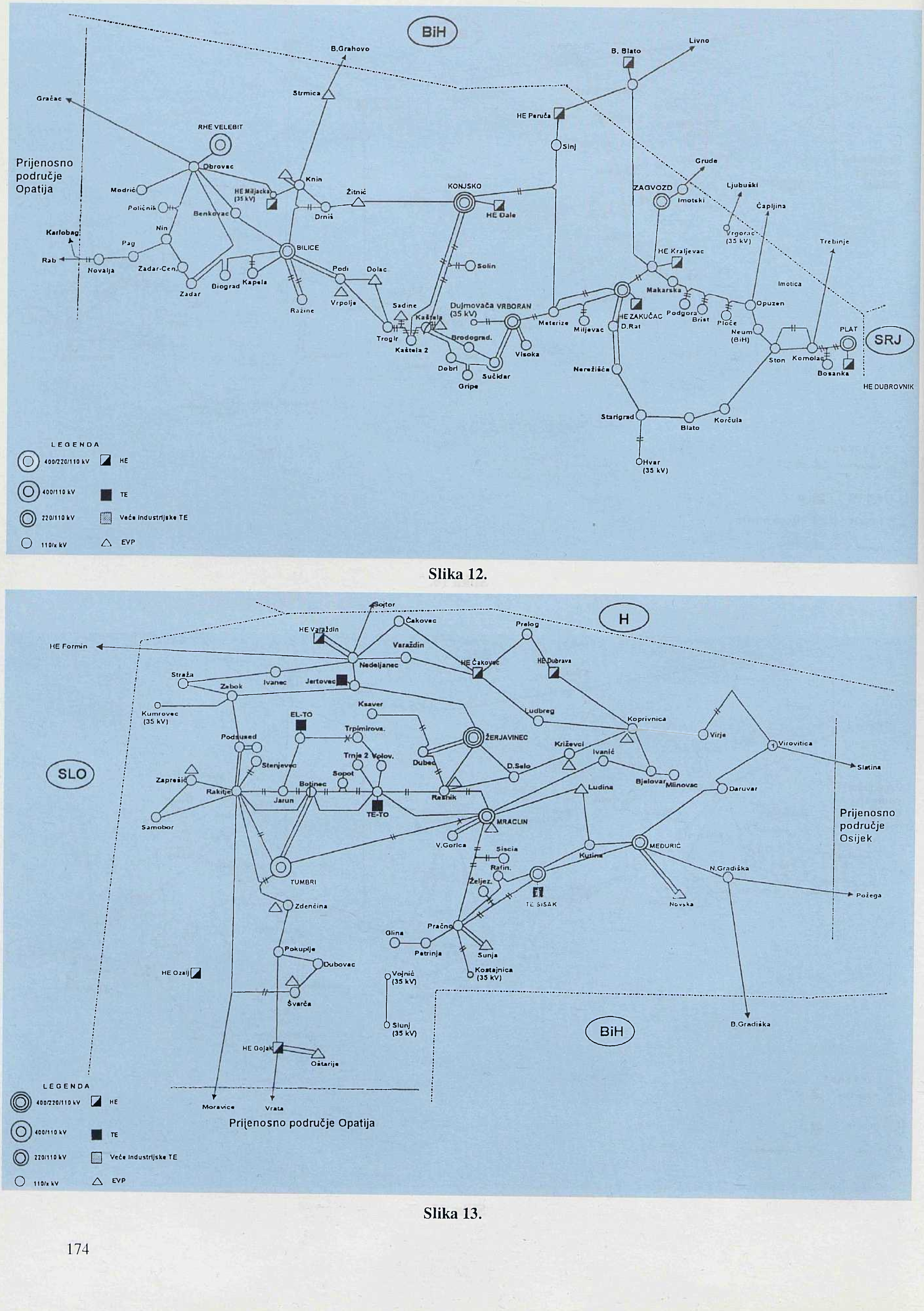
Slika 9.



Slika 10.

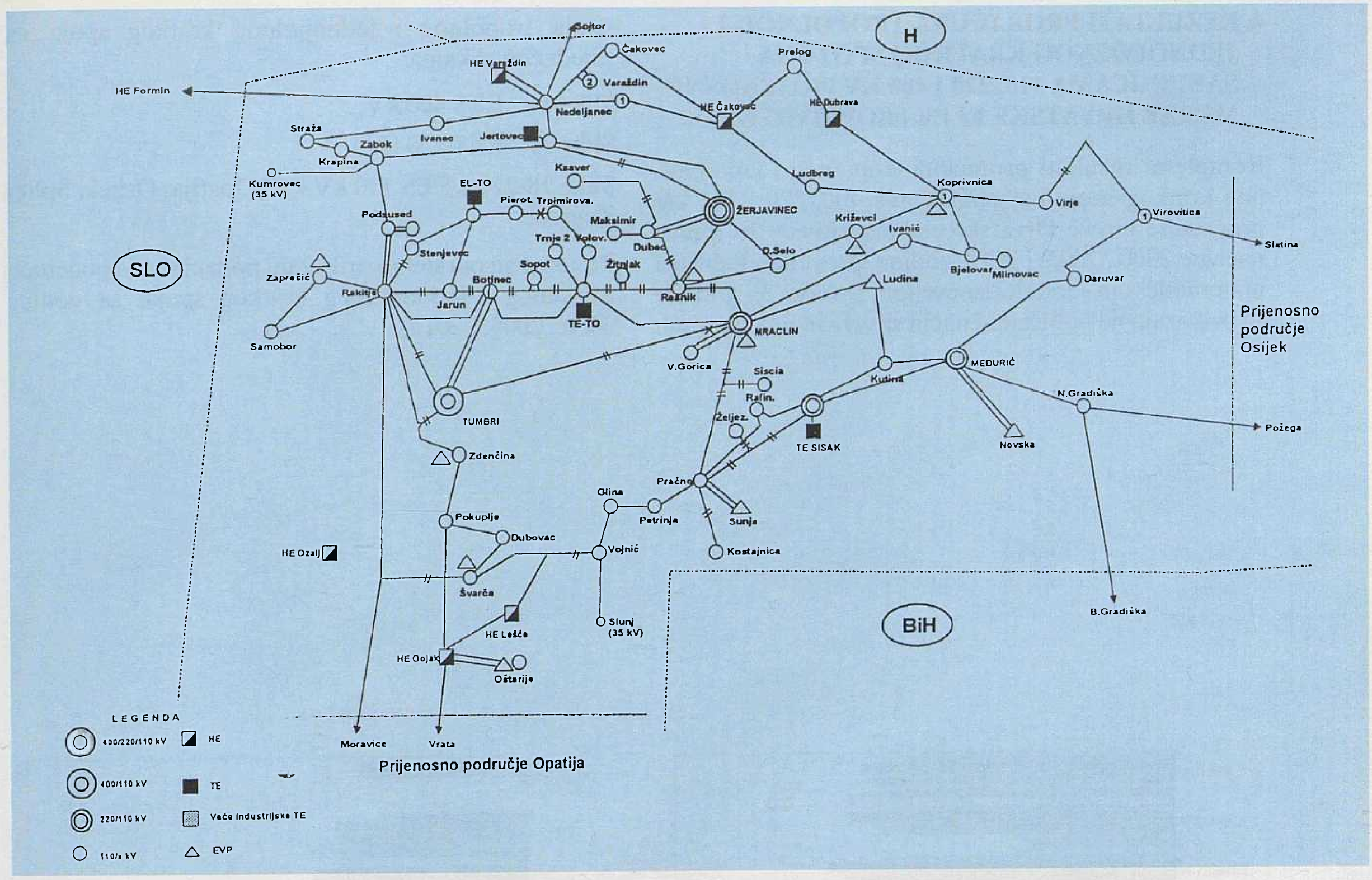


Slika 11.

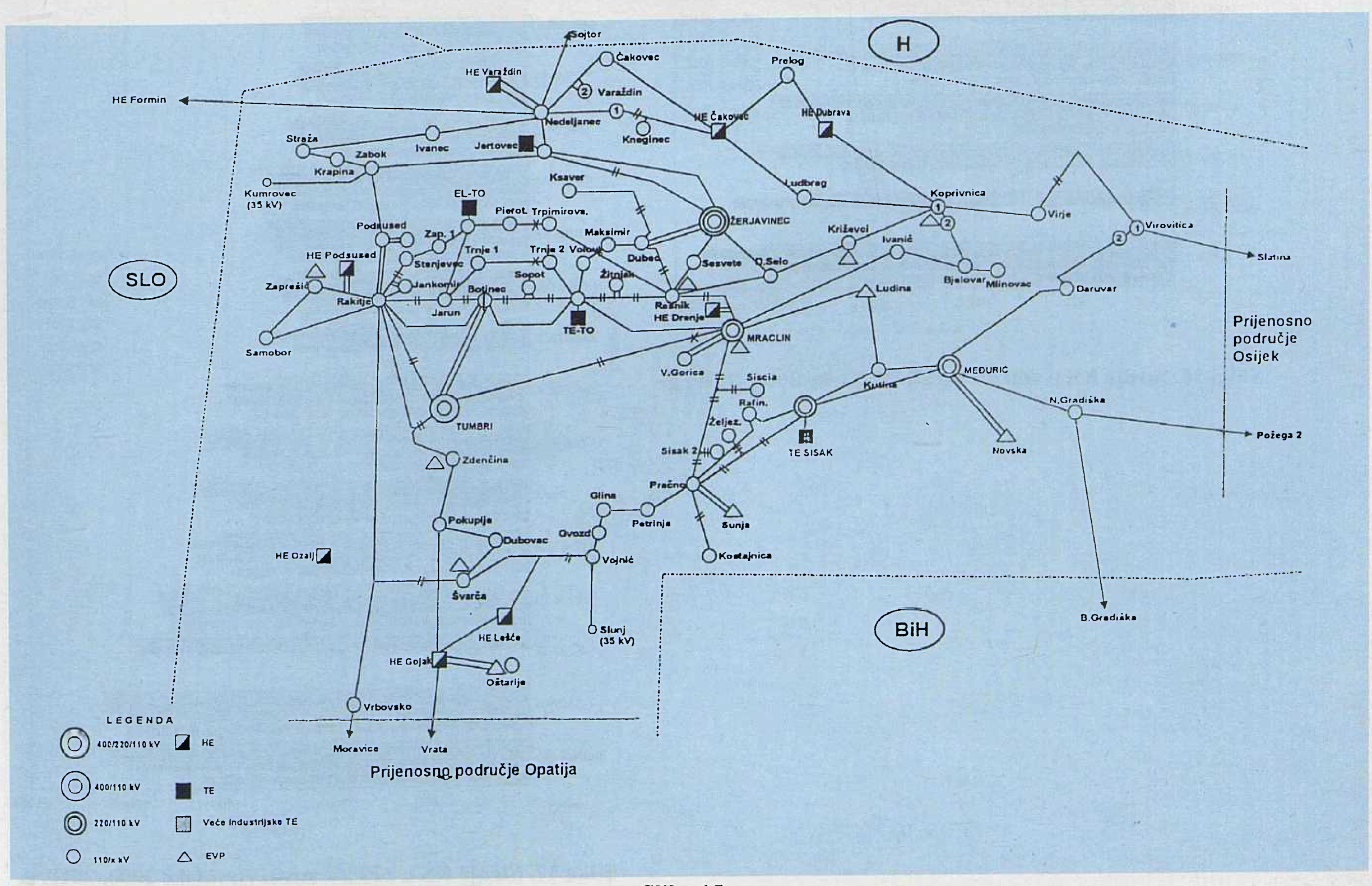


Slika 12.

Slika 13.



Slika 14.



Slika 15.

4. REZULTATI PRORAČUNA TROPOLNOG I JEDNOPOLNOG KRATKOG SPOJA NA SABIRNICAMA 110, 220 I 400 KV PRIJENOSNE MREŽE HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

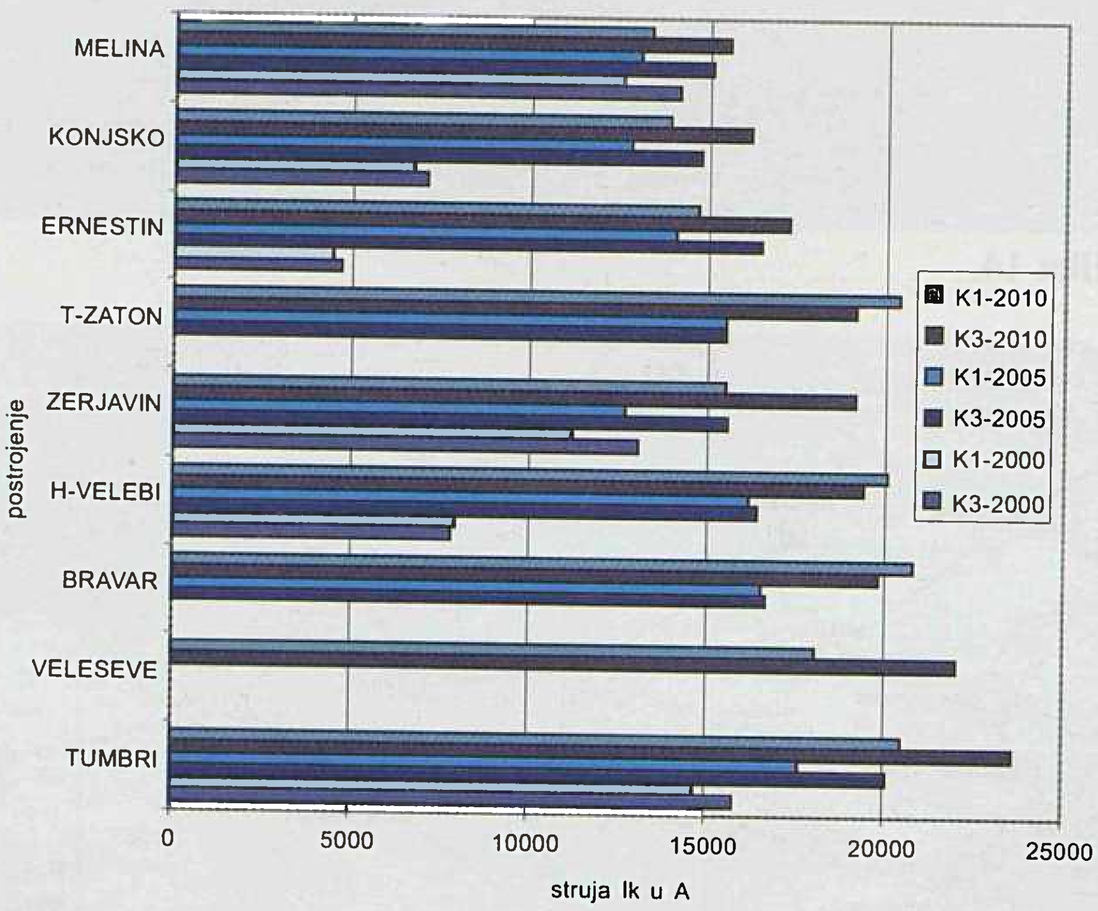
Kompletni rezultati proračuna tropolnog i jednopolnog kratkog spoja na sabirnicama 400, 220 i 110 kV prijenosne mreže Hrvatske elektroprivrede za mreže nazivne 2000., 2005. i 2010. godine, provedenih prema matematičkom modelu iznesenom u točki 3., grafički su prikazani na uobičajeni način sa veličinama ukupnih struja tropolnog i jednopolnog kratkog spoja na slijedećim slikama:

Slika 16 - EES 400 kV,

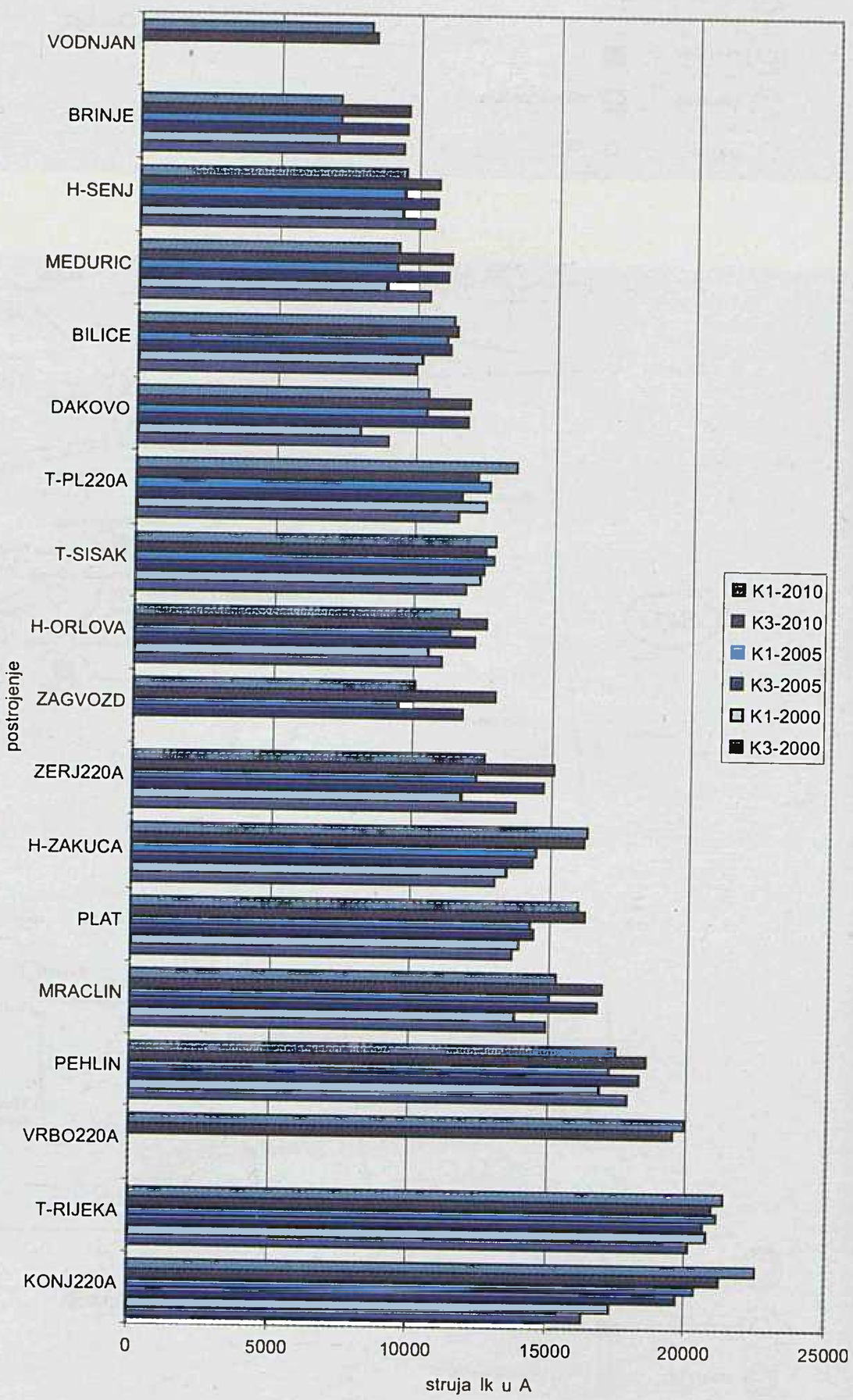
Slika 17 - EES 220 kV i

Slike 18-21 za EES 110 kV PrP Opatija, Osijek, Split i Zagreb.

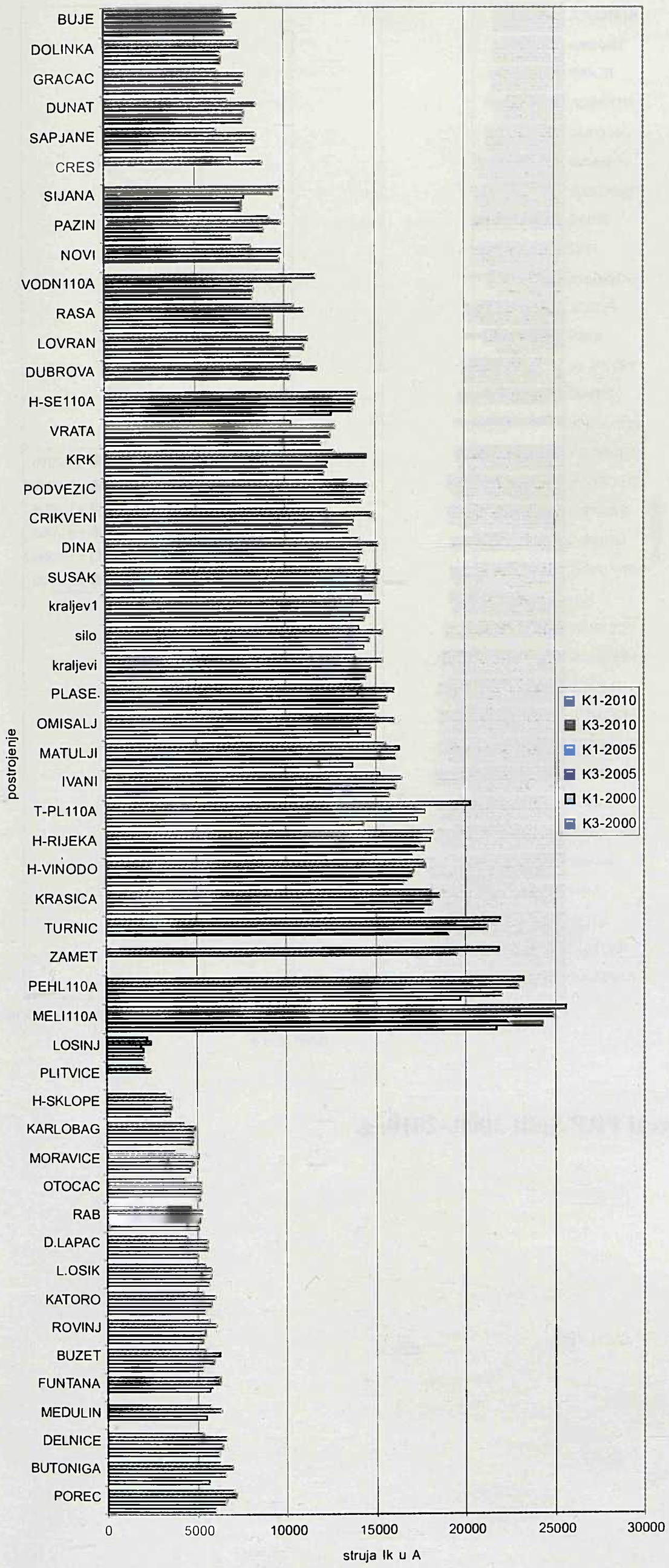
Pri tome su paralelno prikazani podaci struja početnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja, za godine 2000., 2005. i 2010.



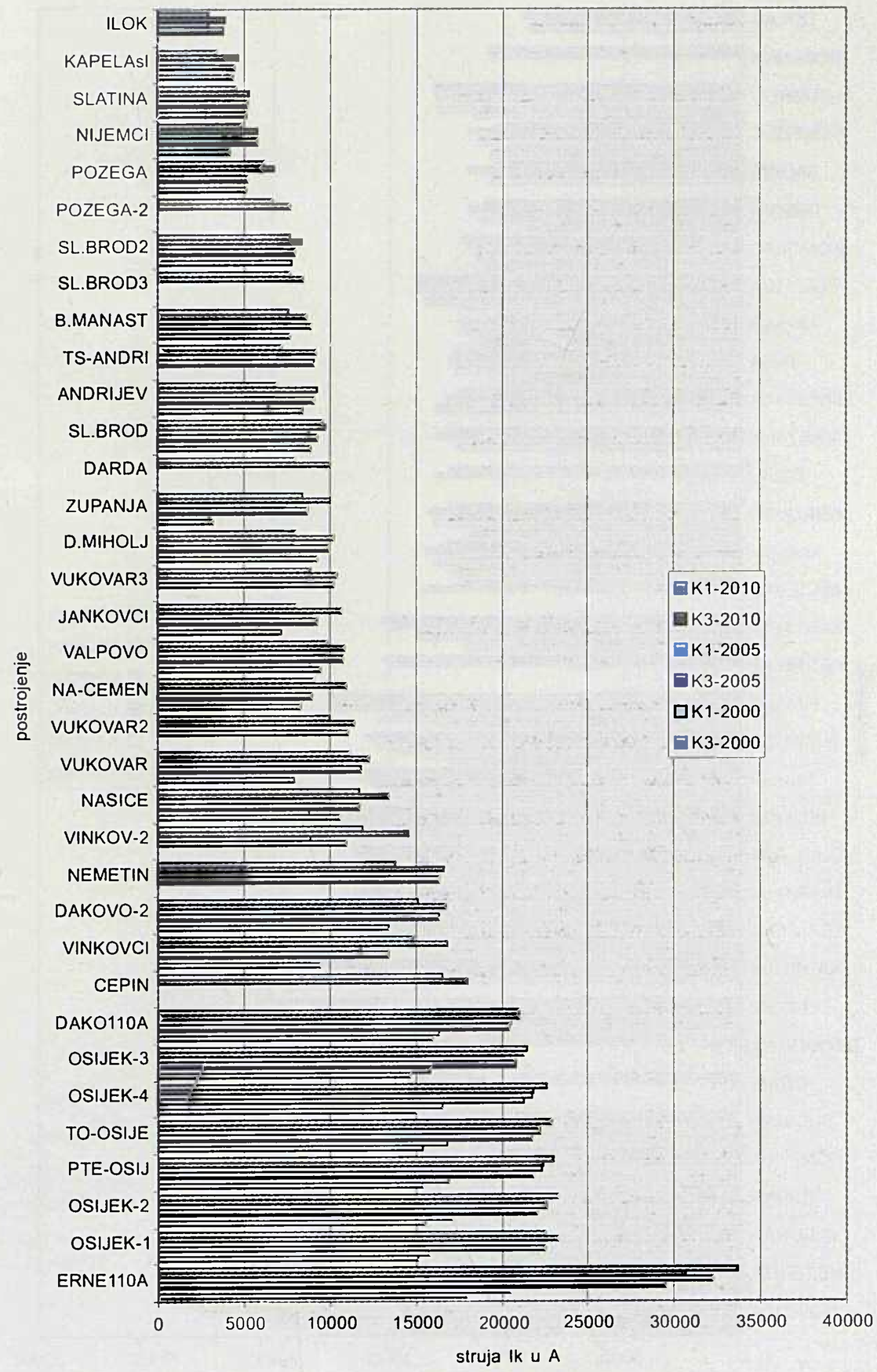
Slika 16. Struje KS u 400 kV mreži Hrvatske 2000.-2010. g.



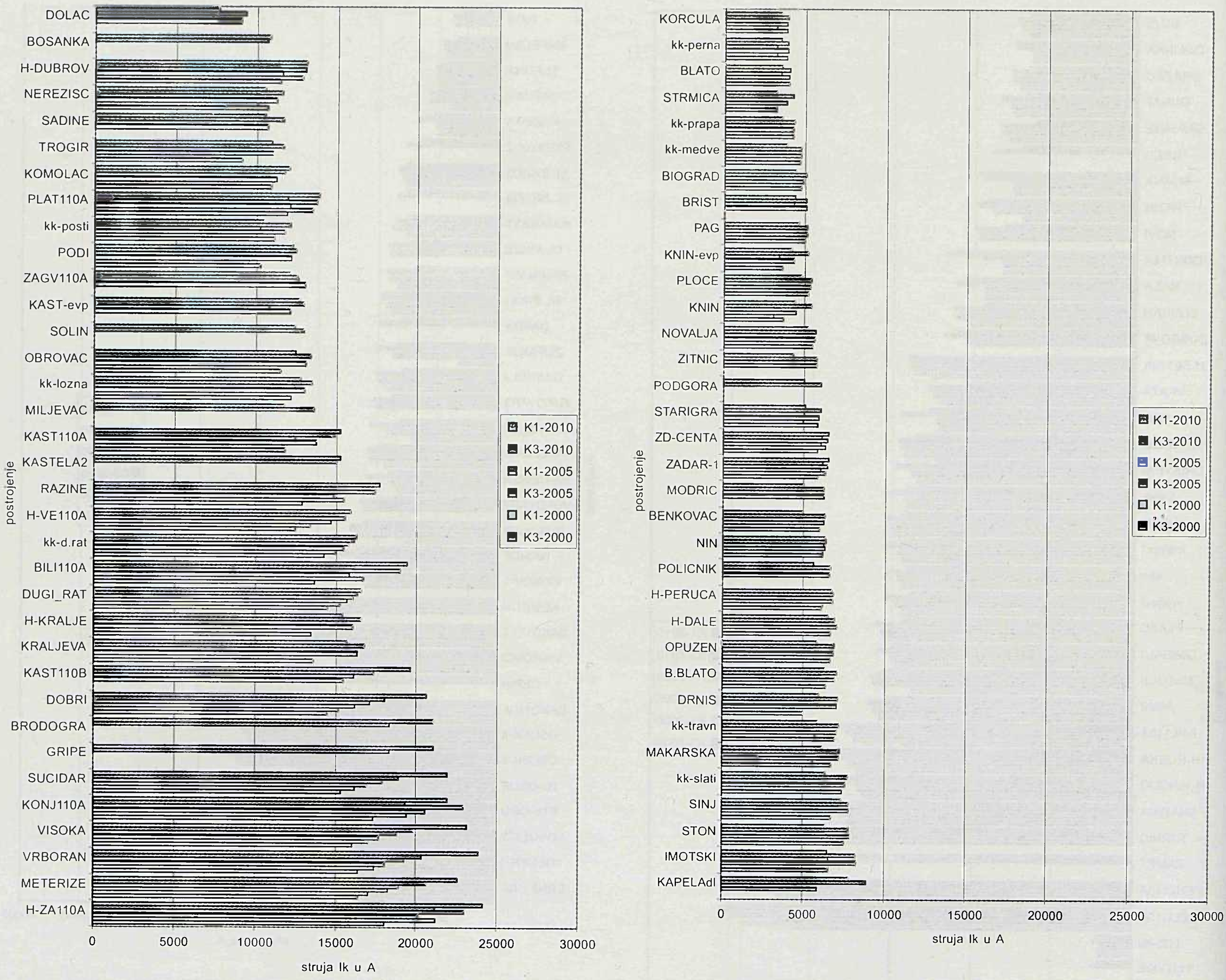
Slika 17. Struje KS u 220 kV mreži Hrvatske 2000.-2010. g.



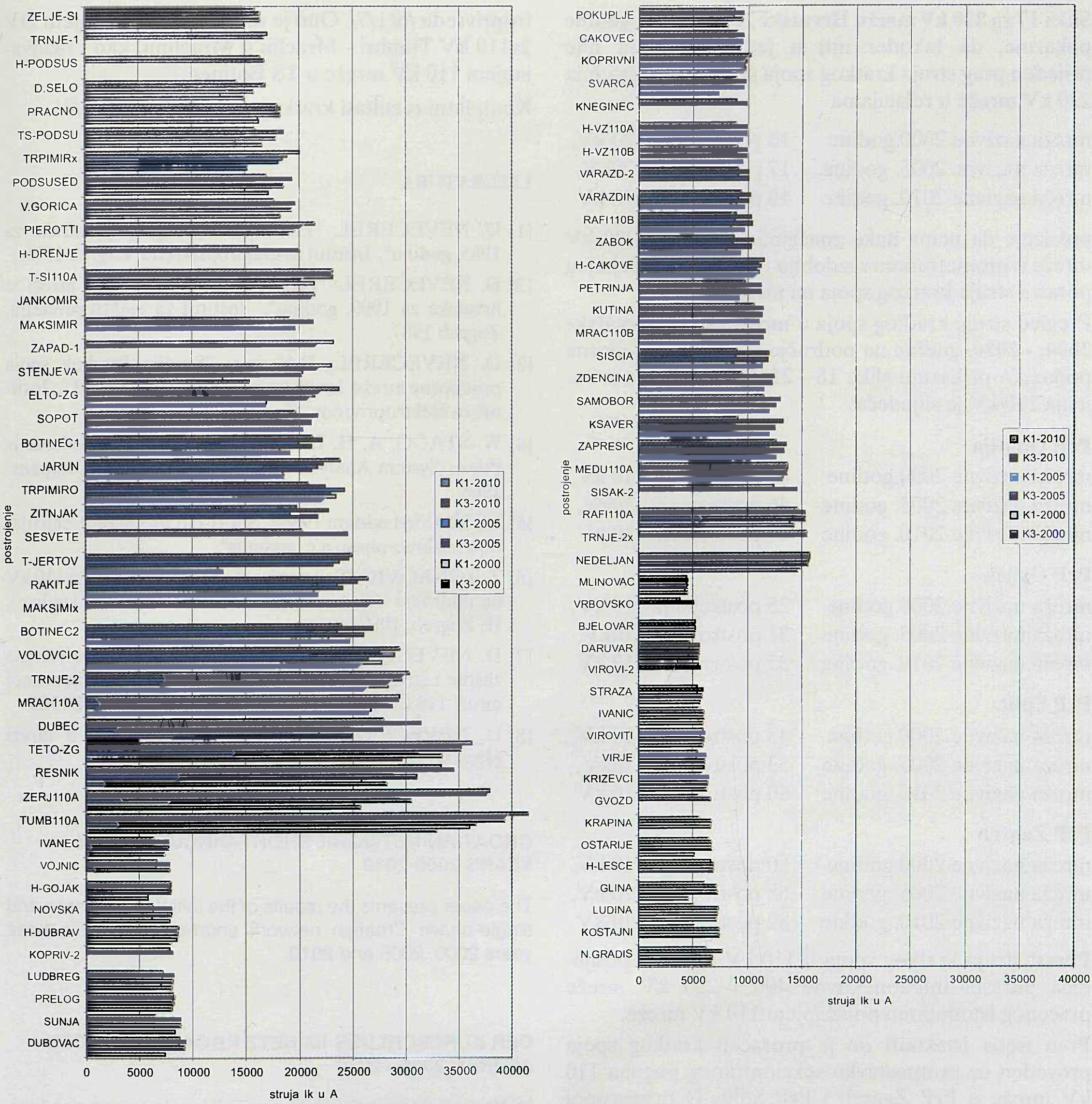
Slika 18. Struje KS u 110 kV mreži PRP Opatija 2000.-2010. g.



Slika 19. Struje KS u 110 kV mreži PRP Osijek 2000.-2010. g.



Slika 20. Struje KS u 110 kV mreži PRP Split 2000.-2010. g.



Slika 21. Struje KS u 11 kV mreži PRP Zagreb 2000.-2010. g.

5. ZAKLJUČAK

Pregled izračunatih veličina početnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja prikazan je na slici 8 za mrežu 400 kV, Slici 9 za mrežu 220 kV, a na slikama 9-12 za mrežu 110 kV (za sva četiri PrP-a), sve za nazivnu 2000. 2005. i 2010. godinu.

Slika 16 za **400 kV mrežu Hrvatske 2000. - 2010. godine** pokazuje da nije niti u jednom slučaju (9 postrojenja 400 kV u mreži nazivne 2010. godine) prijeđen prag struja kratkog spoja od 25 kA. Pri tome je prag od 20 kA prijeđen u 5 postrojenja, dok se ostalih 4 postrojenja nalaze u granicama 15 - 20 kA. Izgradnju novih izvora praćenih pojačanom 400 kV mrežom

mreža nazivne 2000.godine 6 postrojenja 400 kV,
mreža nazivne 2005. godine 8 postrojenja 400kV,
mreža nazivne 2010. godine 9 postrojenja 400 kV

prati znatan porast struja kratkog spoja, uz napomenu da je porast struja kratkog spoja u TS Konjsko i Ernestinovo posljedica ponovne uspostave paralelnog rada s elektroenergetskim okruženjem Bosne i Hercegovine i Jugoslavije.

Slika 17 za **220 kV mrežu Hrvatske 2000, - 2010. godine** pokazuje, da također niti u jednom slučaju nije prijeđen prag struja kratkog spoja od 25 kA. Izgradnja 220 kV mreže u relacijama

mreža nazivne 2000.godine	16 postrojenja 220 kV,
mreža nazivne 2005. godine	17 postrojenja 220kV,
mreža nazivne 2010. godine	19 postrojenja 220 kV

pokazuje da nema neke značajnije izgradnje 220 kV mreže u promatranom razdoblju i time niti značajnijeg porasta struja kratkog spoja na nivou 220 kV.

Pregled struja kratkog spoja u **mreži 110 kV Hrvatske 2000, - 2010. godine** na području sva četiti prijenosna poduzeća prikazuju slike 18 - 21. Distribucija postrojenja 110 kV je slijedeća:

PrP Opatija

mreža nazivne 2000.godine	41 postrojenja 110 kV,
mreža nazivne 2005. godine	46 postrojenja 110kV,
mreža nazivne 2010. godine	49 postrojenja 110 kV

PrP Osijek

mreža nazivne 2000.godine	25 postrojenja 110 kV,
mreža nazivne 2005. godine	31 postrojenja 110kV,
mreža nazivne 2010. godine	35 postrojenja 110 kV

PrP Split

mreža nazivne 2000.godine	43 postrojenja 110 kV,
mreža nazivne 2005. godine	53 postrojenja 110kV,
mreža nazivne 2010. godine	60 postrojenja 110 kV

PrP Zagreb

mreža nazivne 2000.godine	60 postrojenja 110 kV,
mreža nazivne 2005. godine	68 postrojenja 110 kV,
mreža nazivne 2010. godine	82 postrojenja 110 kV

Porast struja kratkog spoja u 110 kV mreži je posljedica porasta intekonektivne 400 i 220 kV mreže praćenog istodobnim pojačanjem 110 kV mreže.

Prvo treba istaknuti da je proračun kratkog spoja proveden uz pretpostavku sekcioniranog pogona 110 kV mreže u PrP Zagreb i PrP Split. U prijenosnoj mreži 110 kV poštovana je praksa o izbjegavanju paralelnog rada nadzemnog i kabelskog voda, prvenstveno zbog nejednakih nadomjesnih električnih parametara. Tako je otvorena kabelska petlja Jarun - EL-TO Zagreb - (Pierottijeva) Trpimirova - (Volovčica) - TE-TO Zagreb u TS 110 kV Trpimirova. Također je u nazivnoj 2010. godini otvorena petlja TE-TO - Volovčica - Maksimir - Dubec u TS Maksimir. Isto tako je provedeno sekcioniranje 110 kV mreže na splitskom području u TS 110 kV Kaštela, razdvajanjem interkonektivnih čvorišta Bilice i Vrboran..

Daljnje sekcioniranje 110 kV mreže na području Zagreb - makro (poprečno sekcioniranje) provedeno je zbog zbog pogonskih problema kao i problema relejne zaštite i previsokih struja kratkog spoja. Poprečno sekcioniranje 110 kV mreže na zagrebačkom području analizirano je već ranije u studijama Instituta za elektroprivredu /6/ i /7/. Ono je realizirano otvaranjem DV 2x110 kV Tumbri - Mraclin u Mraclinu, kao i razdvajanjem 110 kV mreže u TS Botinec.

Kompletni rezultati kratkog spoja nalaze se u /8/.

LITERATURA

[1] D. NEVEČEREL: "Proračun kratkog spoja mreže za 1985, godinu", Institut za elektroprivredu, Zagreb 1978.,

[2] D. NEVEČEREL: "Proračun kratkog spoja u mreži sr hrvatske za 1990. godinu", Institut za elektroprivredu, Zagreb 1987.

[3] D. NEVEČEREL, D.Nemec: "Studije kratkog spoja prijenosne mreže hrvatske za godine 1995. i 2000.", Institut za elektroprivredu, Zagreb 1992.

[4] W. STAGG, A. H. El.-ABIAD: "Computer Methods iz Power System Analysis", McGraW-Hill Book Company, 1968.

[5] EC 909/First edition 1988.: "Short-circuit current calculation in three-phase a.c. systems".

[6] Z. TONKOVIĆ: "Sekcioniranje prijenosne mreže 110 kV na području Zagreb-makro (elektroenergetske analize), IE Zagreb, 1987.

[7] D. NEVEČEREL, G. JERBIĆ: "Problematika relejne zaštite i struja kratkog spoja u sekcioniranoj prijenosnoj mreži 110 kV na području Zagreb - makro", IE I/1989

[8] D. NEVEČEREL: "Proračun kratkog spoja u mreži Hrvatske 2005- i 2010. godine", (IE, III/1999.)

CROATIAN NETWORK SHORT-CIRCUIT IN THE YEARS 2000-2010

The paper presents the results of the initial three-phase and single-phase Croatian network short-circuit for the base years 2000, 2005 and 2010.

DER KURZSCHLUSS IM NETZ KROATIENS IN DEN JAHREN 2000 - 2010

Im Vortrag sind die Ergebnisse der Berechnungen des Drei- und Eipoligen Kurzschlusses im Netz Kroatiens für die Nennjahre 2000, 2005 ond 2010 dargestellt.

Naslov pisca:

mr. sc. Davor Nevečerel, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu i energetiku,
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-05-04.

PILOT PROJEKT SUSTAVA ZA LOCIRANJE ATMOSFERSKIH PRAŽNJENJA U REALNOM VREMENU

Mr. sc. Lahorko W a g m a n n, Ivan-Goran K u l i š, Zagreb – dr. sc. Janko K o s m a č, Ljubljana

UDK 621.316.91:551.51
STRUČNI ČLANAK

Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb pokrenuo je pilot projekt sustava za lociranje atmosferskih pražnjenja u realnom vremenu. Sustav se temelji na azimutnoj metodi. Pilot projekt ima obrazovnu svrhu i treba ga smatrati prijelaznim korakom ka integraciji u internacionalni sustav. Stečena znanja koristit će se i nakon integracije u međunarodni sustav za lociranje atmosferskih pražnjenja.

Ključne riječi: **atmosferska pražnjenja, lociranje, azimutna metoda.**

1. UVOD

Energetski institut "Hrvoje Požar" pokrenuo je pilot projekt za lociranje atmosferskih pražnjenja u realnom vremenu.

Razlog pokretanja pilot projekta je dobivanje točnijih podataka o broju, lokaciji i amplitudi atmosferskog izbijanja od do sada dostupnih. Podaci će se koristiti pri projektiranju različitih tehničkih sustava i objekata osjetljivih na atmosferska izbijanja, njihovom održavanju te otklanjanju kvarova.

Svrha pilot projekta je prikupljanje iskustava i školovanje kadrova za vođenje takvog sustava. Usvojena znanja i razvijeni programi koristit će se i nakon uključivanja u europsku mrežu sustava.

Krajnji cilj projekta je izgradnja nacionalnog sustava i uključivanje u europsku mrežu sustava za lociranje atmosferskih pražnjenja.

2. METODE LOCIRANJA ATMOSFERSKIH PRAŽNJENJA

U svijetu se već duže vremena koriste sustavi za lociranje atmosferskih pražnjenja. Ovi sustavi se temelje na otkrivanju elektromagnetskog vala koji nastaje uslijed pražnjenja između oblaka, odnosno između oblaka i zemlje.

Prilikom izjednačavanja potencijala između oblaka i zemlje počne se između ionosfere i zemlje širiti elektromagnetski val. Značajke ovog vala su strmo čelo i položen hrbat. Taj se val od točke udara širi po zemljinoj površini u koncentričnim krugovima. Čelo vala doseže tjemenu vrijednost obično za nekoliko mikrosekundi, dok hrbat vala doseže polovičnu vrijednost tjemena za nekoliko desetina mikrosekundi. Vršne vrijednosti struja jako se razlikuju. Mogu biti od nekoliko kiloampera do 150 kiloampera. Veće vrijednosti su malo vjerojatne.

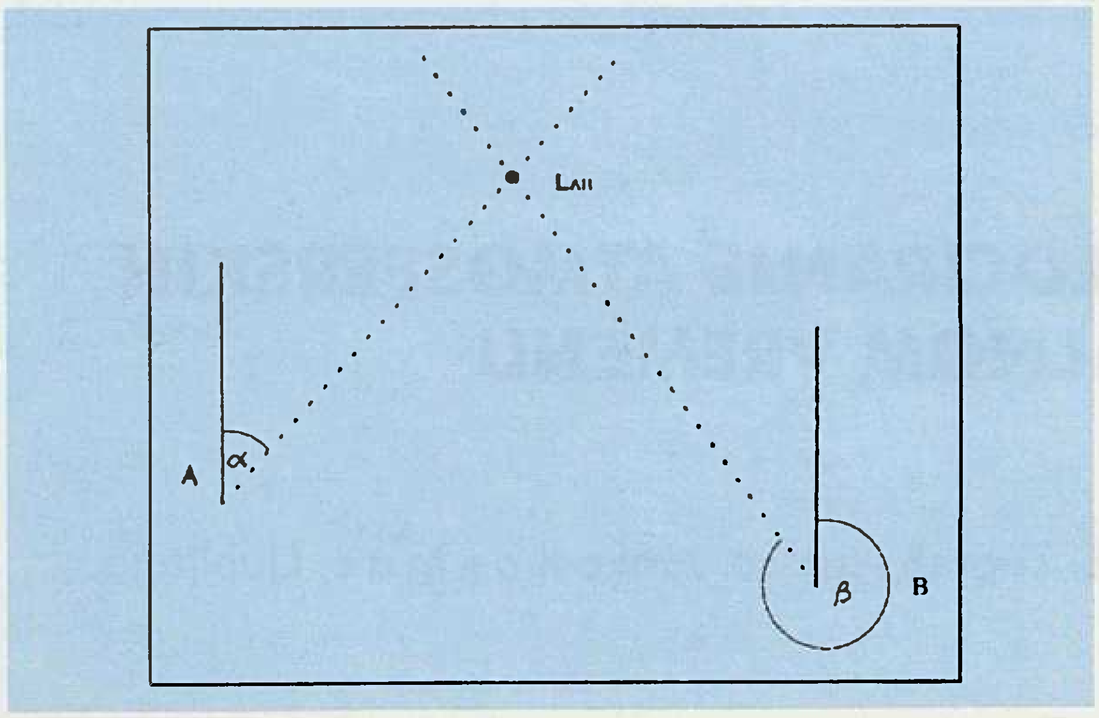
Metode za lociranje atmosferskih pražnjenja obično se dijele na:

- azimutnu metodu (MDF – Magnetic Direction Finding), koja mjeri azimut (kut) između antene i mjesta atmosferskog pražnjenja,
- vremensku metodu (TOA – Time Of Arrival), gdje senzori mjere apsolutno vrijeme otkrića udarnog vala,
- interferometrična metoda, koja djeluje na osnovi mjerenja razlike otkrića vala s dvije dipolne antene,
- hibridna ili IMPACT metoda (TOA – MDF objedinjeni), koja je najnovija.

3. AZIMUTNA METODA

Metoda za lokaciju atmosferskog pražnjenja ugrađenog sustava temelji se na azimutnom principu koji će se u nastavku ukratko opisati. Kod pojave atmosferskog pražnjenja dolazi do širenja elektromagnetskih valova u koncentričnim krugovima. Senzori registriraju pravac iz kojeg im dolazi elektromagnetski val te mjere azimut tog pravca, sl. 1. Na osnovi azimuta izmjerenih pomoću najmanje dva senzora, u računalu koje prima podatke, izračunava se lokacija atmosferskog pražnjenja. Instalirani senzori su proizvod američke firme Lightning Location & Protection Inc. s deklariranom pogreškom mjerenog kuta $\pm 1^{\circ}$.

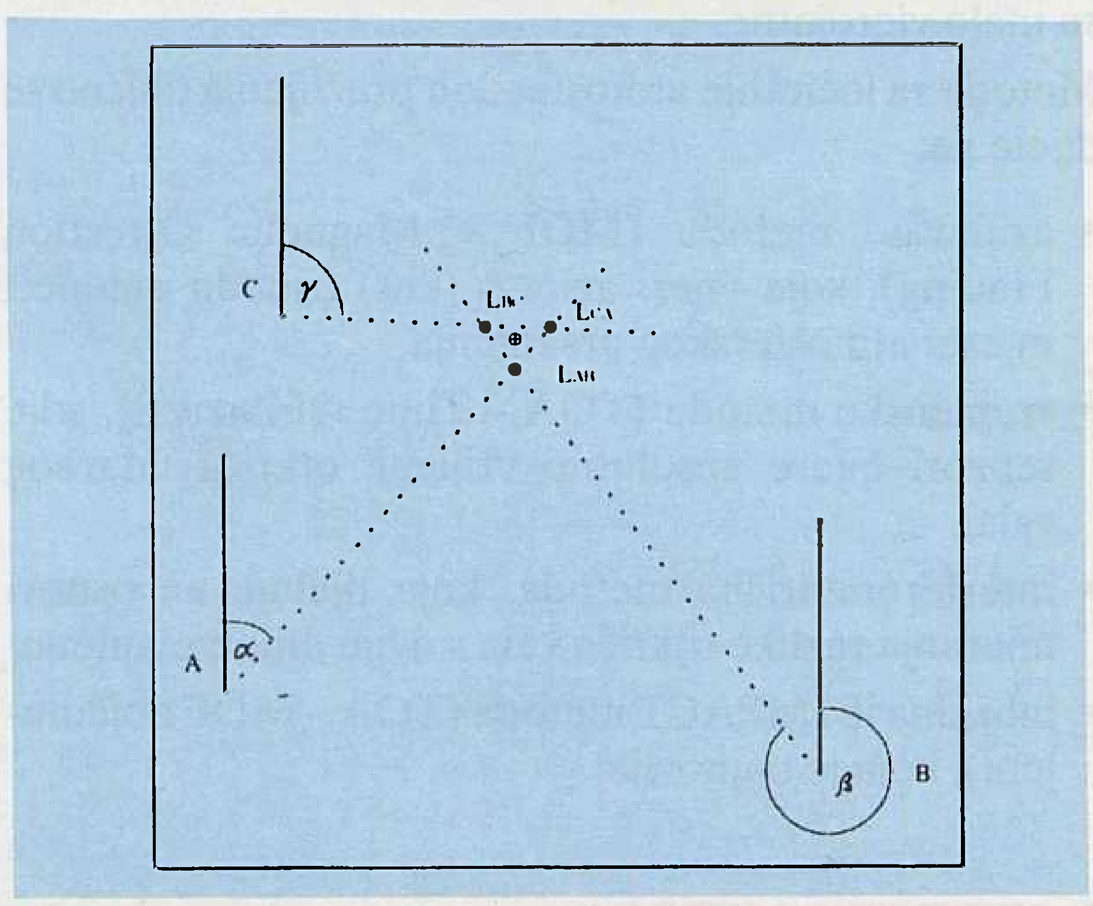
Energija, god. 48 (1999) 3, 181-184



Slika 1. Proračun lokacije udara pomoću dva azimuta

Za proračun mjesta potrebno je uračunati zakrivljenost zemljine površine, što pretpostavlja uporabu sferne trigonometrije. Budući da Zemlja nije idealna kugla računa se s poprečnim radijusom na području na kojem se računa lokacija. Sustav s dva senzora ima nedostatak tako da pogreške proračuna mjesta, u području blizu spojnice, mogu biti velike. Mala pogreška u kutu vodi do moguće velike pogreške u određivanju mjesta sjecišta dvaju azimutnih pravaca.

Zbog toga se grade sustavi s tri ili više senzora, koji se postavljaju tako da njihove spojnice čine po mogućnosti istostranične trokute.



Slika 2. Proračun optimalnog lociranja pomoću tri azimuta

Kada u slučaju tri ili više senzora dođe do pogreške mjerenja optimalnih azimuta (pogreške su do 1°), nastaju tri ili više sjecišta, sl. 2. Računalska oprema posjeduje algoritme koji na osnovi jačine signala omogućuju proračun optimalne lokacije.

4. SENZOR ATMOSFERSKIH PRAŽNJENJA

Za otkrivanje pražnjenja između oblaka i zemlje upotrebljavaju se senzori koji imaju tri sklopa:

- antenski sklop (magnetna i električna antena)
- analogni sklop (pojačala, filtri, diskriminatori,...)
- digitalni sklop (A/D pretvarač, CPU, RAM, PACU).

Antenski sklop treba predstaviti podatke o azimutu, jakosti i polaritetu udara.

Magnetna antena je sastavljena iz dva ortogonalna elipsoida u kojima elektromagnetski val inducira napon, koji ovisi o veličini upadnog kuta i samoj jačini vala. Na taj način se dobije podatak o azimutu i jakosti pražnjenja.

Električna antena sastoji se iz tri vodoravne metalne ploče površine približno $1m^2$. Električna antena daje podatak o polaritetu udara.

Analogni sklop prilagođuje analogne signale (signale antene) za A/D pretvorbu. U toj prilagodbi sudjeluju razna pojačala, filtri, diskriminatori, preklopnici i slijedni elementi. Analogni sklop omogućuje fino podešavanje više diskriminatora, koji vrše odabir svih poznatih signala. Na taj način A/D pretvarač digitalizira samo signale, koji odgovaraju oblicima udarnog vala atmosferskog pražnjenja.

Digitalni sklop digitalizira signal i prosljeđuje mikroprocesorskom sustavu. Digitalne vrijednosti se potom obrađuju, i iz nih se dobiju slijedeće vrijednosti o azimutu, jačini signala, polaritetu i broju povratnih udara.

Pored podsklopa s centralnom procesorskom jedinicom, digitalni sklop ima i komunikacijsku jedinicu i komunikaciski port za tiskanje detekcije i komunikaciju s analizatorom položaja.

5. NAČELA DJELOVANJA SUSTAVA

Pilot projekt se provodi na osnovi sustava koji je do sada je bio instaliran u Sloveniji pod upravljanjem Elektroinštituta "Milan Vidmar".

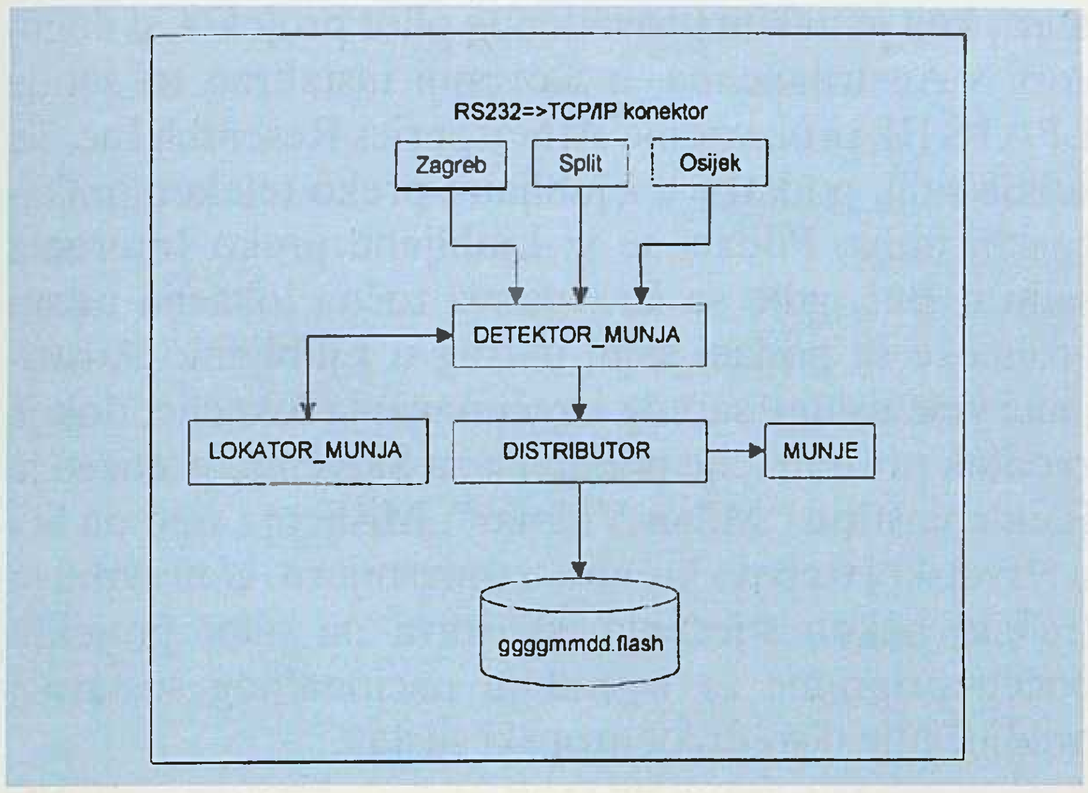
Hardverski dio sustava sastoji se od tri senzora postavljena u tri lokacije. Senzori su spojeni na HEP-ovu digitalnu mrežu i preko TCP/IP protokola šalju izmjerene podatke na server koji se nalazi u Zagrebu.

Softverski dio, sl. 3, napravljen po modularnom principu i sastoji se iz sljedećih dijelova:

- **detektor-munja**, očitavanje izmjerenih veličina sa portova
- **lokator-munja**, izračunavanje lokacija atmosferskih pražnjenja
- **distributor**, slanje izračunatih rezultata korisnicima
- **munje**, grafički prikaz rezultata.

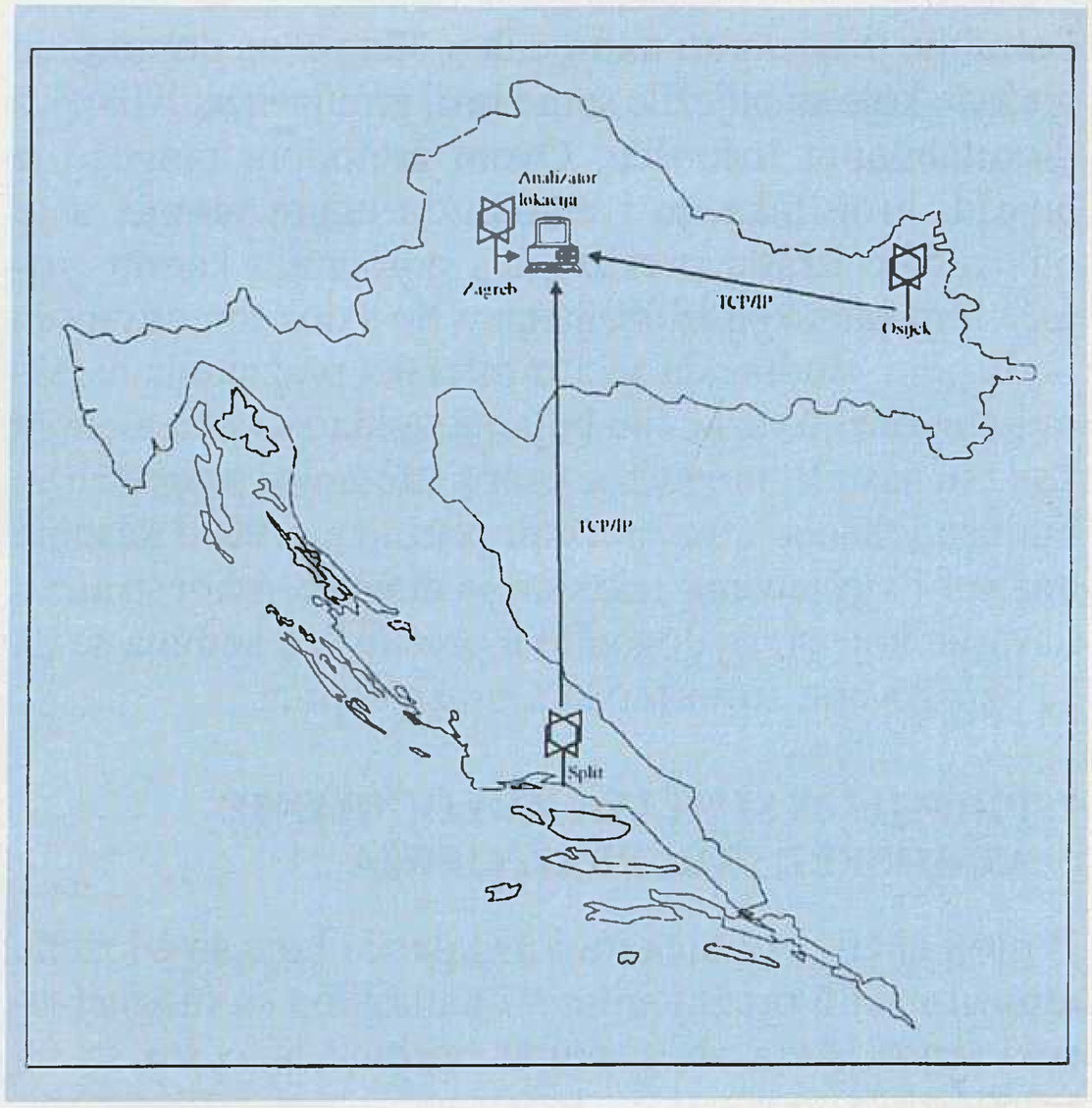
Podaci se pohranjuju na disk u datoteke po danima u tekst formatu i moguće ih je postprocesirati na različite načine.

Za točnost izračuna lokacije atmosferskog pražnjenja vrlo je bitna brzina prijenosa podataka putem HEP-ove računalne mreže. Kao najbolja mjesta za ugradnju senzora pokazale su se poslovne zgrade HEP-a u Zagrebu, Splitu i Osijeku, sl. 4. Električna i magnetska an-



Slika 3. Programski moduli

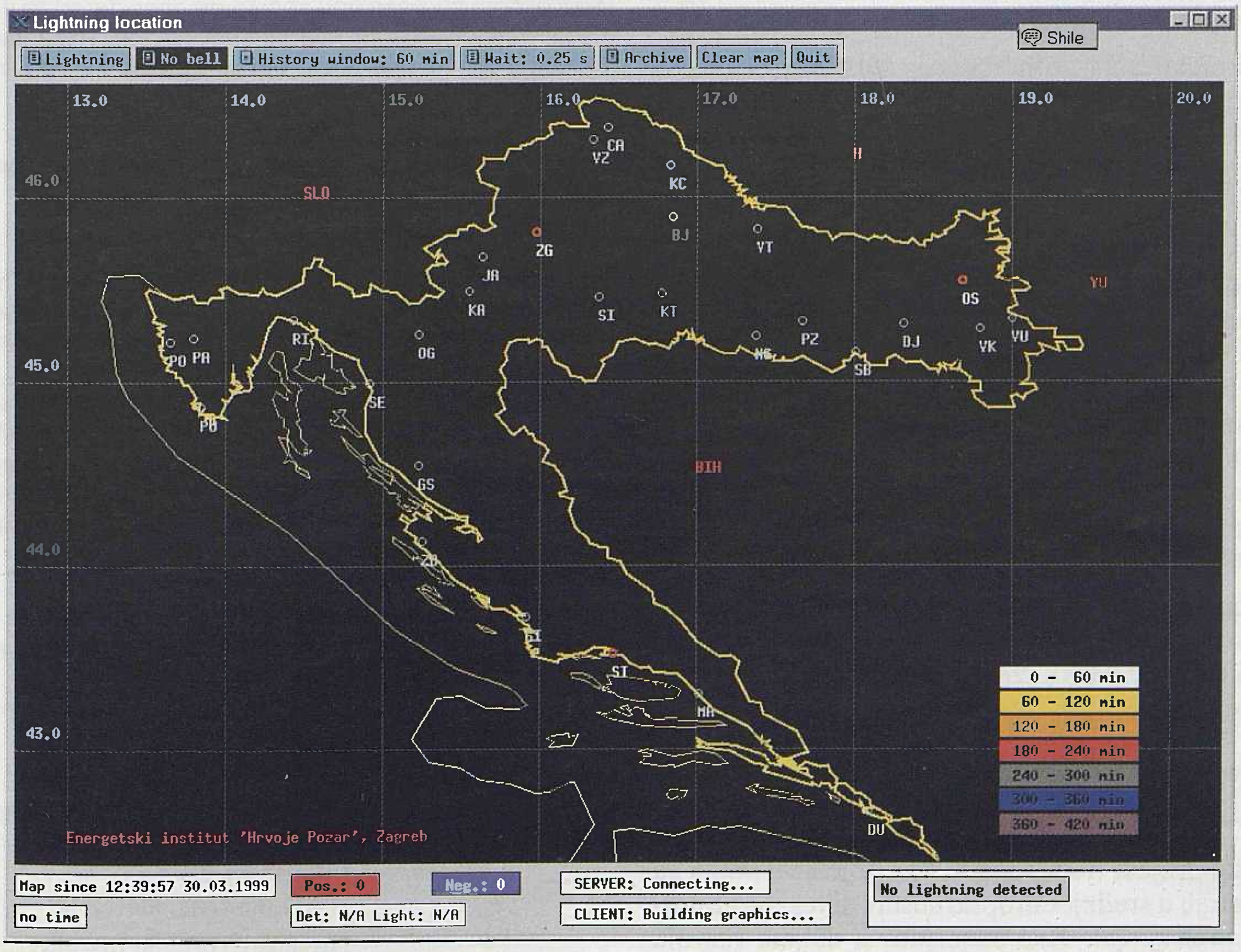
tena spojene su s A/D pretvaračem koji šalje signal putem HEP-ove računalne mreže u Zagreb. U slučaju da su najmanje dva senzora detektirala atmosfersko izbijanje izračunava se lokacija, vrijeme, polaritet i intenzitet atmosferskog izbijanja.



Slika 4. Shematski prikaz sustava za lociranje atmosferskih pražnjenja u realnom vremenu

6. GRAFIČKI PRIKAZ REZULTATA

Za grafički prikaz rezultata dograđen je programski modul MUNJE koji radi na operativnom sustavu LINUX, sl. 5, pomoću koje je moguće za odabrani dan dobiti na ekranu sva izmjerena atmosferska izbijanja. Pomoću tog sustava moguće je postavljanjem prikladnih upita doći do podataka, kako o udarima munje u realnom vremenu, tako i o historijatu atmosferskih pražnjenja za određeni dan, vrijeme ili područje.



Slika 5. Grafička aplikacija "*MUNJE*" za prikaz atmosferskih izbijanja

Energija, god. 48 (1999) 3, 181-184

Potrebno je istaknuti napredak u odnosu na dosadašnje metode koje su bilježile samo broj grmljavinskih dana, s diskutabilnom točnošću. Ovom metodom moguće je bilježiti broj, lokaciju i amplitudu udara munje, a to omogućuje izradu preciznijih i potpunijih karata gustoće atmosferskog izbizbijanja u tlo s dokumentiranom podlogom. Budući da se atmosferska pražnjenja na ekranu prikazuju različitim bojama, sukladno s vremenom kada su nastale, moguće je pratiti kretanje i prognozirati buduće lokacije atmosferskih pražnjenja. Kod kasnijih analiza i vještačenja također je moguće rekonstruirati havarije koje su se dogodile u prošlosti, a sumnja se da su uzrokovane atmosferskim pražnjenjima.

7. PRIMJENA SUSTAVA ZA LOCIRANJE ATMOSFERSKIH PRAŽNJENJA

Postoji cijeli niz objekata i instalacija koje su izložene atmosferskim pražnjenjima i na kojima su mogući visoki iznosi šteta zbog skupe opreme, kao što su na primjer:

- vanjska energetska postrojenja
- energetski nadzemni vodovi
- repetitori TV-a
- tornjevi zračnih luka
- skladišta eksplozivnog materijala
- energetski kabeli na prijelazu zračni vod kabel
- telekomunikacijski vodovi, izolacijska je razina telekomunikacijske opreme vrlo niska (u odnosu na elektroenergetsku opremu)
- nadzemni priključci potrošača.

Zbog projektiranja gromobranske zaštite i zaštite od prenapona takvih objekata, rezultati pilot projekta primijenili bi se, između ostalog na:

- izradu karata gustoće atmosferskih izbijanja u tlo po malim zonama što omogućava poduzimanje konkretnih akcija za smanjenje štetnog djelovanja atmosferskih prenapona
- rekonstrukciju događaja nakon havarija uslijed atmosferskih prenapona
- brzo lociranje mjesta kvara, ako je uzrokovano atmosferskim pražnjenjem
- moguće predviđanje i najavljivanje kretanja oluja i atmosferskih pražnjenja
- projektiranje gromobranskih instalacija i prenaponske zaštite.

Primjena sustava bila bi korisna za cijeli niz poduzeća u Hrvatskoj, kao što su: HEP, HT, HTV, HV, osiguravajuća društva, DHMZ, zrakoplovne luke, projektantske kuće, itd.

8. PERSPEKTIVE RAZVOJA SUSTAVA I ZAKLJUČAK

Ovaj pilot projekt treba shvatiti kao prijelazni korak ka uključivanju u srednjoeuropski sustav detekcije atmosferskih pražnjenja. Kao smjernica u daljem razvoju može poslužiti iskustvo Elektroinštituta "Milan Vidmar", koji je nakon provedenog pilot projekta, u dogovoru s Austrijancima, u Sloveniji instalirao tri sonde LPATS III, proizvodnje Atmosperics Research Inc. Te sonde šalju podatke u Ljubljanu preko telekomunikacijskih linija. Podaci se iz Ljubljane preko Interneta šalju u Beč, gdje se izračunava točna lokacija udara groma te se podaci šalju natrag u Ljubljanu. Austrijanci vrše usluge samog izračunavanja lokacije, dok je zadatak prezentacije podataka za Sloveniju preuzeo je Elektroinštitut "Milan Vidmar". Mišljenja smo da bi i u Hrvatskoj trebalo krenuti u tom smjeru. U tu svrhu bi trebalo nakon stjecanja iskustava na pilot projektu početi pripreme za izgradnju nacionalnog sustava i priključenje u srednjoeuropski sustav.

LITERATURA

[1] J. KOSMAČ: "Slovenski sistem za lokalizaciji atmosferskih razelektritev v realnom času", SLOKO CIKGRE, Nova Gorica 1997.

[2] Direction-Finding System, Service Manual, Ligtning Location and Protection, Tucson 1997.

[3] 16 Channel Position Analyzer Manual, Ligtning Location and Protection, Tucson 1985.

PILOT PROJECT OF AN ATMOSPHERIC DISCHARGE LOCATION SYSTEM IN REAL TIME

Energy institute "Hrvoje Po□ar" initiated the pilot project of an atmospheric discharge location system in real time. The system is based on the azimuth method. The project has an educational purpose and should be considered as a transitional step towards an international system. The knowledge acquired will be used after the integration into the international atmospheric discharge location system.

DAS MUSTERPROJEKT DES ORTUNGSVERFAHRENS ATMOSPHERISCHER ENTLADUNGEN IN DER REALZEIT

Das Energetische Institut "Hrvoje Po□ar" in Zagreb hat das Musterprojekt des Ortungsverfahrens atmospherischer Entladungen in der Realzeit in die Wege geleitet. Das Verfahren beruht auf der Azimutbestimmung. Das Musterprojekt hat einen Ausbildungszweck und soll als Übergangsschritt in die Eingliederung ins internationale Ortungsverfahren betrachtet werden. Die erworbenen Kentnisse werden auch nach der Eingliederung ins internationale Ortungsverfahren für die Ortung von atmospherischen Entladungen genutzt.

Naslov pisaca:

mr. sc. Lahorko Wagmann, dipl. ing.
Ivan-Goran Kuliš, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar",
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

dr. sc. Janko Kosmač, dipl. ing.
Elektroinštitut "Milan Vidmar",
Hajdrihova 2
1000 Ljubljana, Slovenija

Uredništvo primilo rukopis:
1999-04-01.

REMONT NE KRŠKO

NE Krško (slika 1) u pogonu je od 1981. godine. Izgrađena je zajedničkim ulaganjem Republike Hrvatske i Republike Slovenije (50% : 50%).

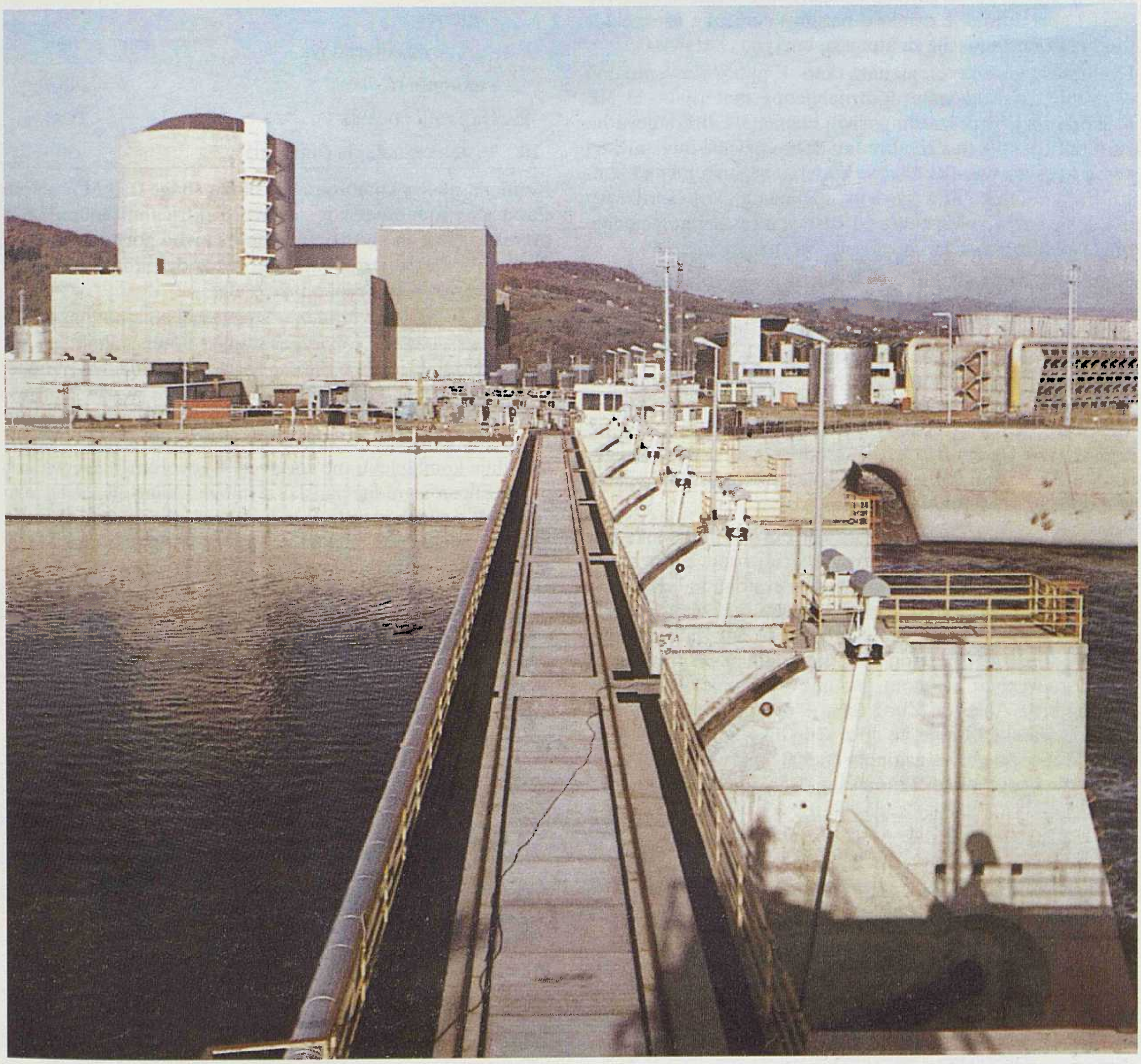
Opremljena je Westinghouse-vim PWR reaktorom. Kao gorivo služi obogaćen uran. U bazen kod reaktora odlaže se istrošeno gorivo. Uz elektranu je izgrađeno skladište za odlaganje čvrstog radioaktivnog otpada.

Elektrana radi brez prisilnog zaustavljanja od remonta u 1997. godini, tj. više od 700 dana, što je dobar rezultat u usporedbi sa svjetskim prosjekom.

Kao i svake godine i ove godine tijekom ljeta se obavlja godišnji remont.

Redoviti godišnji remont NE Krško započeo je 29. ožujka. U 52 dana remonta obavljena je zamjena istrošenog nuklearnog goriva, pregledane su crpke reaktora, te provedena različita mjerenja u svrhu pripreme za zamjenu parageneratora iduće godine. U odnosu na prošlogodišnji remont, ovaj je remont trajao duže zbog potrebe otvaranja i kontrole reaktorske crpke. Ovim zahvatom se osigurava puni pogon elektrane do slijedećeg remonta kada će se zamijeniti parogeneratori[1]. U ovogodišnjem remontu, osim predviđenog, obavilo se i dvadesetak, manjih i većih modifikacija. Među njima treba spomenuti modernizaciju sustava za nadzor hlađenja jezgre. Cilj je da se pojedini tehnološki sustavi elektrane podignu na

[1] Vidjeti: Energija, god. 47 (1998), br. 3, str. 240



Nuklearna elektrana Krško

veću pogonsku sigurnost. Među značajnijim aktivnostima remonta je i pregled svih cijevi oba parageneratora, te korektivni zahvati s ciljem da se sadašnja začepljenost od 17,43 % značajno ne poveća, da bi se osigurao pogon elektrane s punom snagom sve do zamjene parageneratora.

U svakom remontu zamijeni se jedna četvrtina gorivih elemenata, tj. 28 – 32 od ukupno 121 koliko ih je u jezgri. Broj zamijenjenih gorivih elemenata ovisi od duljine gorivog ciklusa. Većina ih dolazi četiri puta u reaktor. Svi novi gorivi elementi brižljivo se pregledaju prije ugradnje. Takvim pregledom utvrđuje se udovoljavanje traženim karakteristikama, kvaliteta te oštećenja pri transportu. Iza toga se gorivi elementi otpremaju u skladište za novo gorivo. Za formiranje jezgre odnosno za zamjenu gorivih elemenata svaki puta se radi novi projekt, čiji završni dio izrađuje Westinghouse, a verificira ovlašteni Institut Jože Štefan iz Ljubljanje.

U postupku zamjene goriva gorivi elementi presele se u bazen za istrošeno gorivo, gdje se pripremaju za ugradnju u reaktorsku jezgru. Isto tako se obavi pregled (vizualno i ultrazvukom) djelomično istrošenih gorivih elemenata koji se vraćaju u reaktor. Kad je posao završen kod završnog pregleda (postrojenja i goriva koje je ostalo u bazenu) sudjeluje i inspektor Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA).

Kvaliteta gorivih elemenata kao i njihovo eventualno oštećenje ovisi od vrste upotrijebljenog materijala. U NE Krško koristi se za izradu gorivih elemenata cirkonijeva legura (zirlo), koja ima izvanredno dobra fizička, mehanička i kemijska svojstva. Također se koristi i najsuvremenija konstrukcija donjeg filtra gorivih elemenata, koji spriječava oštećenje gorivih elemenata od čestica iz rashladnog medija. Iduće godine planira se nova izvedba gornjeg filtra.

U prethodnom razdoblju je u NE Krško bila veća zaliha rezervnih gorivih elemenata. No danas je stanje na tržištu stabilno, te se u bazenu za gorivo nalazi samo tehnološka rezerva goriva, samo za slučaj oštećenja kod zamjene. Dobavljač goriva je Westinghouse s kojim elektrana ima dugoročni ugovor. Obogaćivanje urana obavlja se u američkom USEC-u. Uran se kupuje na svjetskom slobodnom tržištu. Ugovorna obveza dobavljača je i transport goriva do NE Krško, dok elektrana osigurava logistiku i pomoć kod dobivanja potrebnih dozvola.

Prije 1990. godine transport goriva se odvijao preko luke Bar u Crnoj Gori, gdje se pretovarivao u drugi brod, kojim se gorivo prevozilo do luke Koper, a zatim cestom do NE Krško. Od 1991. do 1997. godine transport goriva se odvijao brodom do sjevernonjemačkih luka, pa vlakom do NE Krško. Transport brodom trajao bi 10 do 15 dana. Godine 1998. prvi put je gorivo prevezeno avionom, jer nije dobivena dozvola za prijelaz kroz Austriju. Zbog toga je ove godine avion letio preko Švicarske i Italije, te do zračne luke Brnik kraj Ljubljane. Transport goriva avionom traje 2 dana. Za jednu zamjenu težina goriva izosi 12 tona smještenih u 14 kontejnera.

SBK

KOMBIELEKTRANA JERTOVEC

Prema dokumentaciji o izgradnji novih termoelektrana u Hrvatskoj, koju je izradio Elektroprojekt početkom 1996. godine, predviđena je izgradnja nove kombielektrane Jertovec[2] približno slijedećih osnovnih tehničkih karakteristika prema tablici 1:

Tablica 1 – Osnovni podaci PTE Jertovec

1.	Gorivo	zemni plin (lako loživo ulje)
2.	Broj agregata i pojedinačna snaga (MW):	
	- plinskoturbinski agregat - generator	1 x 154,8
	- parnoturbinski agregat - generator	1 x 72
3.	Ukupna snaga na stezaljkama generatora (MW)	226,8
4.	Režim rada	pretežno temeljni
5.	Godišnja proizvodnja električna energije (GWh/god)	1312,8
6.	Godišnja potrošnja plina (10^6 m^3/god)	272
7.	Specifični potrošak topline na stezaljkama generatora (kJ/kWh)	7077
8.	Procjena troškova (10^6 DEM):	
	- opreme	220,7
	- građevinskih radova	28
	- ukupnih troškova	248,7
9.	Najraniji početak	1998
10.	Vrijeme građenja (mjeseci)	36

Namjena novog kombiniranog bloka snage 220 MW je opskrba elektroenergetskog sustava električnom energijom u pretežno temeljnom režimu. Kao osnovno gorivo koristit će se zemni plin (smjesa domaćeg i uvoznog plina), a kao rezervno gorivo služit će lako loživo ulje.

Predviđa se trajanje građenja 18 mjeseci s najranijim početkom u 1998. godini. No, pregovaranje s potencijalnim investitorom potrajalo je malo duže, pa je krajem ožujka ove godine parafiran ugovor između poznate svjetske tvrtke Enron i Hrvatske elektroprivrede. Radi se o ugovoru o preuzimanju električne energije u kojem su definirani uvjeti i cijena izgradnje kombielektrane Jertovec. Ugovorom je predviđeno da će Enron izgraditi plinsku termoelektranu kapacitet oko 240 MW s godišnjom proizvodnjom od oko 1.600 GWh. Uz gradnju objekta preuzeta je i obveza da se plin dovede do termoelektrane. Vrijednost cijelog projekta, uključujući i cijenu električne energije koju će 20 godina otkupljivati HEP, procjenjuje se na oko 1,2 milijarde američkih dolara. Nakon 20 godina prijeći će elektrana u vlasništvo HEP-a uz novčanu naknadu od 1 kune. Za sada još nije objavljena cijena po kojoj će HEP otkupljivati struju iz te termoelektrane.

Za potrebe ove elektrane ne će se dobavljati plin na temelju ugovora s INA-om, već se planira izgradnja novog cjevovoda od Rusije preko Mađarske do Hrvatske. U roku 18 mjeseci mora Enron osigurati sva novčana sredstva za izgradnju.

SBK

PTE ZAGREB-ZAPAD – PTE DUJMOVAČA[3]

PTE Dujmovača - dva plinskoturbinska agregata, po 25,6 MW svaki, preseljena je iz Splita u lokaciju EL-TO Zagreb tijekom 1998. godine. To preseljenje je uključivalo i dogradnju dva kotla utilizatora, čija je konstrukcija prilagođena iskorištenju topline ispušnih plinova iz plinskih turbina, bez

[2] Vidjeti: Energija, god. 46 (1997), br. 2, str. 113

[3] Vidjeti: Energija, god. 45 (1996), br. 1, str. 38

dodatnog loženja. Utilizatori su smješteni iznad plinsko-turbinskih agregata zbog ograničenog prostora. Da bi se elektrana mogla staviti u funkciju bilo je potrebno izgraditi visokotlačni plinovod od plinskomjerne redukcijske stanice (PMRS) Botinac do redukcijske stanice na lokaciji elektrane EL-TO, te transformatorsku stanicu 110/20(10) kV EL-TO. Plinska termoelektrana, nazvana PTE Zagreb-Zapad (slika 1), stavljena je u probni pogon krajem studenog prošle godine.

Projekt PTE Zagreb-Zapad je načinio Elektroprojekt Zagreb. Ugovor "ključ u ruke" sklopljen je s firmama Duro Đaković i TEP. Montažu je izvodila firma Duro Đaković – Montaža. Nadzor je obavljao Ekonerg i Pogon EL-TO Zagreb.

Elektroprojekt je načinio projekt visokotlačnog plinovoda. Montažu je izvela Montmontaža, a nadzor obavljao Ekonerg i Pogon EL-TO.



PTE Zagreb-Zapad i TS 110/20(10) kV EL-TO (rasklopište 110 kV)

Uz samu elektranu smješteno je i vanjsko postrojenje 110 kV transformatorske stanice 110/20(10) kV EL-TO.

Zbog veličine i sigurnosti napajanja sadašnjeg i budućeg konzuma izgrađena je transformatorska stanica TS 110(20(10) kV. Izgrađeno je SF_6 plinom izolirano i metalom oklopljeno razvodno postrojenje 110 kV s dvostrukim sekcioniranim sabirnicama. Opremljeno je za priključak dva kabelska voda 110 kV, dva mrežna transformatora 110/20(10) kV, 40 – 63 MW, dva agregata elektrane od po 26 MW, transformatora vlastite potrošnje i spojke dvostrukih sabirnica.

Izveden je sustav daljinskog i lokalnog upravljanja, kontrole zaštite, mjerenja i registriranja energije. Osim toga izgrađeni su sustav za napajanje izmjeničnim naponom 380/220 V, 50 Hz, sustav za napajanje istosmjernim naponom 220 V i telekomunikacijski sustav.

Projektant glavnog projekta i izvedbene dokumentacije je Končar – Inžinjering za energetiku i transport.

Za transformatorsku stanicu projekt je načino Končar – KET. Glavni je izvođač Končar – VNA. Montažu je izveo Končar – Montažni inžinjering i Končar – VNA. Nadzor su obavljali Končar - Institut za elektrotehniku, HEP - Direkcija za upravljanje i prijenos i Direkcija za distribuciju.

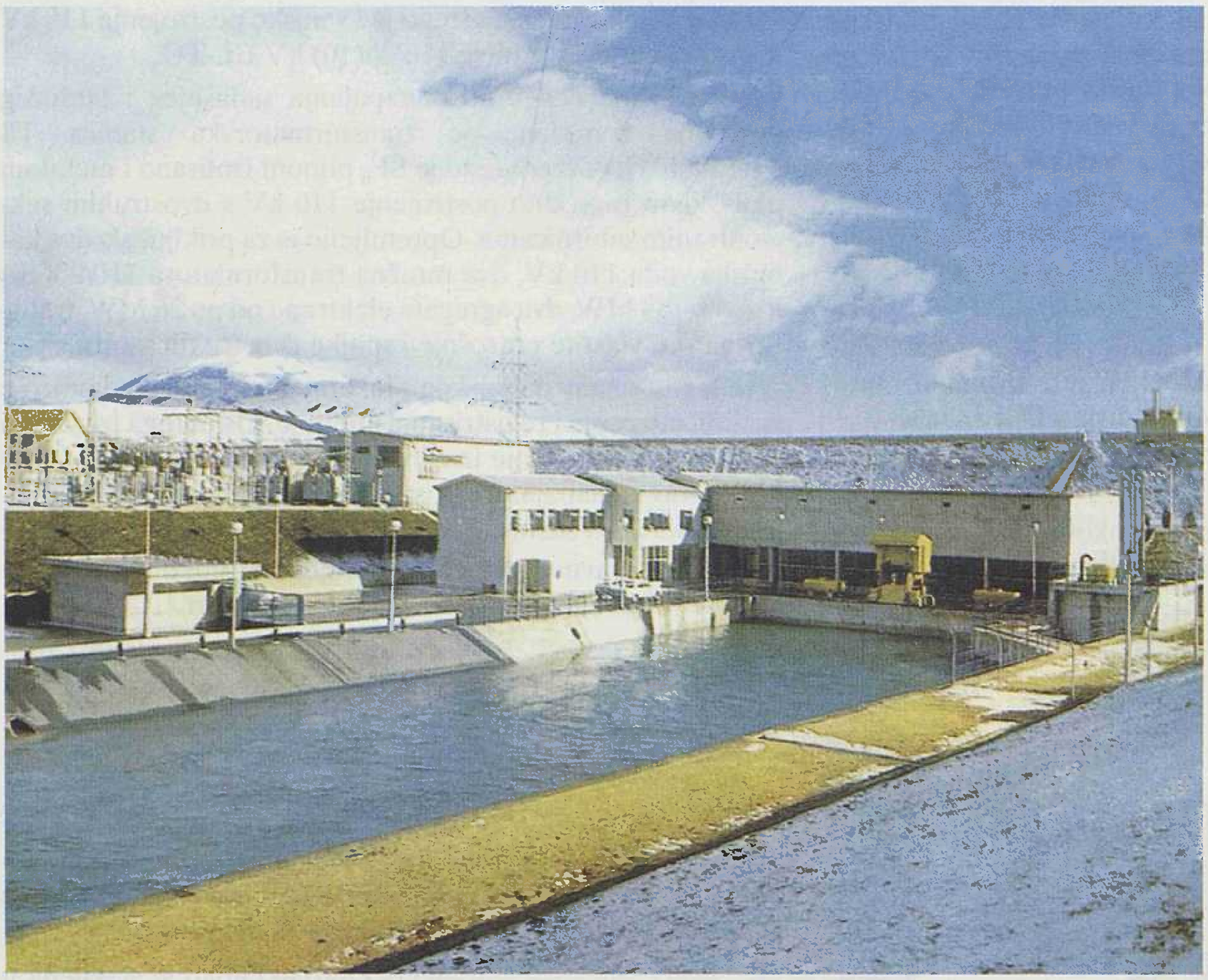
PTE Zagreb-Zapad je stavljena u pogon 13. studenog prošle godine. Od tada do kraja ožujka ove godine vrijeme rada na mreži za prvi agregat iznosi oko 2.990 sati, a neto proizvodnja na generatoru oko 76.800 MWh. Za drugi agregat vrijeme rada na mreži iznosi oko 2.900 sati, a neto proizvodnja na generatoru oko 74.600 MWh.

Tako će se na ovoj lokaciji povećati proizvodnja električne energije (dosadašnja 42 MW i novih 52 MW, tj. ukupno 94 MW). Dobiva se i dodatnih 130 tona tehnološke pare. Izravnom vezom s INA-Naftaplinom preko novo izgrađenom plinovoda osiguralo se pouzdano i jeftino gorivo. Izgradnjom transformatorske stanice TS 110/20(10) kV povećana je sigurnost opskrbe potrošača električnom energijom.

SBK

25-GODIŠNJICA RADA HE ORLOVAC

U travnju ove godine navršilo se 25 godina rada HE Orlovac (slika 3). U pogonu je od travnja 1974. godine. Zahvaljujući odgovornosti djelatnika i redovitom održavanju elektrana nije imala neke ozbiljnije havarije.



Slika 1 – Hidroelektrana Orlovac

U izgradnji hidroelektrane učestvovali su :

– Projektanti:

- Projekti biro, Elektroprivreda Dalmacije - Split
- Elektroprojekt – Zagreb
- Energoinvest – Sarajevo
- Zavod za vodoprivredu – Sarajevo
- Geoexpert - Zagreb

– Izvođači građevindkih radova:

- Hidroelektra – Zagreb
- Konstruktor – Split
- Melioracija – Split
- Pomgrad – Split
- Geotehnika – Zagreb
- Geoinžinjering – Sarajevo

– Isporučitelji glavne opreme:

- Rade Končar – Zagreb
- Litostroj - Ljubljana
- Metalna - Maribor
- Esch – Wyss – Zürich.

Elektrana se nalazi u selu Ruda, sjeveroistočno od Sinja (slika 2.). Izgrađena je u sklopu energetskog iskorištenja šireg sliva rijeke Cetine.

Prema osnovnoj koncepciji energetskog rješenja trebalo je:

- površinske vode kraških polja privesti u akumulaciju Buško blato i
- koristiti ih na raspoloživom padu od oko 400 m do Sinjskog polja, a potom u nizvodnim hidroelektranama do mora
- zaštiti kraška polja od plavljenja
- ponore izolirati tako da kada je potrebno mogu biti aktivirani
- u gornjem toku rijeke Cetine izgraditi akumulaciju Peruča, radi vodnog izravnanja Cetine i korištenja voda u donjem toku, gdje je koncentriran najveći energetski potencijal HE Zakučac.

Tako postavljena koncepcija je najvećim dijelom i realizirana, pa se raspoloživi hidroenergetski potencijal koristi oko 85 %.

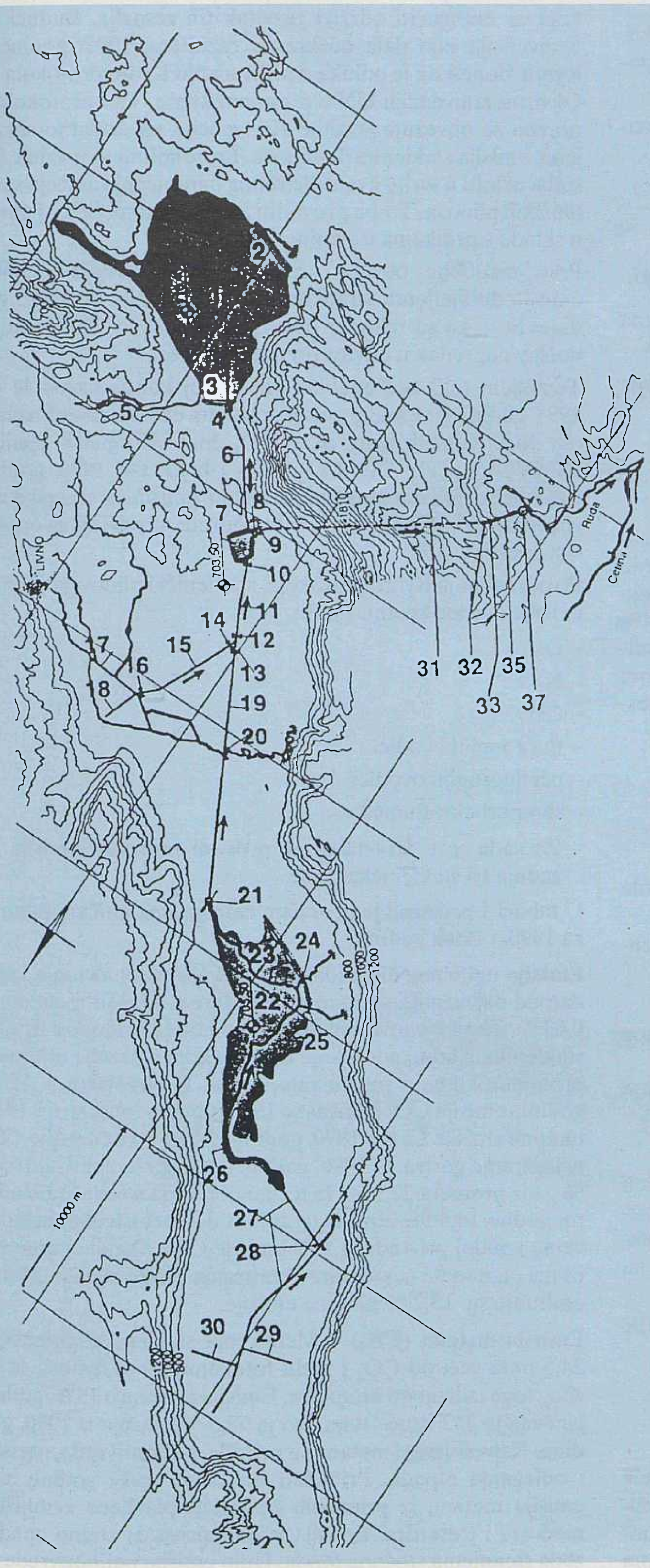
Zbog energetske vrijednosti akumulacije Buško blato, HE Orlovac je najznačajnije postrojenje u cijelom slivu Cetine. Akumulacija Buško blato se puni vodom vlastitog sliva i vodom s horizonta Livanjskog polja. Vode se privode u akumulaciju sustavom kanala različitih kapaciteta ukupne dužine preko 80 km. Reverzibilno postrojenje u crpnoj stanici Buško blato, kapaciteta 70 m^3/s, prevodi vode iz reverzibilnog kanala u akumulaciju i iz akumulacije u kanal i dalje prema elektrani. Osnovni podaci elektrane prikazani su u tablicama 1 i 2.

Tablica 1 - Osnovni podaci HE Orlovac

Energetska vrijednost korisnog volumena	
Akumulacija u odnosu na HE Orlovac	
• Buško blato	750GWh
• Lipa	1,4 GWh
• Mandak	3,3 GWh
Hidroelektrana	
• Bruto pad	403,7 m
• Konstruktivni pad turbine	380 m
• Snaga turbine	79 MW
• Tip i broj	Francis, 3 komada
• Snaga generatora	83 MVA
• Faktor snage	cos _ = 0,95
• Srednji energetski ekvivalent	0,94 kWh/m^3
• Instalirana snaga elektrane	237 MW
• Instalirani protok	70 m^3/s
• Brzina vrtnje agregata	500 min^{-1}
Energija	
• Maksimalna godišnja	706,8 GWh
• Minimalna godišnja	244,4 GWh
• Prosječna godišnja	493,0 GWh
• konstantna	2,6 GWh
• varijabilna	490,4 GWh

Tablica 2 - Prosječna mjesečna proizvodnja (GWh)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	UKUPNO
44,6	37,6	35,6	34,4	34,6	42,8	50,0	48,0	44,7	39,2	42,1	39,5	493,0



1. akumulacija Buško blato, zapremina 8000 milijuna m^3
2. nasuta rana Kazaginac
3. nasuta brana Podgradina
4. crpno-turbinsko-reverzibilno crpno postrojenje Buško blato
5. akumulacija Mandak, zapremnina 3,5 x 19^6 m^3
6. reverzibilni kanal Q = 70 m^3/s u pravcu Lipe Q = 50 m^3/s u pravcu Buškog blata
7. kompenzacioni bazen Lipa, zapremnina 1,5 x 10^6 m3
8. prelijev Lipa
9. Ulazni uređaj za HE Orlovac
10. ustava Lipa
11. kanal Brda-Lipa Q = 50 m^3/s
12. regulacijska ustava Brda I
13. ustava Brda II
14. ustava Jagme I
15. kanal Jagme Q = 35 m^3/s
16. ustava Jagme II
17. kanal Drinovac Q = 23,5-35 m^3/s
18. kanal Kablić Q = 5 m^3/s
19. kanal Lusnić-Brda Q = 15 m^3/s
20. ustava Plovuča
21. crpna stanica Lusnić Qi = 2 x 7,5 m^3/s + 1 x 1,5 m^3/s; Hi = 5,8 m
22. retenzija Čaprazlije, zapremina 30 x 10^6 m^3
23. kanal Vrbica-Lusnić Q = 15 m^3/s
24. regulaciona ustava Čaprazlije -
25. ustava Radića Peća
26. izolacijski objekt Vrbica
27. kanal Brežine-Vrbica Q = 3-8 m^3/s
28. ustava Kazanci
29. kanal Ždralovčić Q = 3 m^3/s
30. kanal Bastasi Q = 3 m^3/s
31. dovodni tunel l = 12,1 km, Q = 70 m^3/s ∅ 5,5 m
32. vodna komora
33. zasunska komora: leptirasti zatvarač ∅ 4,1 m
34. čvrsto uporište
35. čelični tlačni cjevovod l = 1577 m, ∅ 4,1-3,65 m
36. razdjelni cjevovod l = 118 m; ∅ 3,65-1,65 m
37. strojarnica HE Orlovac

Slika 2. Situacija objekata HE Orlovac

Akumulacija Buško blato, maksimalne kote uspora 716,40 m nadmorske visine, ima volumen od 8.000 m^3. Crpna stanica Buško blato smještena je uz branu Podgradina. Pri izboru rada i opreme trebalo je zadovoljiti slijedeće uvjete rada:

- crpljenje vode iz reverzibilnog kanala u akumulaciju
- turbinski pogon pri pražnjenju akumulacije, kada agregati proizvode električnu energiju
- crpljenje vode iz akumulacije kod nižih kota vode u akumulaciji da bi se zadovoljila potrebna količina vode za pogon HE Orlovac.

Postavljene uvjete zadovoljavaju tri crpnoturbinska reverzibilna agregata slijedećih karakteristika:

- crpka
  - Q_i = 23,3/23,3/8 m^3/s
  - H = 15,6/12,9/3 m
- asinkroni dvobrzinski motorgenerator snage 3,4/1,6 MW.

U crpnoj stanici Buško blato ugrađena su i dva trofazna transformatora po 12 MVA i prijenosnog omjeraa 110/6 kV.

SBK

HND – MREŽA MLADE GENERACIJE

Na inicijativu Europskog nuklearnog društva (Young Generation Network - YGN) o osnivanju mreže mlade generacije na razini nacionalnih nuklearnih društava osnovana je Mreža mlade generacije u okviru Hrvatskog nuklearnog društva (HND). Na osnivačkoj skupštini koja je održana na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu početkom ožujka ove godine izabrana je za predsjednicu mr. sc. Ines-Ana Jurković.

Osnovni ciljevi Mreže mlade generacije su:

- pridobivanje za rad unutar Mreže
- izobrazba mladih stručnjaka iz područja nuklearne energetike
- prijenos stečenog znanja i iskustva od starijih na mlađe generacije
- aktivno sudjelovanje u radu Europske mreže mlade generacije (YGN)
- uključivanje u međunarodne projekte
- aktivno sudjelovanje mlade generacije u radu matičnog nuklearnog društva
- poticanje sudjelovanja mladih stručnjaka na stručnim seminarima, u radionicama i na konferencijama, te
- organiziranje seminara i stručnih susreta.

Uz postavljene ciljeve Mreža mlade generacije HND želi naglasiti i ulogu koju nuklearna energija ima u budućem razvoju energetike. Javnost mora biti obaviještena o svim aspektima problema nuklearne energetike, te donositi odluke na temelju racionalnih argumenata.

SBK

KYOTO PROTOKOL JE POTPISAN

U veljači ove godine Vlada Republike Hrvatske je donijela odluku o potpisivanju Kyoto protokola na Okvirnu konvenciju UN o promjeni klime, te je isti i potpisan. Okvirna konvencija UN o promjeni klime bavi se globalnom problematikom u području zaštite okoliša odnosno povećanim utjecajem "učinka staklenika" na klimu. Konvenciju je Hrvatska potpisala 1992. godine, a Sabor ju je potvrdio početkom 1996. godine (NN – Međunarodni ugovori, broj 2/96). To je međunarodni ugovor koji čini okvir u kojem se stranke obvezuju na međusobnu suradnju u namjeri da spriječe klimatske promjene i njihove štetne učinke, tako da stabiliziraju koncentracije plinova staklenika na razinu koja će omogućiti održivi razvitak tih zemalja. Budući da Konvencija nije dala očekivane rezultate, 1997. godine u Kyotu donešena je odluka o prihvaćanju Kyoto protokola na Okvirnu konvenciju UN o promjeni klime. Tim protokolom pravno se obvezuje stranke Konvencije na dodatno smanjenje emisija stakleničkih plinova. Protokolom se uređuje što treba učiniti u svrhu kvantificiranog ograničenja emisija stakleničkih plinova. Treba provoditi i razrađivati politiku i mjere u skladu s prilikama u svojim državama.

Prvo razdoblje obveze primjene ograničavanja skupnih emisija dodijeljenih strankama teče od 2008. do 2012. godine. Stranke su također obvezne postići do 2005. godine uočljiv napredak u okviru preuzetih obveza.

Temeljem toga u Republici Hrvatskoj kontinuirano se od 1994. godine izrađuje godišnji proračun emisija za osam glavnih onečišćujućih tvari: SO_2, NO_x, hlapivi organski spojevi (NMVOC), CH_4, CO, CO_2, NH_3 i N_2O. Od 1996. godine izrađuje se također godišnji proračun emisija za tri teške kovine (olovo, kadmij i živa) kao i za određena postojana organska onečišćavala.

Po odredbama Kyoto protokola, stakleнički plinovi kojima se emisije moraju smanjiti jesu:

- O_2
- N_2O
- CH_4
- fluorougljikovodici
- perfluorugljikovodici
- sumporheksafluorid.
- Za sada se u Hrvatskoj ne provodi proračun emisije za zadnja tri staklenička plina.

U tablici 1 prikazan je proračun emisije stakleničkih plinova za 1990. i 1996. godinu.

Emisija ugljičnog dioksida CO_2 – Ovaj stakleнički plin je jedan od najvažnijih sastojaka atmosfere s koncentracijom od 0,03 %. Zbog njegove velike emisije najviše pridonosi učinku staklenika. Stalno povećanje njegove koncentracije utječe na promjenu klime u smislu zatopljenja. U Hrvatskoj, u 1996. godini, emisija CO_2 iznosila je 16,8 milijuna tona, što je 70 % ukupne emisije CO_2 u 1990. godini. Glavni izvor emisije CO_2 je izgaranje goriva. U 1996. godini, iz ložišta se emitiralo 65,7 % , a iz prometa 22,3 %. Iz termoelektrana se emitiralo u istoj godini 14,4 %, a pri izgaranju u domaćinstvima, ustanovama i maloj privredi 21,9 % emisije CO_2. Ostali energetski izvori , a najviše cementare i centralna pliska stanica Molve emitirale su 13,2 % ukupne emisije.

Emisija metana (CH_4) – Metan ima stakleнički potencijal 24,5 puta veći od CO_2 i malu fotokemijsku aktivnost, te se zbog toga izdvojeno promatra. Emisija metana u 1996. godini iznosila je 243 tisuće tona, što je 77,5 % emisije iz 1990. godine. Najveći izvori metana su priroda, poljoprivreda, obrada i odlaganje otpada. Približno isti iznos svake godine ima emisija metana iz prirodnih izvora: poplavljena zemljišta, močvare i tresetišta. Emisija iz poljoprivrede stalno opada, zbog smanjenja stočnog fonda. Udio emisije poljoprivrede je pao s 30 % u 1991. godini na 25,2 % u 1996. godini. Najveći

Tablica 1. – Proračun emisije stakleničkih plinova za 1990. i 1996. godinu

Godina	1990.						1996.					
Sektor	emisija CO_2		emisija CH_4		emisija N_2O		emisija CO_2		emisija CH_4		emisija N_2O	
	1000 t/g	%	t/g	%	t/g	%	t/g	%	t/g	%	t/g	%
Termoelektrane, termoelektrane-toplane	36,51	15,3	108	0,0	482	2,3	2432	14,4	48	0,0	243	1,4
Korištenej goriva u domaćinstvu, ustanovama i maloj privredi	4264	17,9	8855	2,8	431	2,0	3679	21,9	5847	2,4	347	2,0
Kotlovnice i procesi s izgaranjem goriva u industriji	7764	32,5	408	0,1	545	2,6	4561	27,1	314	0,1	505	2,9
Proizvodni procesi (bez izgaranja goriva)	2543	10,7	1249	0,4	2656	12,6	1443	8,6	588	0,2	2229	12,9
Pridobivanje i distribucija fosilnih goriva	537	2,2	31684	10,1	0	0,0	767	4,6	1127	0,5	0	0,0
Korištenje otapala	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cestovni transport	26,56	11,2	843	0,3	88	0,4	2655	15,8	730	0,3	93	0,5
Ostali mobilni izvori i strojevi	1869	7,8	73	0,0	63	0,3	1094	6,5	75	0,0	641	3,7
Obrada otpada i odlaganje	557	2,3	28846	9,2	0	0,0	193	1,1	29089	12,0	0	0,0
Poljoprivreda	0	0,0	97400	31,1	14238	67,5	0	0,0	61141	25,2	10887	63,2
Priroda	3	0,0	143897	45,9	2483	12,2	5	0,0	143912	59,3	2287	13,3
Ukupno	23843	100,00	313363	100,00	21086	100,00	16828	100,00	242871	100,00	17233	100,00
Ukupno t/stanovniku	5.0		6,6		0,4		3,5		5,1		0,3	

izvori CH_4 su petrokemijska industrija iz Kutine, plavljene površine i stočarstvo. U 1996. godini sektor obrade otpada i odlaganja sudjeluje s 12 % u ukupnoj emisiji.

Emisija dušikovog oksida N_2O – To je staklenički plin sa stakleničkim potencijalom 320 puta većim od CO_2. N_2O je jaki izvor stratosferskog NO_x koji sudjeluje u katalitičkoj razgradnji ozona. Emisija N_2O je u 1990. godini iznosila 21,1 tisuću tona. U 1996. godini emisija iznosi 17,2 tisuća tona, što iznosi 81,7 % emisije iz 1990. godine. Dušikov oksid najviše se emitira iz poljoprivrede i prirode. U industriji se emitira pri proizvodnji dušične kiseline u Kutini. Poljoprivreda sudjeluje s 63,2 %, a vegetacija s 13,3 % u 1996. godini.

Prema odredbama Kyoto protokola Hrvatska može kao temeljnu godinu izabrati bilo koju godinu iz razdoblja od 1980. do 1990. godine, na koju će se primjenjivati smanjenje emisije stakleničkih plinova za 5 % u razdoblju 2008. –2012. godine. Da bi se prijavila temeljna godina potrebno je izraditi prvo nacionalno izvješće, koje se priprema.

SBK

IZ IZVJEŠĆA DRŽAVNOG ZAVODA ZA STATISTIKU

Od prvog siječnja 1997. godine primjenjuje se pri izradi statističkih izvješća nova Nacionalna klasifikacija djelatnosti (NKD). Statističke jedinice za mjesečna i godišnja izvješća jesu trgovačka društva razvrstana u područja C, D i E u Registru poslovnih subjekata. Pri određivanju statističkih jedinica poštivan je i teritorijani princip na razini županija, tj. jedna statistička jedinica obuhvaća samo jednu županiju, pa je Hrvatska elektroprivreda dužna ispuniti toliko izvješća koliko ima županija, iako je jedan poslovni subjekt.

Između statističkih podataka objavljenih u mjesečnim i godišnjim izvješćima Državnog zavoda za statistiku izabrani su najinteresantniji podaci za područje E – odjeljak 40: Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom. Obuhvaćeni su:

- podaci o proizvodnji električne energije sa indeksima fizičkog obujma proizvodnje

- podaci o neto i bruto plaći te broju zaposlenih djelatnika
- indeksi cijena industrijskih proizvoda.

Promatra se trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine, za koje su iskazani godišnji i mjesečni podaci, te prvo tromjesečje 1999. godine

Proizvodnja električne energije

Karakteristike proizvodnje električne energije iskazane su pomoću indeksa fizičkog obujma industrijske proizvodnje te apsolutnih vrijednosti proizvodnje električne energije za trogodišnje razdoblje. Radi lakšeg sagledavanja trendova prikazani su podaci o godišnjim i mjesečnim vrijednostima za 1996., 1997. i 1998. godinu, te prva tri mjeseca 1999. godine.

Indeksi fizičkog obujma industrijske proizvodnje za odjeljke izračunati su po Laspeyresovoj formuli. Temelj za izračunavanje indeksa su podaci o proizvodnji u naturalnom izrazu prema nomenklaturi industrijskih proizvoda i pondera za te proizvode koji predstavljaju dodanu vrijednost za jediničnu proizvodnju u kojoj se proizvod iskazuje.

Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za ukupno, izračunati su na temelju indeksa odjeljaka i stopa kojom odjeljci sudjeluju u ukupnoj dodanoj vrijednosti u području industrije. Znak "¯" ispred brojčane vrijednosti označava godišnji prosjek.

U tablici 1 i dijagramom na slici 1 prikazani su mjesečni izdeksi fiziškog obujma proizvodnje za 1996., 1997. i 1998. godinu, te prva tri mjeseca 1999. godine. Godina 1995. uzeta je s indeksom 100.

Treba napomenuti da se indeksi odnose prema novoj klasifikaciji na opskrbu električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40).

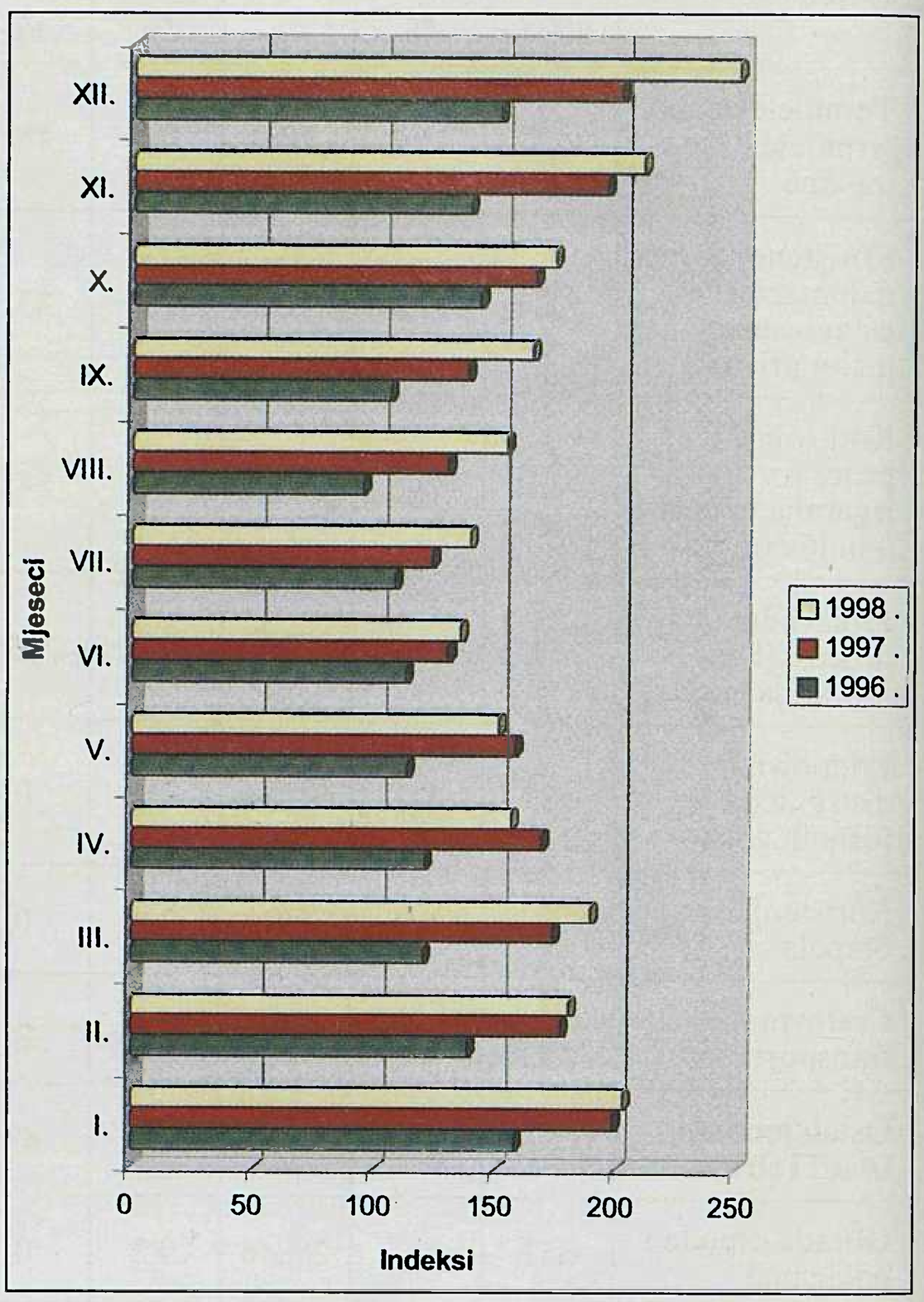
Tablica 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za odjeljak E 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (1995. = 100)

(Izvor: Mjesečna statistička izvješća za 1996., 1997. i 1998. godinu)

Godina/Mjeseci	1996 .	1997 .	1998 .
I.	158.1	199.3	203.1
II.	138.4	177.3	180.9
III.	120.2	173.6	189.5
IV.	120.6	169	156.2
V.	113.4	158.1	151
VI.	112.6	130.2	135.1
VII.	108	123.3	139.4
VIII.	94.7	130	154.1
IX.	105.9	138.2	164.7
X.	142.9	165.5	173.7
XI.	138.8	195.2	210
XII.	150.7	201.1	249.2

U 1998. godini najviši indeks od 249,2 je ostvaren u prosincu, a najniži od 135,1 u siječnju te godine. Najviši indeks od 201,1 zabilježen je u prosincu, a najniži od 123,3 u srpnju 1997. godine. Za 1996. godinu se može reći da ima najniže indekse. Naime, u siječnju je zabilježen najviši indeks od 158,1, a u kolovozu najniži od 94,7.

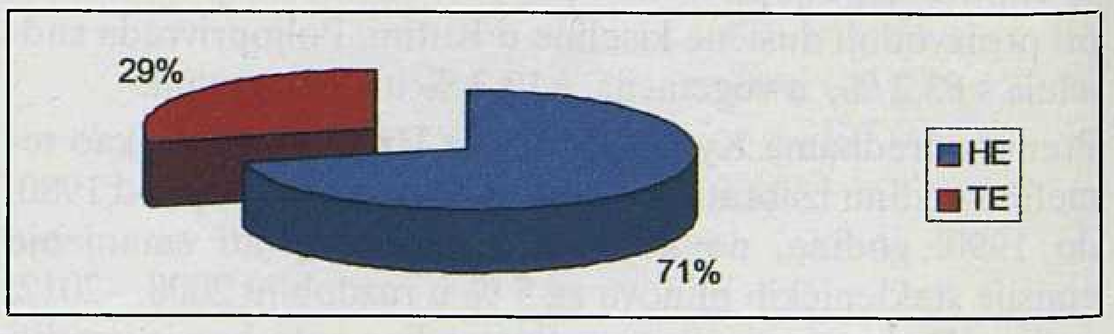
Ako se promatra trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine, može se reći da je ostvaren najviši indeks od 249,2 u prosincu 1998. godine, dok je najniži od 94,7 bio u kolovozu 1996. godine.



Slika 1 – Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za odjeljak E 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (1995. = 100 %)

Apsolutni iznosi proizvedene električne energije prikazani su u tablici 2. Prikazana je mjesečna i ukupna godišnja proizvodnja električne energije. Uz ukupnu proizvodnju prikazana je i proizvodnja u hidroelektranama i termoelektranama.

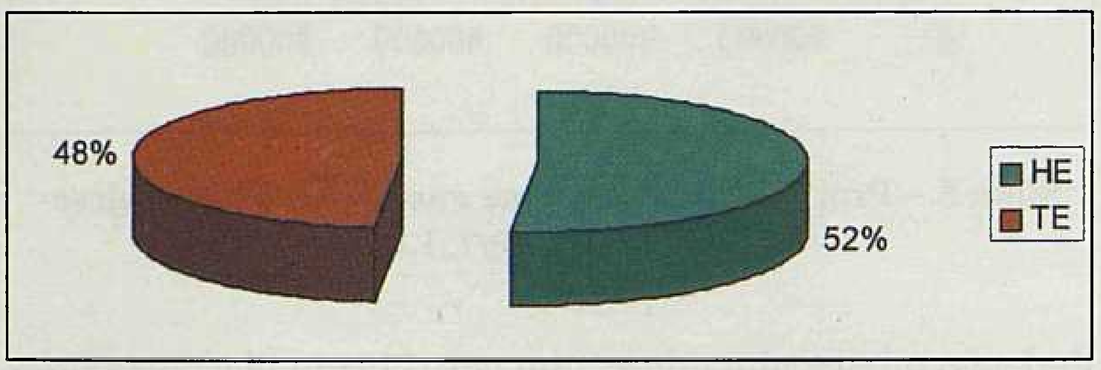
Na slikama 2a, 2b i 2c prikazana je struktura električne energije prema mjestu proizvodnje, tj. električna energija proizvedena u hidroelektranama i termoelektranama u 1996., 1997. i 1998. godini. U 1996. godini u hidroelektranama je proizvedeno 8 137 905 MWh ili 71 %, a u termoelektranama 3 326 602 MWh ili 29 %. Za 1997. i 1998. godinu se može reći da je približno jednaka količina električne energije proizvedena u hidro i termoelektranama.



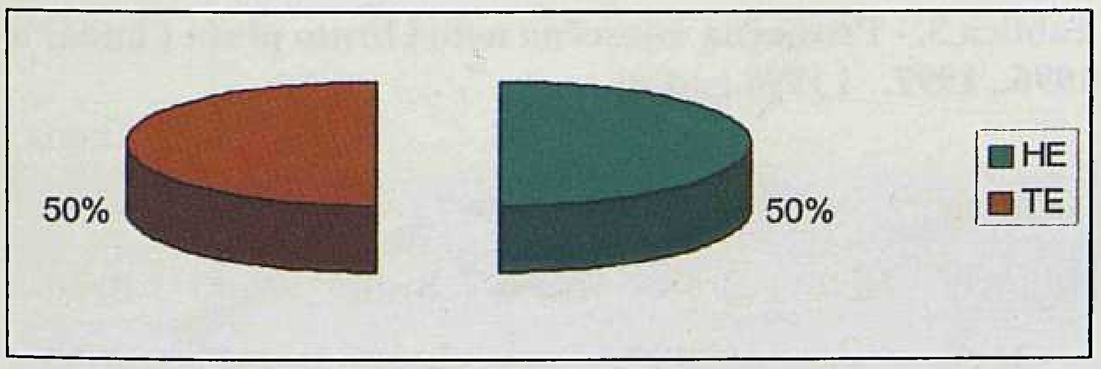
Slika 2a – Proizvodnja električne energije u HE i TE u 1996.

Tablica 2 - Struktura proizvodnje električne energije po mjesecima u 1996., 1997. i 1998.

Godina	1996 .			1997 .			1998 .		
Mjeseci	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE
I.	1204636	928578	276049	1042000	730650	311350	935636	575153	360483
II.	1054494	727272	327222	776169	516192	259977	861484	377914	483570
III.	915902	600623	315279	718006	373923	344083	858792	301152	557640
IV.	919351	694125	225226	714235	343692	370543	726690	368485	358205
V.	846461	627322	237139	759619	431702	327917	738153	699617	38536
VI.	858342	571162	287180	651068	347073	303995	567286	311057	256229
VII.	823025	560168	262857	591852	265140	326712	631404	309164	322240
VIII.	721779	473939	247840	548288	209870	338418	812894	294167	518727
IX.	806929	478664	328265	605494	188493	417001	844185	317474	526711
X.	1089414	770883	318531	755209	186356	568853	880065	584179	295886
XI.	1058012	807280	250732	868306	460800	407506	1156526	554981	601545
XII.	1148171	897889	250282	997316	620568	376748	1230894	437516	793378
UKUPNO:	11446516	8137905	3326602	9027562	4674459	4353103	10244009	5130859	5113150



Slika 2b – Proizvodnja električne energije u HE i TE u 1997.

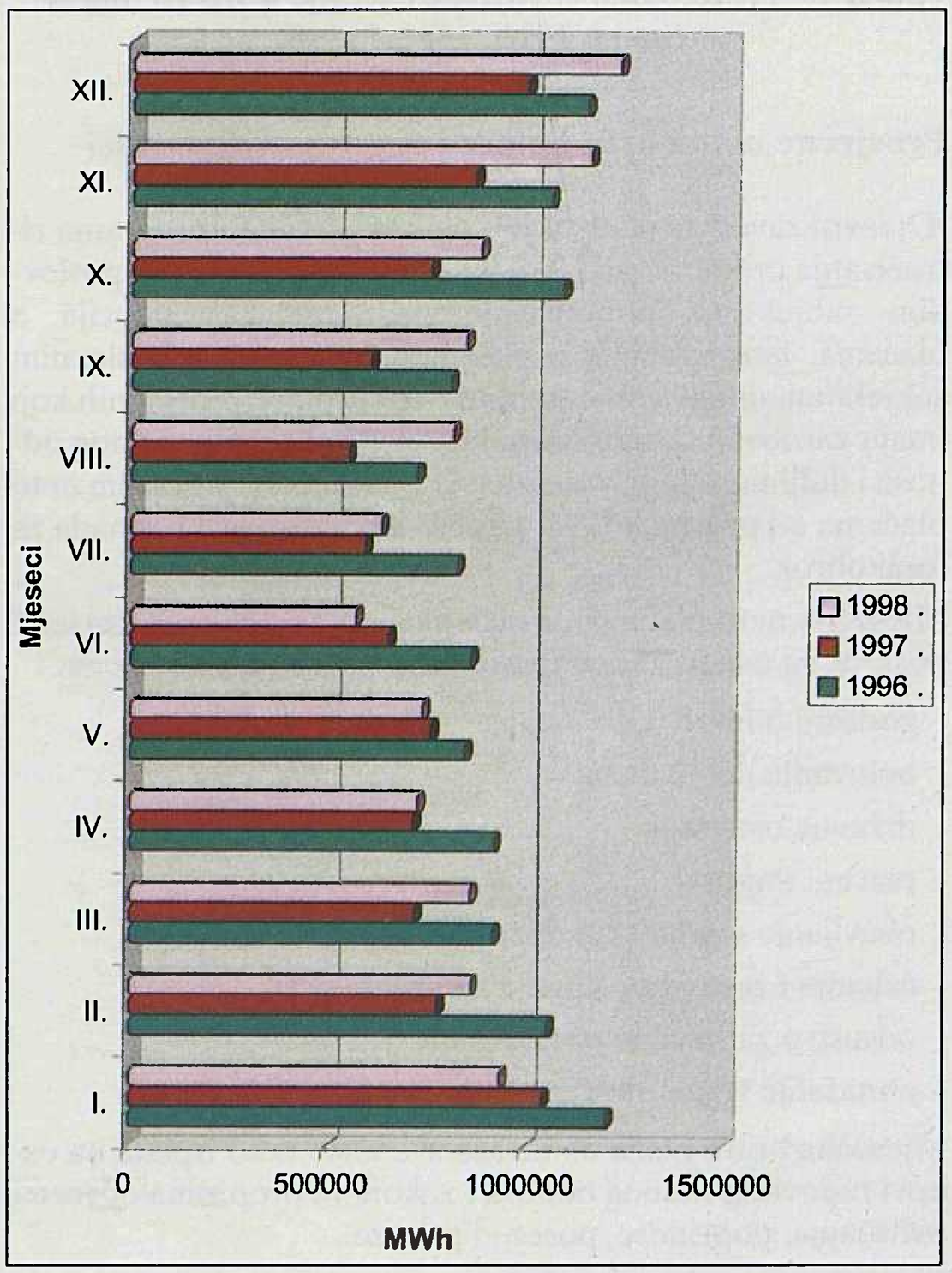


Slika 2c – Proizvodnja električne enrgije u HE i TE u 1998.

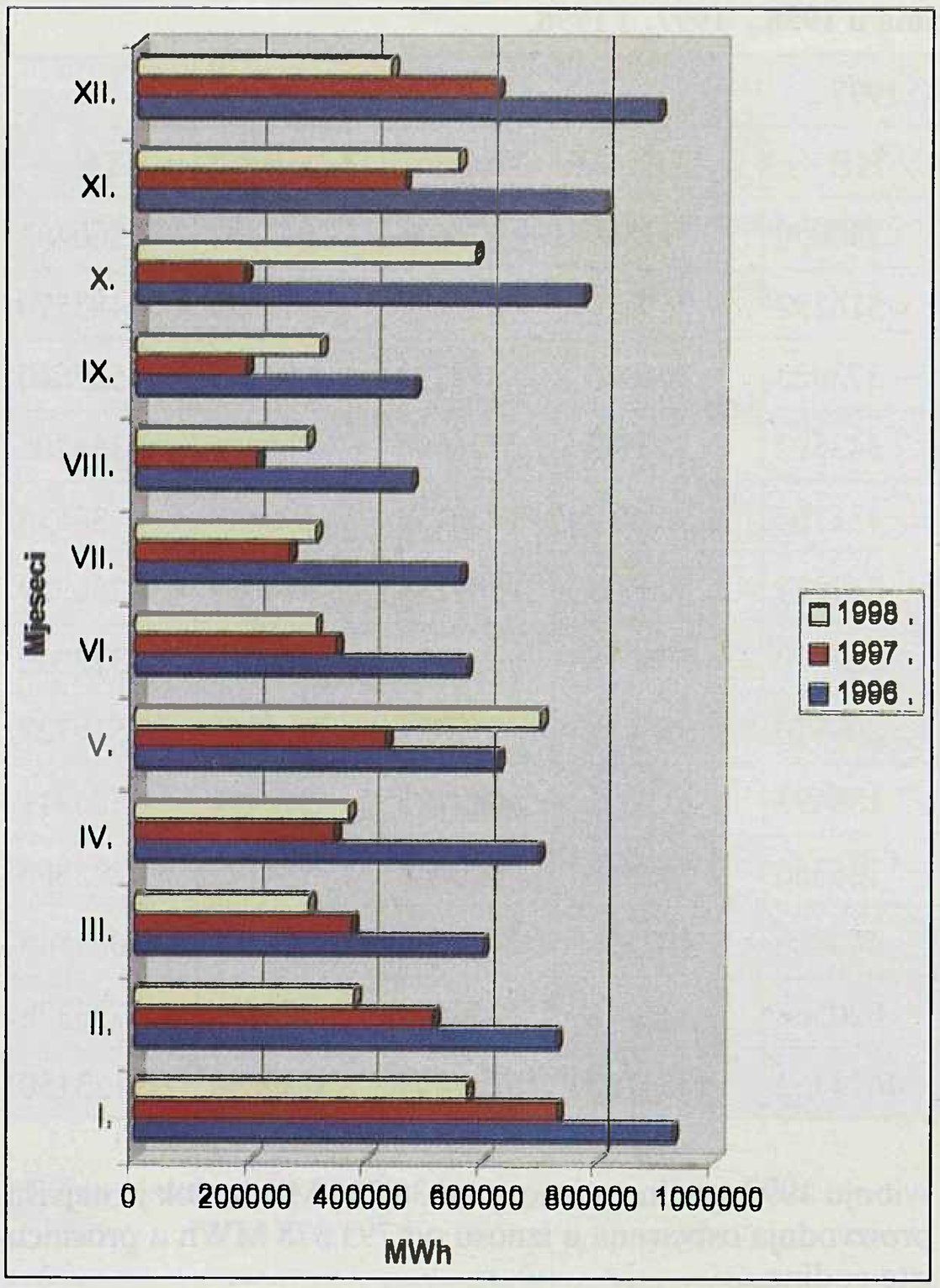
Mjesečna ukupna proizvodnja električne energije za trogodišnje razdoblje iz tablice 2 prikazana je dijagramom na slici 3. Najveća mjesečna ukupna proizvodnja električne energije ostvarena je u siječnju 1996. godine u iznosu 1 204 636 MWh, a najniža u kolovozu 1997. godine u iznosu od 548 288 MWh.

Dijagramom na slici 4 prikazana je mjesečna proizvodnja u hidroelektranama za trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine. Najniža proizvodnja u hidroelektranama ostvarena je u listopadu 1997. godine u iznosu od 186 356 MWh, dok je najviša proizvodnja ostvarena u siječnju 1996. godine u iznosu od 928 578 MWh.

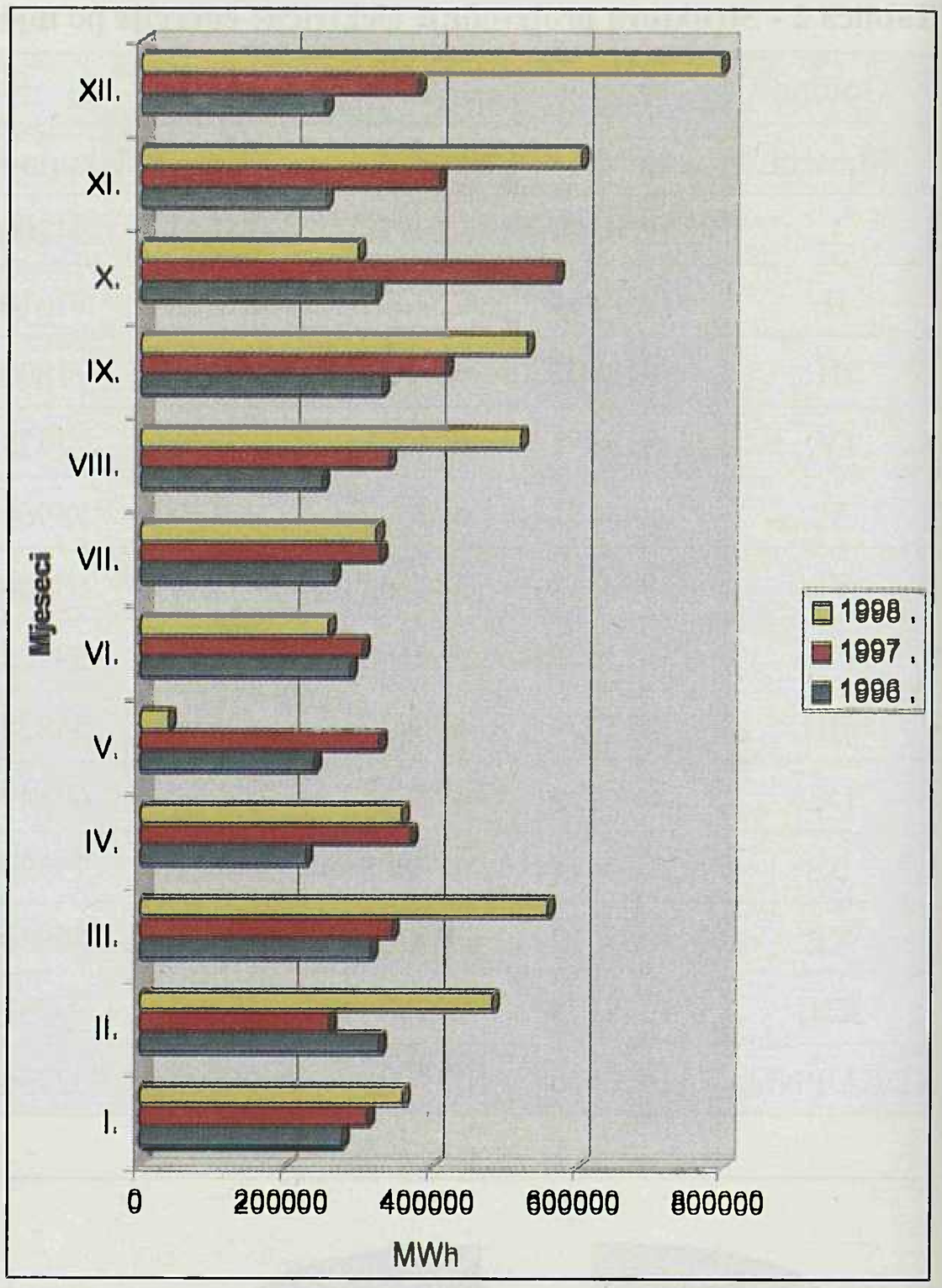
Mjesečna proizvodnja električne energije za trogodišnje razdoblje u termoelektranama (tablica 2) prikazana je dijagramom na slici 5. Najmanja ostvarena proizvodnja je bila u svibnju 1998. godine u iznosu od 38 536 MWh, dok je najviša proizvodnja ostvarena u iznosu od 793 378 MWh u prosincu iste godine.



Slika 3 – Ukupna proizvodnja električne energije po mjesecima u 1996., 1997. i 1998.



Slika 4 – Proizvodnja električne energije u HE po mjesecima u 1996., 1997. i 1998.



Slika 5 – Proizvodnja električne energije u TE po mjesecima u 1996., 1997. i 1998.

Prosječne neto i bruto plaće i zaposleni djelatnici

Državni zavod za statistiku u okviru godišnjih programa istraživanja prikuplja podatke putem izvješća, koji se u poslovnim subjektima popunjavaju na temelju evidencija o plaćama. Istraživanjem o plaćama zaposlenih u poslovnim subjektima obuhvaćene su neto i bruto plaće zaposlenih koji imaju zasnovan radni odnos, bez obzira na vrstu radnog odnosa i duljinu radnog vremena. U podatke o prosječnim neto plaćama od prosinca 1994. godine uključena je i naknada za topli obrok.

Mjesečna neto plaća obuhvaća plaće zaposlenih za izvršene poslove na osnovi redovitog radnog odnosa i naknade za:

- godišnji odmor
- bolovanja do 42 dana
- državne blagdane
- plaćeni dopust
- obavljanje građanskih dužnosti
- čekanje i zastoj bez krivnje zaposlenog
- odsustvo za stručno obrazovanje
- obnašanje vojne obveze.

Mjesečna bruto plaća obuhvaća sve vrste neto isplata na osnovi redovitog radnog odnosa i zakonom propisana obvezna izdvajanja, doprinose, poreze i prireze.

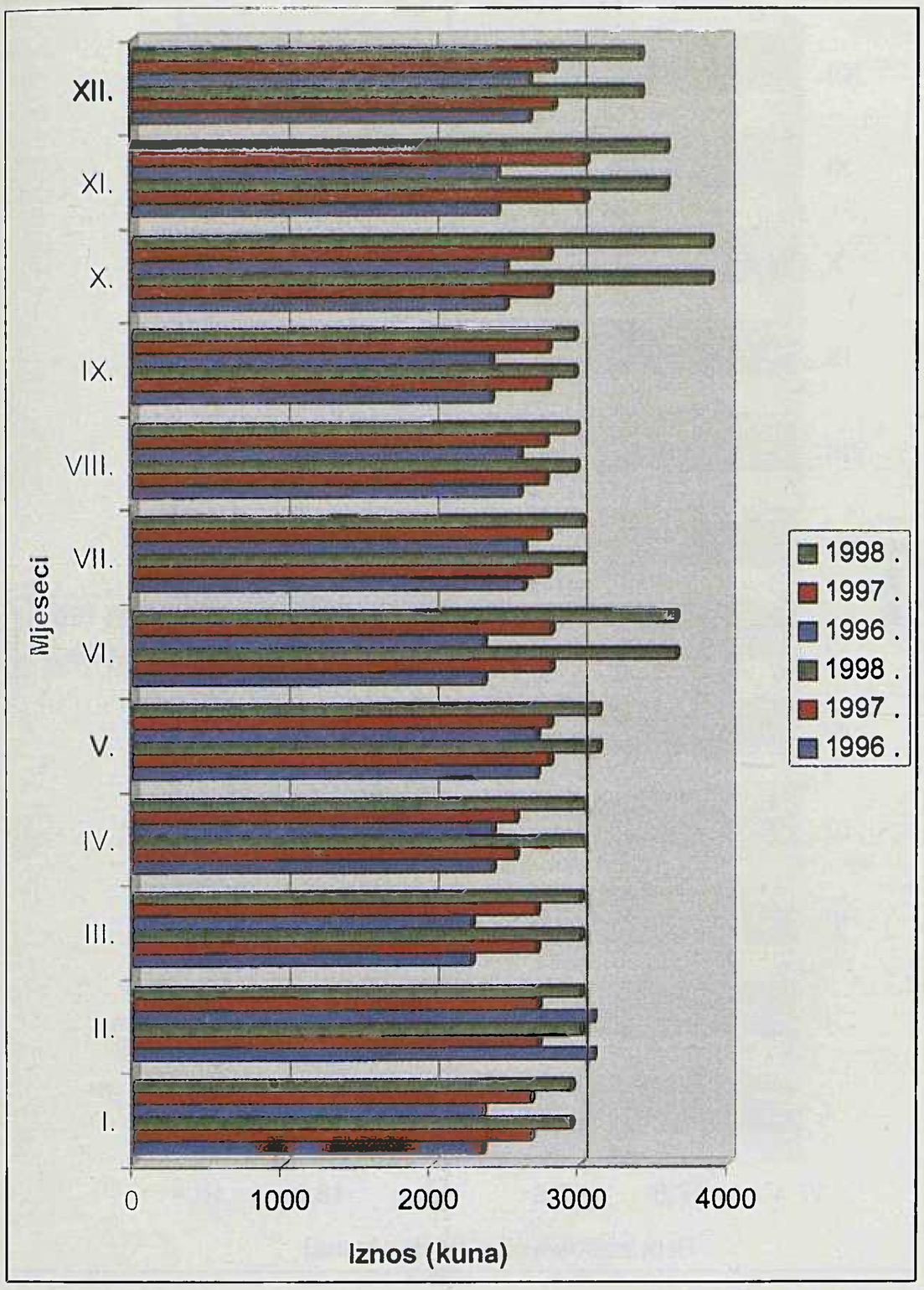
Prosječna neto i bruto plaća po zaposlenom izračunava se dijeljenjem ukupnih isplata s brojem zaposlenih koji su primili isplate.

Podaci o prosječnim mjesečnim neto i bruto plaćama po zaposlenom u 1996. i 1997. i 1998. godini za područje E – odjeljak 40 prikazani su u tablici 3. te dijagramima na slikama 6 i 7.

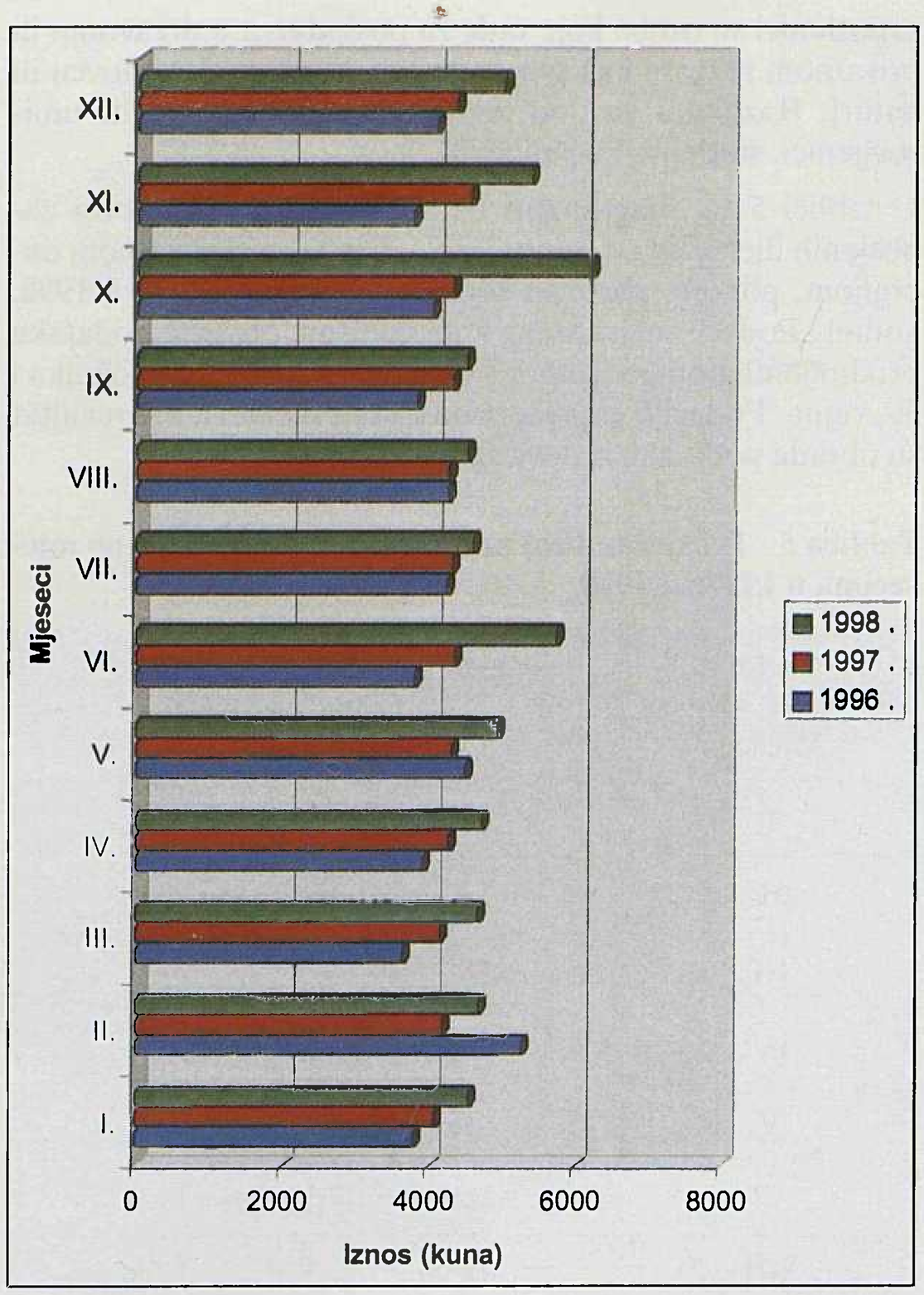
Tablica 3. - Prosječna mjesečna neto i bruto plaća (kuna) u 1996., 1997. i 1998.godini

(kuna)

Godina	1996 .		1997 .		1998 .	
Mjeseci	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto
I.	2336	3775	2663	4073	2935	4530
II.	3086	5248	2709	4178	3005	4665
III.	2265	3624	2707	4135	3001	4652
IV.	2409	3898	2567	4256	3028	4699
V.	2705	4485	2792	4294	3127	4915
VI.	2352	3780	2805	4322	3644	5721
VII.	2617	4222	2784	4288	3022	4580
VIII.	2588	4228	2769	4245	2973	4494
IX.	2396	3800	2788	4297	2962	4473
X.	2498	4009	2796	4287	3877	6182
XI.	2439	3742	3034	4526	3580	5343
XII.	2658	4053	2824	4334	3407	4981



Slika 6 – Prosječne mjesečne neto plaće u 1996., 1997. i 1998.



Slika 7 – Prosječne mjesečne bruto plaće u 1996., 1997. i 1998.

Najveća prosječna mjesečna neto plaća zaposlenih u djelatnosti opskrbe električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ostvarena je u listopadu u 1998. godini u iznosu od 3877 kuna, dok je najmanja iznosila 2265 kuna u ožujku 1996. godine.

Istodobno je najviša bruto plaća iznosila 6182 kune, a najmanja 3624 kune.

Prosječna godišnja neto i bruto plaća po zaposlenom u 1996. i 1997. i 1998. godini za područje E – odjeljak 40 prikazana je u tablici 4 te dijagramom na slici 8.

Tablica 4 - Prosječne godišnje neto i bruto plaće u 1996., 1997. i 1998.

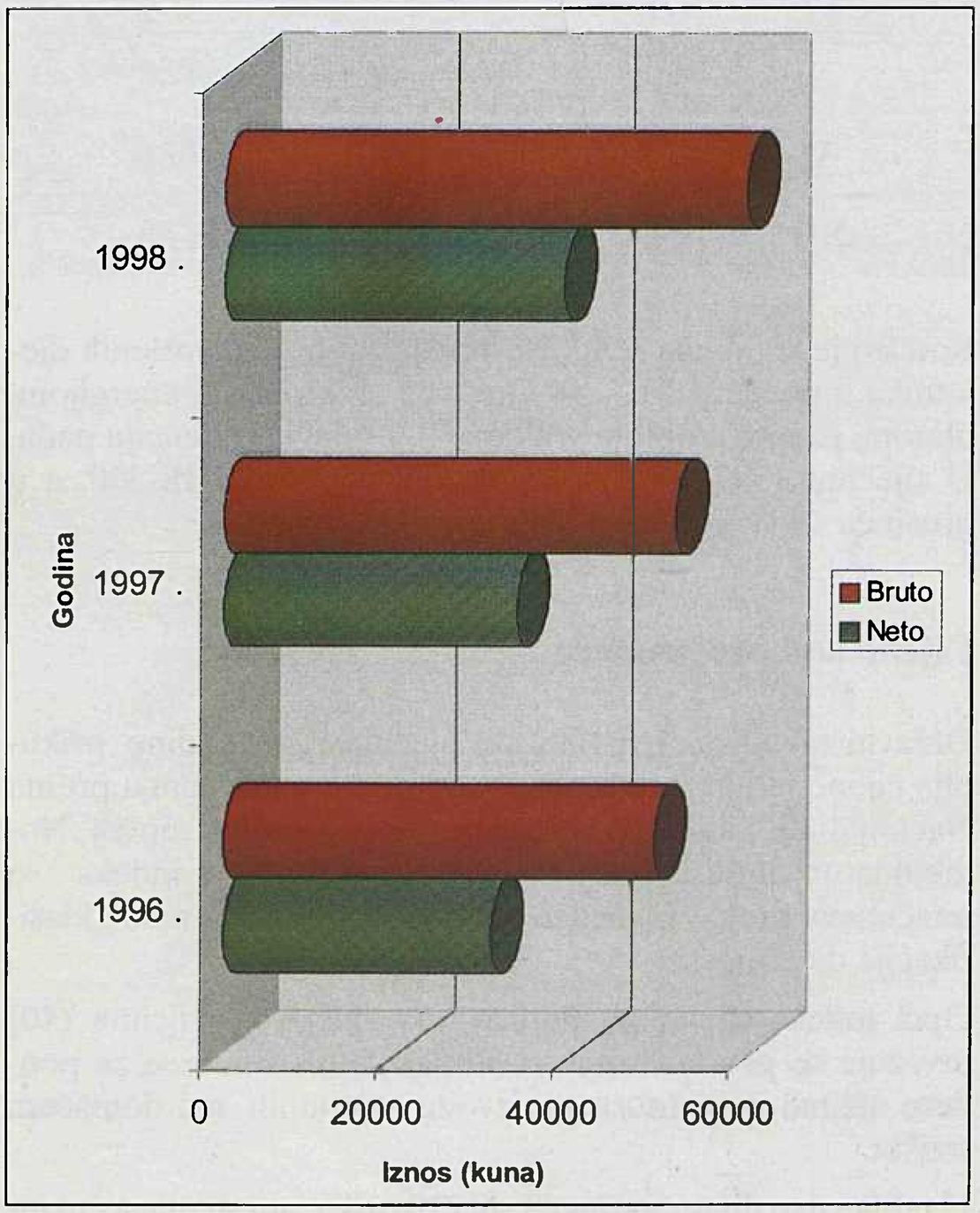
(kuna)

	Prosjek		
	1996 .	1997 .	1998 .
Neto plaća	2474	2786	3213
Bruto plaća	3973	4270	4935

Ukoliko se godina 1997. uzme s indeksom 100, onda je prosječna godišnja neto plaća u 1996. iznosila 88,8 %, a u 1998. godini 115,3 % plaće iz 1997. godine.

Na isti način gledano, prosječna godišnja bruto plaća je u 1996. iznosila 93 %, a u 1998. godini 115,6 % bruto plaće iz 1997. godine.

Prema definicijama, korištenim u Anketi o radnoj snazi koje se temelje na metodologiji Međunarodne organizacije rada,



Slika 8 – Prosječne godišnje neto i bruto plaće u 1996., 1997. i 1998.

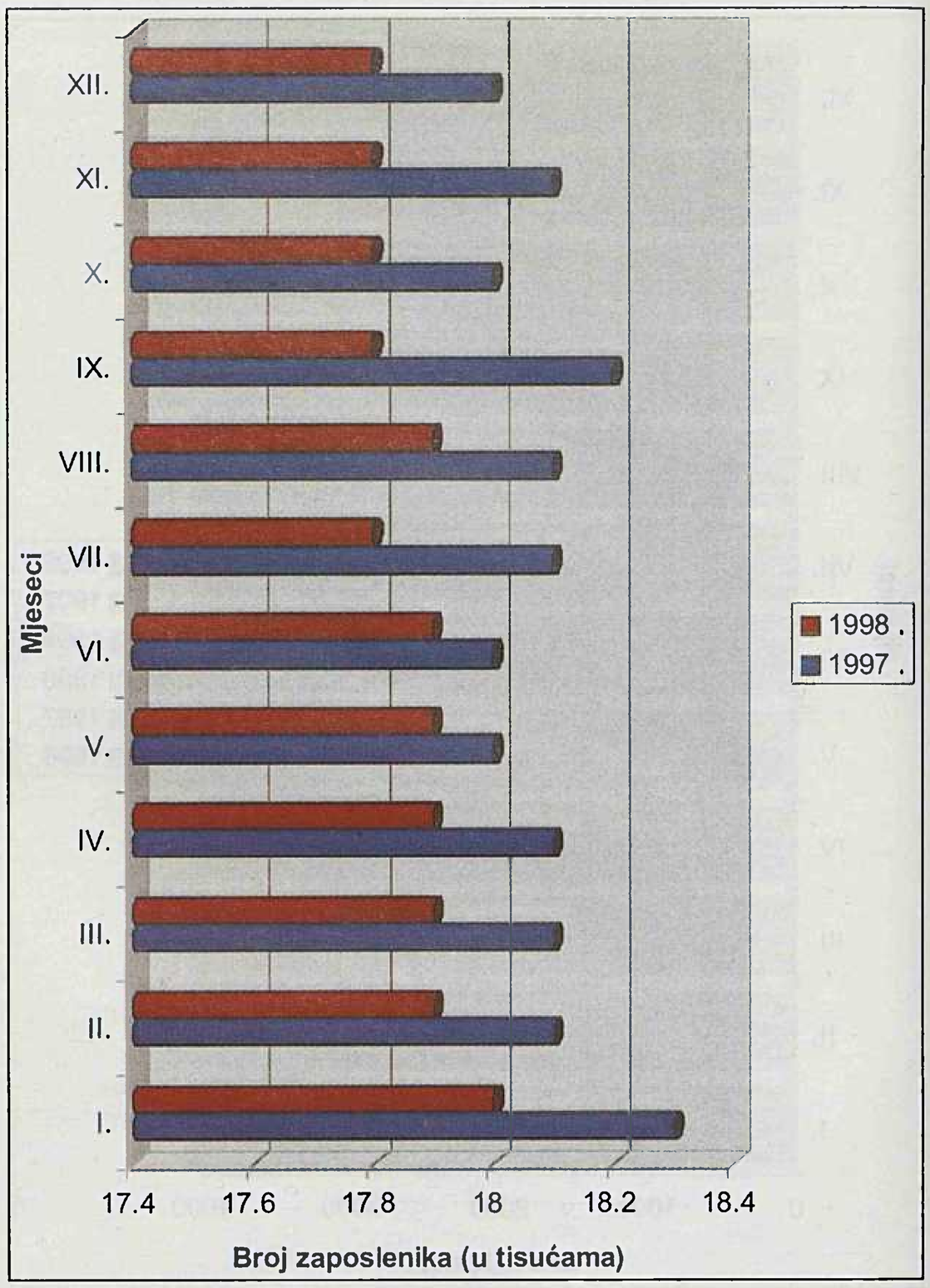
zaposlenici su osobe koje rade za poslodavca u državnom ili privatnom sektoru i za svoj rad primaju naknadu u novcu ili naturi. Razlikuju se od zaposlenih koji mogu biti umirovljenici, studenti, kućanice i sl.

U tablici 5 te dijagramom na slici 9 prikazan je broj zaposlenih djelatnika u području E – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom u 1997. i 1998. godini. Podaci su iskazani kao godišnji prosjek podataka prikupljenih polugodišnjim izvješćem sa stanjem 31. ožujka i 30. rujna. Podaci o zaposlenima za mjesečno stanje rezultat su obrade podataka redovnog mjesečnog izvješća.

Tablica 5 - Prosječan broj zaposlenih (u tisućama) po mjesecima u 1997. i 1998.

Godina	1997 .	1998 .
Mjeseci		
I.	18.3	18
II.	18.1	17.9
III.	18.1	17.9
IV.	18.1	17.9
V.	18	17.9
VI.	18	17.9
VII.	18.1	17.8
VIII.	18.1	17.9
IX.	18.2	17.8
X.	18	17.8
XI.	18.1	17.8
XII.	18	17.8

Kao što je iz tablice 5 vidljivo prosječan broj zaposlenih djelatnika u području E – 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ima tendenciju pada. U siječnju 1997. bilo je zaposlenih djelatnika 18 300, a u prosincu 1998. godine 17 800.



Slika 9 – Prosječan broj zaposlenih po mjesecima u 1997. i 1998.

Cijene kod proizvođača

Državni zavod za statistiku od siječnja 1998. godine prikuplja cijene industrijskih proizvoda pri proizvođačima prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti i prema novoj Nomenklaturi industrijskih proizvoda i usluga, a indeks se izračunava prema područjima i odjeljcima Nacionalne klasifikacije djelatnosti.

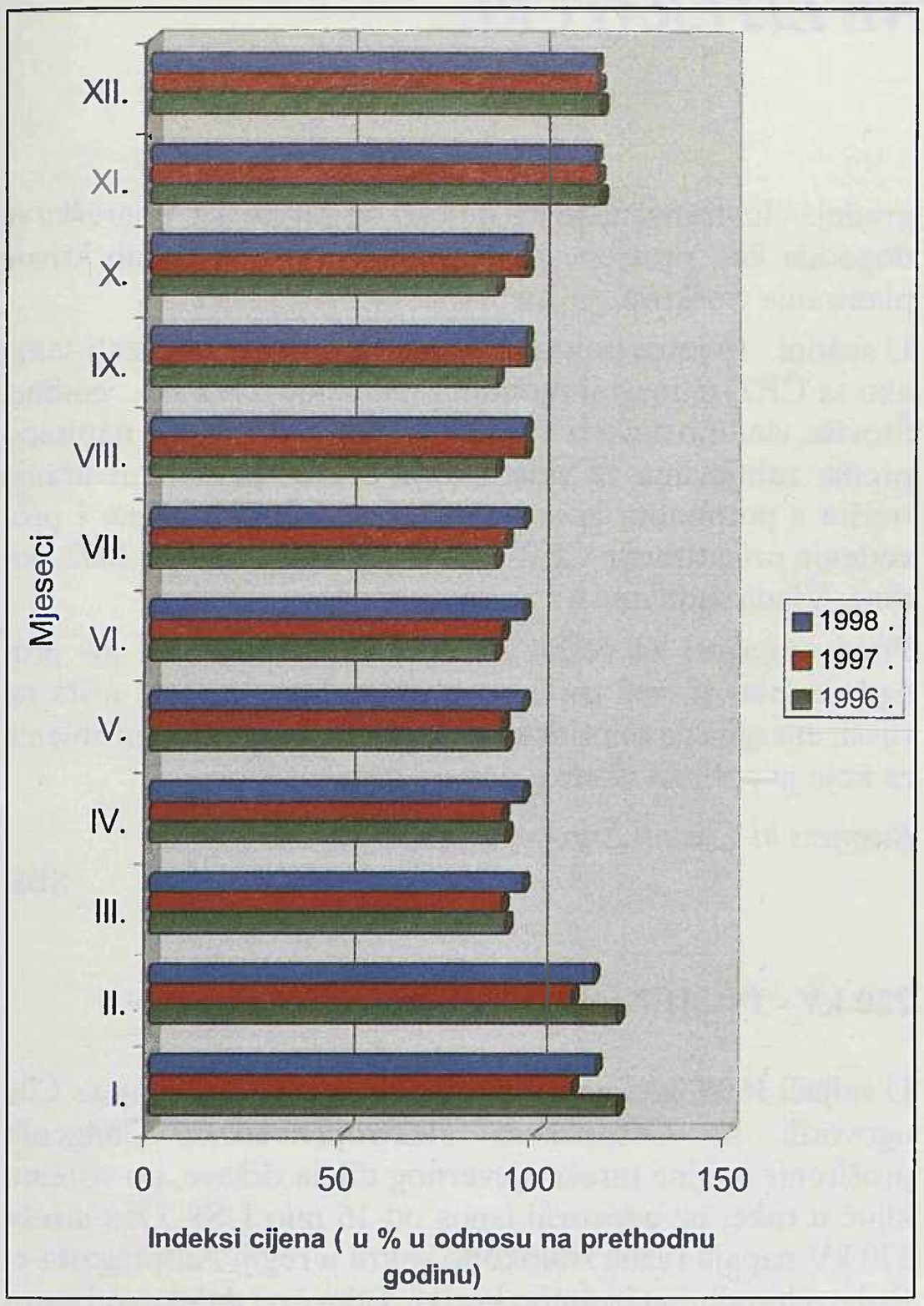
Opći indeks cijena po područjima (E) i odjeljcima (40) utvrđuje se ponderiranim postupkom, pri čemu se za ponderе uzima vrijednost proizvoda prodanih na domaćem tržištu.

U tablici 6 te dijagramom na slici 10 prikazani su mjesečni indeksi cijena električne energije u trogodišnjem razdoblju od 1996. do 1998. godine.

Tablica 6 - Mjesečni indeksi cijena (pri proizvođaču) u 1996., 1997. i 1998. godini

Godina Mjesec	1996 . (Ø1995.=100)	1997 . (Ø1996.=100)	1998 . (Ø1997.=100)
I.	121.4	109.8	115.6
II.	121.4	109.8	114.9
III.	92.4	91.4	96.7
IV.	92.4	91.4	96.7
V.	92.4	91.4	96.7
VI.	89.4	91.4	96.7
VII.	89.4	92.1	96.7
VIII.	89.4	97.2	97.2
IX.	89.4	97.2	97.2
X.	89.4	97.2	97.2
XI.	116.5	115.6	114.9
XII.	116.5	115.6	114.9

U 1996. godini najveći indeks je iznosio 121,4 u siječnju i veljači, a najmanji u iznosu 89,4 u ljetnim mjesecima. U 1997. godini najveći indeks u iznosu 115,6 ostvaren je u studenom i prosincu, a najniži od 91,4 u razdoblju od ožujka do lipnja. U



Slika 10. Kretanje mjesečnih iznosa cijena električne energije u 1996., 1997. i 1998.

1998. godini najveći indeks u iznosu 115,6 je ostvaren u siječnju, a najmanji od 96,7 u razdoblju od ožujka do srpnja.

Uzevši u obzir trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine najveći i najniži indeks cijena ostvaren je u 1996. godini, najveći u siječnju i veljači, a najmanji od lipnja do listopada iste godine.

SBK

ENRON I HEP POTPISALI SPORAZUM O GRADNJI TE JERTOVEC

Hrvatska elektroprivreda i američka tvrtka ENRON potpisali su 23. lipnja u Dubrovniku temeljni sporazum o gradnji TE Jertovec.

Rizik gradnje, proizvodnje kao i obvezu redovitog održavanja preuzeo je američki partner, dok se HEP obvezuje u sljedećih 20 godina otkupljivati svu proizvedenu energiju i osigurati urednu dostavu plina. Nakon tog roka elektrana će prijeći u vlasništvo HEP-a uz simboličnu naknadu od jedne marke. Umjesto ranije predviđenih 180 Mw, TE Jertovec će imati snagu od 240 Mw, odnosno proizvodni kapacitet od 1,3 do 1,5 milijardi Kw sati godišnje. Cjelokupni će projekt stajati 700 milijuna američkih dolara, a ENRON-u je prije početka gradnje ostavljen rok od 18 mjeseci za zatvaranje financijske konstrukcije. Temeljni sporazum o gradnji TE Jertovec, koji sadrži 110 gusto pisanih stranica, potpisali su direktor HEP-a Damir Begović i direktor CRO ENRON-a Joseph Sutton.

GODINA 1998. – GODINA VJETROELEKTRANA

Worldwatch Institut iz Washingtona objavio je početkom godine podatke o izgrađenim vjetroelektranama u svijetu u tijeku 1998. godine. Instalirana snaga vjetroelektrana povećana je za 2.100 MW, što je povećanje od 35 % u odnosu na 1997. godinu. u svijetu je ukupno instalirano 9.600 MW u vjetroelektranama. One će u 1999. godini proizvesti 21 TWh električne energije.

Najveće povećanje broja vjetroelektrana zabilježeno je u Njemačkoj, iako tamo ne postoje idealni prirodni uvjeti za njihovu gradnju. U tijeku 1998. godine izgrađene su 1.010 vjetroelektrane s instaliranom snagom od 793 MW i to u najvećem broju u sjevernim saveznim državama Schleswing – Holstein i Donja Saksonija.

Na drugom mjestu je Španjolska, koja je povećala svoje kapacitete za 395 MW. Sjeverna pokrajina Navarra pokriva 23 % svoje energije iz vjetroelektrana.

SAD su nakon nekoliko godina zatišja energičnije krenule u razvoj i implementaciju vjetroelektrana. Instalirano je 235 MW i to uglavnom na srednjem zapadu. Najveći projekt, snage 107 MW, realizirao je Enron u Minnesoti.

Danska je izgradila novih 235 MW. S ukupno 1.350 MW iz vjetroelektrana pokriva 8 % svih potreba zemlje.

Napretkom tehnologije došlo je do značajnog pada cijene gradnje. Tako je 1981. godine cijena postrojenja iznosila 2.600 američkih dolara po kW, a danas je oko 800 američkih dolara.

Prema podacima istog instituta u tijeku 1999. godine u svijetu će biti izgrađeno i pušteno u pogon novih 2.500 MW, i to najviše u sredozemnim zemljama: Španjolskoj, Italiji , Egiptu i Maroku.

FT – Renewable Energy report, March 1999, Issue 1/5

SBK

NUKLEARNO MIROVANJE

Češka je i dalje neodlučna u svezi s nuklearnom elektranom Temelin. Međutim, nije baš povoljna klima za zatvaranje ove nukearke. Zatvaranje bi imalo ozbiljne posljedice: daljnje kašnjenje i privatizacije proizvodnje električne energije ČEZ-a i liberalizacije tržišta električne energije. Za vladu nije u pitanju već utrošeni novac. Češki energetski sektor podržava ova ulaganja, pa i veća koja NE Temelin treba. Firme kao što su Škoda Praha i ČDK ovise o ugovorima s NE Temelin. Ukidanjem ove investicije dolaze u pitanje tisuće radnih mjesta. Zatvaranje traži velike troškove (oko 20 milijardi čeških kruna). Postavlja se pitanje kako objasniti zatvaranje još nedovršene nuklearke.

Ako je, pak, elektrana u pogonu, nekoliko nedavno obnovljenih elektrana loženih ugljenom, postaju višak kapaciteta. U razdoblju od 1994. do 1997. godine na njihovu rekonstrukciju ČEZ je potrošila isto toliko mnogo novca kao i na NE Temelin. Zatvaranje ovih termoelektrana loženih ugljenom značilo bi gubitak poslova za rudnike ugljena.

Novo izvješće vlade (koji ne daje preporuke) pokazuje malo entuzijazma za Temelin. Prije nekih 12 godina počela je gradnja elektrane, ali je još daleko do završetka. Pogreška se dogodila kod procjene potrošnje, što je dovelo do krivog planiranja troškova.

U suštini, izvješće pokazuje da će se Temelin održati samo ako se ČEZ-u dozvoli monopol najmanje do 2014. godine. Štoviše, vladino novo izvješće o energetskoj politici, napisano prema zahtjevima za pristupanje u EU, planira otvaranje tržišta s potpunom konukrencijom od 2005. godine i provođenje privatizacije ČEZ-a, koja je u tijeku, iza 2002. godine. Vlada sada ima 67 % kompanije.

Pravi odgovori za češku energetsku dilemu nisu još pronađeni iako se već traže desetak godina. Ako se ništa ne riješi, energija će se pridružiti dugoj listi urgentnih problema za koje je politika vlade jedan od paralizatora.

Business in Central Europe, April 1999

SBK

220 kV - PRIJENOSNI SUSTAV ZA ČILE

U veljači 1998. godine su Siemens-Argentina i Siemens Čile ugovorili sa Čileanskom elektroprivredom Chilgener proširenje spojne mreže sjevernog dijela države, po sistemu ključ u ruke, uz ugovorni iznos od 16 mio US$. Ova mreža 220 kV napaja razne rudokope bakra u regiji Antofagasta-e. Rokovi izvedbe su iznimno kratki. Tako prvi dalekovod mora već koncem listopada 1998. godine biti pušten u pogon, a ostali dalekovodi kao i vanjska rasklopna postrojenja koncem prosinca 1998. godine.

Ugovor sadrži opciju u iznosu od 4 mio US$. Siemens-ova poduzeća u Argentini i u Čile-u su napravila kompletne ponude na licu mjesta za dalekovode i za rasklopna postrojenja kao i priskrbila ugovor. Ova će dva poduzeća također biti odgovorna za razradu projekta, pri čemu će im biti na ispomoći nadležni centar za dalekovode u Brazilu.

Siemens, EV Report 2 / 98.

E. H.

KNOW - HOW IZ AUSTRIJE

EBG Transformatoren, najmlađa podružnica poduzeća ELIN Energieversorgung, isporučuje šest 80/100 MVA i pet 50/62,5 MVA trofaznih uljnih regulacijskih transformatora 154/33,6 kV firmi TEAS, najvažnijoj oblasti za opskrbu strujom Turske. Transformatore je ispitala službena ustanova za ispitivanje KEMA, nezavisni laboratorij, u Nizozemskoj. S ovim ugovorom ukupne vrijednosti od 80 mio. ATS osigurava si podružnica ELIN EV svoje mjesto kao međunarodni proizvođač transformatora na turskom tržištu.

Ako se uzme u obzir razvitak opskrbe električnom energijom u Turskoj, pokazuje se buduća važnost za plasman EBG transformatora. Prema najnovijim studijama godišnja potrošnja energije u Turskoj u slijedećih 13 godina će porasti sa 1500 kWh na 3500 kWh po stanovniku.

ELIN News, 24 / kolovoz 98.

E. H.

BIODIESEL OPSKRBLJUJE BERLINSKI DRŽAVNI SABOR (REICHSTAG)

Prije selidbe Njemačkog saveznog vijeća u glavni grad Berlin moraju u zgradi državnog sabora biti obavljene opsežne rekonstrukcije. Daljnji zadatak je učinkovita priprema opskrbe električnom strujom i toplinom.

Siemens je ugovorio, po sistemu ključ u ruke, izgradnju blokovske elektrane-toplane. Četiri diesel-motora elektrane bit će postavljeni u podrumu zgrade, pogonjeni biodieselom ili alternativno običnim diesel gorivom. Koncem 1998. godine elektrana-toplana će raspolagati sa 1600 kW el.struje i sa 1840 kW topline.

Da bi se škodljiva ispuštanja smanjila, bit će korišteni filtri čađi i oksidacijski katalizator za smanjenje ugljičnog monoksida (CO) i ugljičnog vodika (HC) te sustav pročišćavanja dimnih plinova (sustav Siemens/KWU smanjivanjem azotnog oksida. U biti se sastoji iz jednog SINOx-katalizatora koji radi na SCR-principu (Selective Catalytic Reduction), sustava upravljanja i uređaja za doziranje redukcijske tvari ili amonijačne vode. Redukcijsko sredstvo se već prema količini proizvedenog dušičnog oksida motora isparava ispred katalizatora u ispušni vod. Na taj način se oksidi dušika u katalizatoru preinačavaju u neškodljivi dušik.

Siemens, Power Journal 3 / 98.

E. H.

NADKRITIČNA PARNA TURBINA ZA UČINKOVITU PROIZVODNJU ENERGIJE

Fuji Electric Co., Ltd., naručio je kod Siemens/KWU-a isporuku nadkritične parne turbine najnovije generacije. Koristit će najviše stanje pare od 250 bara / 600°C u tom 600 MW-stroju parna elektrana će postići svjetski rekord korisnosti od gotovo 50%. Turbina je dio turboagregata, koji Fuji Electric isporučuje za elektranu na ugljen u oblasti Tokija za japansko proizvodno poduzeće.

Dok novo postrojenje 2002. godine ne uđe u komercijalni pogon, mora za pokrivanje potreba električne energije ostati u pogonu postojeća elektrana. To i mali raspoloživi prostor na licu mjesta predstavljaju pravi izazov za izgradnju i stavljanje u rad novog postrojenja. Čim nova elektrana uspješno preuzme pogon, staro postrojenje će osloboditi prostor za drugi blok 600 MW.

Siemens, Power Journal 3 / 98.

E. H.

RASTE POTRAŽNJA PLINSKIH TURBINA

Zajednički posao na elektranama Siemens-a i Westinghouse-a uspješno napreduje s nizom novih ugovora. Od lipnja do rujna sklopili su ugovore za 41 plinsku turbinu za proizvođače električne energije diljem svijeta.

Radi regulacije SAD-tržišta očekuje se rast potrošnje poglavito u satima vršnih opterećenja, što je nakon izvjesne suzdržanosti dovelo do gradnje dodatnih kapaciteta. Prema podacima Edison Electric Instituta, vršno opterećenje u SAD, koje redovito nastupa ljeti, 1998. godine u usporedbi s prethodnom godinom poraslo je za 5% ili za 31.000 MW. Evo nekoliko novih projekata elektrana:

- Assoiciated Electric Cooperative Inc., koje proizvodi električnu energiju za veleprodaju u Missouri-ju, Iowa-i i Oklahoma-i, svoje će elektrane znatno proširiti četirima novim postrojenjima u Missouri-ju i Oklahoma-i.

  Za vršnu elektranu s plinskim turbinama Nodsway bit će isporučene dvije plinske turbine 501D5 po 100 MW.

  Plinska elektrana Essex s jednom plinskom turbinom 501D5A snage isto tako će pokrivati potrebe vršne snage.

  250 MW kombi- elektrana St. Francis 2 bit će opremljena s jednom plinskom turbinom 170 MW. Proizvodna jedinica i parna turbina bit će izvedene na jednoj osovini. Oklahoma projekt će obuhvatiti jednu kombi -elektranu 500 MW. Ovoj elektrani s više osovina pripadaju dvije V84-34-plinske turbine i jedna parna turbina.

- Nezavisno proizvodno elektroprivredno poduzeće Calpine Corporation sa sjedištem u Kaliforniji gradit će elektranu Magic Valley Generating Station u Teksasu. Bit će isporučene dvije 501G-plinske proizvodne jedinice po 320 MW i jedna parna jedinica. Elektroprivredno poduzeće Magic Valley Electric Cooperative Mercedes će uzimati iz novog postrojenja do 400 MW u trajanju od 20 godina. Suvišna energija bit će prodavana na slobodnom tržištu. Stroj 501G je najnoviji 60 Hz-model plinske turbine Siemens Westinghouse-a i omogućava u spoju plinskih i parnih strojeva korisnost do 50%.
- Hundai Heavy Industries je naručila dvije plinske turbine 251B12 snage po 47 MW za plinsku elektranu aerodroma Inchon. Vlasnik i korisnik elektrane je Inchor Airport Energy Corporation, Južna Koreja.
- Central Louisiana Electric Corporation će blokove 6 i 7 svoje elektrane Coughin Station u Louisiana-i proširiti sa tri plinske turbine 501F po 160 MW. Plinske i parne proizvodne jedinice koristit će postojeće parne turbine u bloku 6 i dvije u bloku 7.
- Saudi Consolidated Electric Company napravila je ugovor, po sistemu ključ u ruke, za izvedbu plinske elektrane Qunfuddah kao proširenja. Elektrana će biti opremljena s dvije 501D5. plinske turbine, koje će pri tamošnjim temperaturama od 45°C davati snagu od 82 MW.
- Za KMR Development Corporation, konzorcij Siemens Westinghouse i K&M Engineering&Consulting Corporation izvodit će plinsku elektranu TermoCandelaria po sistemu ključ u ruke. Postrojenje se gradi u Cartagena-i u Kolumbiji s dvije 501F plinske turbine, a proizvodit će struju za kolumbijsko tržište.

Siemens, Power Journal 3 / 98.

E. H.

KOMBI ELEKTRANA S PLINSKIM TURBINAMA V94.2A

Na terenu firme Bayer AG u Dormagen-u gradi Siemens/KWU prema ugovoru s RWE Energie AG kombi-postrojenje za energiju-toplinu, koje će koristiti zemni plin. Postrojenje treba biti stavljeno u pogon sredinom 2000. godine, a nadomjestit će staro postrojenje na mrki ugljen te će davati do 580 MW el. snage i 490 tona procesne pare na sat za proizvodna postrojenja Bavarske. Elektrana će biti izvedena s dvije plinske turbine V94 2A, reda 190 MW kao i jednom parnom turbinom te tri generatora. Pri maksimalnoj proizvodnji topline bit će dostignut stupanj korištenja energije 85%. Ovom ugovoru pripada također i ugovor o dugogodišnjem održavanju.

Siemens, Power Journal 3 / 98.

E. H.

BHEL I SIEMENS OPREMAJU KOMBI-ELEKTRANU

National Thermal Power Corporation svoje će elektrane proširiti kombi-postrojenjem 430 MW, lociranog oko 50 km južno od New Delhi-ja. Za taj objekt će Bharat Neavy Electricals Limited (BHEL9 proizvesti po Siemens-ovoj licenci jednu V942-plinsku turbinu, parnu turbinu i tri generatora. Siemens Energieerzeugung će pripremiti drugu V942-plinsku turbinu i pripadajuću elektro opremu i sustav tehničkog vođenja.

Elektro oprema i sustav tehničkog vođenja plinskih turbina bit će dopremljeni na gradilište u tri kontejnera kao Power Control Center. Na taj način se jamči kratkotrajna montaža i stavljanje u pogon za elektro opremu i za sustav tehnike vođenja.

Elektrana može kao gorivo koristiti zemni plin, loživo ulje ili sirovi benzin. Poslije puštanja u pogon ljeti 1999. godine davat će struju u javnu mrežu.

Siemens, Power Journal 3 / 98.

E. H.

PROŠIRENJE JEDNOM PLINSKOM TURBINOM 256 MW

Termoelektrana Vilvoorde kod Brisela na ugljen snage 142 MW proizvodnog poduzeća Electrabel bit će proširena kombi-elektranom na zemni plin. Snaga elektrane će se na taj način povećati na 380 MW. Proširenjem će biti također povećana korisnost postrojenja sa sadašnjih 41,5% na oko 56%.

U novom postrojenju stari kotao na ugljen bit će zamijenjen parnim kotolom na ispušne plinove, u kom se vrući ispušni plinovi plinske turbine koriste za proizvodnju pare za parnu turbinu. Za ovo proširenje će biti isporučena V94.3A-plinska turbina, generator, elektrotehnička oprema i Power Control Center s TELEPERM XP-sustavom. Radovi na elektrani Vilvoorde započet će u rujnu 1999. godine, dok je završetak proširenja postrojenja predviđen za siječanj 2001. godine.

Siemens, Power Journal 3 / 98.

E. H.

MIJEŠANA ENERGIJA BEZ CO_2

Protočna hidroelektrana Gösgen u neposrednoj blizini nuklearne elektrane - građena je između 1913. i 1917. godine. Koncesija istječe 2027. godine. Da bi postrojenje moglo još 29 godina učinkovito raditi, četiri nove Kaplan turbine i novi generatori će nadomjestiti sedam starih proizvodnih jedinica s Francis turbinama. Siemens isporučuje četiri nova generatora za Kaplan proizvodne jedinice. Generatori se proizvode u tvornici Siemens-a u Sao Paolo-u (Brazilija), a pri 143 o/min. imaju snagu 12,5 MVA. Prva proizvodna jedinica već daje električnu struju u mrežu. Pri modernizaciji elektrane se nisu izmijenile odredbe koncesije o količini vode, korisnom padu i razinama. Tako će količinu vode 380 m^3/s koristiti umjesto do sada osam (naime također postoji i proizvodna jedinica za željeznicu) sada pet strojnih grupa, koje će međutim davati 12% više električne energije.

Siemens, Power Journal 3 / 98.

E. H.

ENERGETSKE PRIČUVE

Povijest ljudske kulture obilježava to da izumima i otkrićima stalno uspijeva otkrivati nove izvore, odnosno s poznatim učinkovitije postupati. Korištenje fosilnih nosilaca primarne energije (zemno ulje, plin) i kasnije urana zajedno sa ključnim inovacijama kao parnog stroja, dinamoelektričnog principa i upravljanje lančane reakcije omogućili su nastanak modernih industrijskih društava.

Od 1830. godine do danas stanovništvo svijeta se povećalo od jedne na šest milijardi ljudi. Srednja prognoza očekuje u 2050. godini dvanaest milijardi. Da bi budućim generacijama ispunili njihovo legitimno pravo na blagostanje, moramo postaviti pitanje o energetskim pričuvama za budućnost.

1970. godine je upućeno izvješće "Rimskom klubu" ("Club of Rome") pod naslovom "Granice rasta". Polazeći od tada poznatih podataka, prognoziran je kolaps industrijskih društava u vremenu od nekoliko desetljeća radi iscrpljenih zaliha. 30 godina kasnije, usprkos znatno većoj potrošnji, isti nisu ni na koji način iscrpljeni. Izvori, pričuve i dosezi se iskazuju kao dinamične vrijednosti, koje odlučujuće zavise o najvažnijim izvorima kojim raspolaže čovjek, odnosno "Znanje i tehnički napredak".

U proteklih 100 godina povećanjem korisnosti pri uporabi goriva u elektranama na fosilna goriva snižena je potrošnja goriva sa 4 kg kamenog ugljena na 300 g po kWh. Uran je bio poznat već preko 200 godina, dok ga "Znanje i tehnički napredak" nisu učinili energetskim izvorom. Zahvaljujući poboljšanim tehnikama korištenja mogu i mogle su uvijek bivati otkrivene nove pričuve sirovina.

Rastuće stanovništvo svijeta bit će i ubuduće u dovoljnoj mjeri opskrbljeno sirovinama i energijom, ako se uspiju dugotrajno držati otvorenim sve znanstvene i tehničke opcije. Stoga je lakoumno kratkoročno žrtvovati sazrele tehnologije političkim razlozima.

Siemens, Standpunkt 4 / 98.

E. H.

"TROLITARSKA KUĆA"

Dok se u proizvodnji automobila već više godina radi na razvoju trolitarskog auta, "trolitarska kuća" je već ostvarena. S toliko lož ulja zadovoljavaju se niskoenergetske kuće

godišnje po kvadratnom metru stambene površine. Tri litre ulja ili oko tri kubična metra plina prigodom izgaranja daju oko 30 kWh energije za grijanje. S tim je potrošnja znatno ispod vrijednosti propisanih urednom o toplinskoj zaštiti iz 1995. godine, koja propisuje između 54 i 100 kWh. Uredba o štednji energije za 1999. godinu predviđa da treba voditi računa o daljnjem sniženju potrošnje za oko 30%, kako bi se štedjeli energetski izvori i smanjila količina emisije ugljičnog dioksida. Kod niskoenergetskog načina gradnje važna je dobra izolacija građevine i prije svega s potrebama usklađeno potpuno automatizirano grijanje. Tim načinom gradnje povećavaju se troškovi, koji se međutim mogu vratiti manjom potrošnjom energije. Osim toga postoje subvencije od države ili od pokrajina.

Siemens, Standpunkt 4 / 98.

E. H.

SOLARNI BROD

"Sunčana svjetlost" ime je prvog putničkog broda na svijetu na kopnenim vodama pogonjenog fotonaponskim elementima. Solarni katamaran su razvili Siemens i austrijsko brodogradilište SUEK. Na osnovi konstrukcije iz lakog metala izgrađeni nepotopivi brod pogone dva elektromotora, koji dobivaju energiju iz 45 solarnih modula velike površine. "Sunčana svjetlost" može ploviti vodom brzinom do 16 kilometara na sat. U slučaju nepovoljnog vremena omogućavaju dodatni akumulatori daljnju plovidbu u trajanju do pet sati. Ako u periodu nepovoljnog vremena duže izostane sunčana svjetlost, baterije mogu biti nadopunjene priključivanjem na vanjsku električnu mrežu. Zahvaljujući pogonu bez štetnih ispuštanja i izvanredno maloj buci prigodom vožnje solarni brod je posebno pogodan za vožju u zaštićenim vodnim područjima.

Siemens, Standpunkt 4 / 98.

E. H.

UČINKOVITIJA PRIMJENA ENERGIJE POBOLJŠAVA ZRAK

Prema proračunima Njemačkog instituta za unaprjeđenje znanosti Berlin, i Frauendorfer-instituta za sistemsku i inovatorsku tehniku, Karisruhe, ispuštanje CO_2 u Njemačkoj je od 1990. do 1997. godine smanjeno za 12,4% (110 mio. tona ugljičnog dioksida). Razlozi za smanjenje ispuštanja štetnih materija na istoku zemlje je učinkovitija primjena energije u industriji i u privatnim domaćinstvima, kao i uporaba goriva s manje ispuštanja. Na Zapadu je ispuštanje CO_2 u istraživanom vremenskom periodu poraslo za dva posto. U odnosu na povećanje stanovništva od 5% i ostvarenom privrednom rastu ipak su ispuštanja po stanovniku u cijelosti znatno smanjena, što još jednom potvrđuje da nema direktne veze sa privrednim rastom i potrošnjom energije.

Siemens, Standpunkt 4 / 98.

E. H.

ENERGETSKE PRIČUVE U OGRANIČENOM SVIJETU

Tri četvrtine čovječanstva raspolaže samo s jednom četvrtinom energetskih pričuva.

Da bi ostali u utrci sa stalnim rastom potreba za energijom, nužno je kako globalno tako i regionalno što štedljivije i učinkovitije koristiti energiju, što je jedini pravi način ostvarenja ekonomskih, ekoloških i socijalnih zahtjeva.

Potrošnja energije stalno raste. Samo u zadnja tri desetljeća svjetska potreba za energijom je udvostručena, a tendencija rasta će se nastaviti i u idućim desetljećima. Povećanje broja stanovnika svijeta od sadašnjih 6 na 8 milijardi ljudi do 2010. godine i 10 milijardi do 2050. godine uzrokovat će i rast potrošnje energije, posebno u zaostalim i u zemljama u razvoju. Danas u manje razvijenim zemljama živi 4 milijarde ljudi, kojima je potrebna dovoljna količina energije koja je predpostavka rasta i zaposlenosti.

Razne prognoze rasta do 2020. godine ne podudaraju se, ali su svakako značajne (od 1,2% do 3,8% godišnje). Četvrtina stanovništva svijeta danas troši tri četvrtine energije, koja će se postupno prebacivati na zaostale zemlje i zemlje u razvoju, pa se rast potrošnje energije očekuje od preko dvije trećine u državama Azije, Južne Amerike i Afrike.

Osnovni udio za pokrivanje energetskih potreba moraju u skladu s usklađenim mišljenjem svih energetskih eksperata također i ubuduće pokrivati klasični nosioci energije - zemno ulje, zemni plin i ugljen.

Fosilni energenti bit će još dugo vremena raspoloživi. Također za 2060. godinu procjenjuje se udio ulja, plina i ugljena na 80% u opskrbi svijeta energijom. Pri daljnjem rastu ukupnih energetskih potreba prema procjenama Međunarodnog instituta za primijenjene analize sistema (IIASA) njihov udio 2050. godine bit će još 64%, a 2100. godine 45%. Dok su rezerve zemnog ulja i zemnog plina koncentrirane većim dijelom na članice OPEC-a i bivšeg Sovjetskog saveza, rezerve ugljena diljem svijeta dostatne su, prema statističkim podacima, za 200 godina korištenja.

Predviđa se da će zemni plin imati povoljan razvoj, dok će zemno ulje relativno zaostajati. Značaj ugljena će i nadalje rasti. Tako Svjetski energetski savjet IIASA predviđa skoro dva puta veću potrošnju ugljena do 2050. godine, prije svega u zaostalim i zemljama u razvoju. Oko 60% svjetskih rezervi ugljena otpadaju na SAD i Kinu, koja zapravo i nema drugog po cijeni povoljnog energetskog izvora kojim bi pokrila rastuće potrebe. Izvoz iznosi 2% godišnje iskopanog ugljena. U SAD samo dobrih 8% ukupnih količina bivaju izvezene.

I nuklearna energija će sudjelovati u opskrbi svijeta energijom. Njen udio se također i ubuduće procjenjuje na 6%. Nuklearna energija mora, u skladu s očekivanjem, odgovarati zahtjevima ekonomičnosti i sigurnosti, a nuklearni krug goriva mora biti zatvoren.

Vodne snage kao tradicionalno obnovljiva ènergija pridonosi danas opskrbi svijeta energijom sa 3%. Na značenju dobiva prije svega u Kini i u Africi. Za takozvane nove obnovljive nosioce energije, tj. vjetar, biomasu, sunce itd., pokazuju se velika zanimanja te će njihov udio do 2020. godine dostići 5%. U slijedećim desetljećima težište investicija će biti koncentrirano i nadalje na dokazane oblike energije. Investicijske potrebe energetike su vrlo velike. Prema proračunima Svjetskog energetskog savjeta do 2020. godine mora biti investirano oko 30.000 milijardi US$, što je više od svjetskog društvenog proizvoda jedne cijele godine.

Energija je strateški i za trajan razvoj svake nacionalne privrede nužan ključni element:

U industrijskim zemljama pouzdana opskrba energijom osnovna je pretpostavka kako za proizvodnju tako i za usluge, što osigurava radna mjesta, blagostanje i razvitak gospodarstva.

U zemljama u razvoju opskrba energijom je pokretačko sredstvo napretka. To se vidjelo iz dinamike tog procesa u

privrednom razvoju azijsko-pacifičkih zemalja u posljednjem desetljeću, s iznimkom nedavno nastale krize, koja će biti prevladana.

Povećanje broja stanovnika i potrošnje energije istodobno vode do rasta zavisnosti o uvozu energije. Dok je danas oko 50% stanovnika svijeta zavisno o uvozu energije, taj udio će do 2020. godine biti povećan na 80%, što može biti politički nepovoljno. S velikim optimizmom danas se vrednuju izgledi kaspijskog zemnog ulja, koje eksperti smatraju Perzijskim Golfom 21. stoljeća. Tamo su druge po veličini svjetske rezerve zemnog ulja, od kojih ima više samo Saudi Arabija. Zajedno sa regijom Golfa tvori se novi energetsko-politički centar moći, označen kao "Strategijska elipsa". Treba međutim voditi računa da se opet ne zapadne u poteškoće kao u 1973./74. i 1979./80. godini, kada je došlo do povećanja cijena naftnih derivata, reklo bi se "preko noći", od 3 na 11 US$/barel 73./74., odnosno na 34 US$/barel osamdesetih godina. To se međutim proširilo i na plin i ugljen. Stoga je važno usmjeriti se što više na vlastite energetske izvore.

Vremena visokih cijena naftnih derivata su navela na štednju energije i konzekventno korištenje vlastitih energetskih pričuva, zemnog ulja i plina Sjevernog Mora, a i korištenja domaćeg ugljena, što je smanjilo zavisnost o uvozu iz OPEC-a.

Slom koji se očekivao u opskrbi energijom je spriječen, jer su se pojačanom eksploatacijom otkrile dodatne energetske pričuve i na taj su način postojeće pričuve bolje iskorištavane. Danas su istražni radovi usavršeni, nalazišta se brže otkrivaju i eksploatira ulje i plin. U vidu su npr. i korištenja npr. uljnih škriljaca i katranskog pijeska, što će doći do izražaja tek pri višoj cijeni energenata.

Značajni su rezultati postignuti kod učinkovitih priprema i primjeni energije. U industriji Njemačke npr. specifična potrošnja energije u periodu između 1950. i 1973. godine snižena je za 46%, a od 1973. do danas još jedanput za preko 40%. I u proizvodnji električne energije postignute su zadnjih godina velike uštede. Za proizvodnju jednog kWh struje danas je potrebno manje od 300 g SKE, što je 50% manje nego još početkom 50.-tih godina. Tako je također bilo moguće specifični potrošak goriva u njemačkim termoelektranama na kameni ugljen od 1950. smanjiti za jednu trećinu. Današnje nove njemačke elektrane na kameni ugljen dosižu korisnost do 47%! Nove tehnologije na kombi-bazi dosižu vrijednosti od 50%. Radi usporedbe: u nekim dijelovima svijeta elektrane na kameni ugljen i danas još rade sa stupnjevima korisnosti ispod 30%. Skokovi učinkovitosti također su dostignuti i u tehnologiji elektrana na mrki ugljen i posebno na zemni plin.

Poruka 17. Svjetske konferencija za energiju 1998. godine u Houston-u je jednoznačna: Energetska privreda je upućena na dugoročno orijentiranu, globalnim prilikama određenu i trajno pouzdanu energiju i politiku čuvanja okoliša. Ispunjavanje ovih ciljeva stoga prate političke direktive kao i rastuće želje potrošača. Pesimizmu nema mjesta u budućnosti Houston je utvrdio, da nosilac i pokretač tehničkog napretka mogu dati tehnološke odgovore na izazove u slijedećem stoljeću. Raspoložive moderne tehnologije energije moraju biti proširene diljem svijeta, prije svega u zaostalim i u zemljama u razvoju, da bi se mogla osigurati borba sa nedostatkom energije. Tako bi se smanjila potrošnja svjetskih resursa.

Pozivi za smanjenje potrošnje energije u globalnom smislu nisu realni niti gospodarski opravdani. Uz smanjivanje, npr. korištenja fosilnih goriva, valja raditi i na zamjenskim materijama.

U zaostalim i u zemljama u razvoju valja koristiti modernu tehniku sagorijevanja koja osigurava zaštitu okoliša što manjom emisijom štetnih tvari. Moraju se iskoristiti danas i ubuduće raspoloživi nosioci energije. Stalno treba raditi na poboljšavanju energetske učinkovitosti kao i na iznalaženju i razvoju novih energetskih tehnologija i to na osnovi tržišnog gospodarskog sustava. Tako će se postići izgradnja mosta između potreba današnje i budućih generacija te stvoriti energetsko-gospodarstvena osnovica koja će omogućiti da se granice rasta trajno pomaknu.

Siemens, Standard 4 / 98.

E. H.

UDK 621.31

ENJAAC 48 (4) – (1999) – 203-278

ISSN 0013-7448

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 48 (1999) Zagreb 1999 Br. 4

SADRŽAJ

Graham V.: Life extension of Telecommunications plant with Particular Reference to Power Line Carrier: a Case Study (Professional paper) 205

Rukavina T. – Klepo M.: Naknada za korištenje prostora (Izvorni znanstveni članak). 209

Klepo M.: Metoda za utvrđivanje troškova i naknada priključka potrošača na centralizirani toplinski sustav (Prethodno priopćenje). 219

Bajić B.: Nove metode vibroakustičke dijagnostike kavitacije u turbinama (Izvorni znanstveni članak) 231

Protić R.: Utjecaj Kyoto protokola na globalna kretanja u energetici (Pregledni članak) 241

Klečina F.: Bug 2000. (Stručni članak). 253

Vijesti iz elektroprivrede. 257

Iz strane stručne literature. 269

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.

Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 1999 - 06 - 30

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992, a prema mišljenju istog ministarstva oslobođen je plaćanja poreza na promet (rješenje 532-03-1/5-92 od 3. studenoga 1992).

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

LIFE EXTENSION OF TELECOMMUNICATIONS PLANT WITH PARTICULAR REFERENCE TO POWER LINE CARRIER: A CASE STUDY

Vincent G r a h a m, Australia

UDK 621.398.052
PROFESSIONAL PAPER

Whilst there has been considerable pressure in the last few years in the electricity supply industry to engage in life extension techniques for primary plant, it has typically been assumed that control, and telecommunications equipment needs to be replaced regularly to provide increased capacity, and / or to maintain compatibility with the wider telecommunications industry.

In smaller systems however, particularly where lines are in part remote and where there is little growth of either electrical load or business communication functionality, an effective case can be made to conserve expenditure and use ageing telecommunications plant rather longer than normal.

This paper describes the assessment of 25 year old power line carrier equipment for its suitability to continue in service, offers the conclusions reached, and indicates the work required to update the plant to an acceptable level for a minimum of 5 further years service.

Key Words: life extension, power line carrier, availability, fault history, capital deferment.

1. PRIVATE TELECOMMUNICATIONS

Electricity utilities have for many years provided telecommunications themselves to support the operation of the power system. This choice has been dictated by a variety of reasons in different countries but the common factor has always been reliability.

The dominant services carried on these circuits have been those of

- Protection Signalling, and
- Control (SCADA and related functions).

Both of these functions require orders of reliability of between 99.9% and 99.99% depending on power network topology, its sensitivity to instability, and the style of protection system chosen.

Whilst these figures can now arguably be met in publicly provided services, the normal method of specifying reliability over a long term ignores the problems that occur at the instant of need. In particular the telecommunications provided for protection signalling are required to perform during times of power system disturbance - a demanding requirement that can be masked by traditional statistics in analysing reliability.

Accordingly, the need to provide specific telecommunications for operational purposes in electric utilities is still almost universally accepted as necessary.

2. POWER LINE CARRIER - AN OLD BUT VALUABLE TECHNOLOGY

Power line carrier as a viable technology was first introduced in the 1950's.

By today's telecommunications standards it has very little capacity, is quite expensive, and has limited sources of supply. However, many systems are in use around the world and there are a number of circumstances where the continued use of, or the needs for a new application may dictate the choice of, plc in an ongoing sense.

Most notably plc still finds a use...

- on long lines where alternate technologies are uneconomic,
- on radial lines where there is no requirement for (high speed) administrative type traffic to the far end,
- as the second path for duplicate protection, and
- in existing network configurations, where higher speed data transmission needs have been met by other routes in the telecommunications infrastructure.

As a result, older installations of plc continue to be maintained, and new installations continue to be planned and installed.

3. LIFE EXTENSION

There has been considerable pressure in the last few years in the electricity supply industry to engage in life extension techniques for primary electrical plant, but it has been typically assumed that control, telecommunications and to a lesser extent, protection equipment needs to be replaced regularly to maintain availability of spare parts, to provide increased capacity, to improve transmission quality, and/or to maintain compatibility with the wider telecommunications industry.

However, where capital is scarce, power system growth is slow, and the needs for higher speed communications (usually related to the business activities of the utility) can be met in other ways, there is an arguable case for maintaining plc equipment (and indeed other working telecommunications plant) longer than has traditionally been accepted.

4. STEPS FOR ASSESSMENT

To identify the extent to which plc life extension may be adopted in a particular network, a number of steps must be taken in order to

1. Identify the links that are unlikely to be required to carry additional or faster services.
2. Check that these links need only carry command protection signalling (rather than comparison schemes).
3. Examine the telecommunications network configuration in conjunction with power system development plans to determine if predicted power system changes will impose constraints on the decision.
4. Analyse the fault history.
5. Check if the history supports adequate reliability.
6. Consider if the elimination of a generic fault will provide adequate reliability.
7. Consider the availability of adequate maintenance staff.

5. A CASE STUDY

The regional electricity utility of South Australia operates a power system based on meshed 275 kV and 132 kV.

Power line carrier has provided part of an integrated operational telecommunications network for more than 40 years, sharing the bearer requirements with radio links since 1965.

Protection systems for the most part are Distance Impedance systems requiring only command type protection signalling and SCADA is carried at a standard rate of 1200 bps.

On 132 kV lines protection signalling is generally not duplicated and the plc may well carry the only protection signalling for that line. However, 275 kV lines require duplicate protection signalling and the plc is usually the alternative route.

Much of the system development and hence the major plc purchase was in the boom period of the 1970's.

48 terminals from that era (and 18 terminals purchased in later times) were included in an extensive evaluation to set a direction and policy for the ongoing use (or not) of plc.

5.1. Process

5.1.1. *Background*

Of the 48 oldest terminals there was a mixture of European and Japanese sourced units. Neither of the manufactures still make or support the units.

All used valve power amplifier stages and all had complex power supplies to drive their PA stages.

The relatively few European units were the oldest and were found to be unsuitable for ongoing service because of non standard untuneable frequency dependent components and because an overall lack of supporting parts.

By far the majority were from Japan (circa 1967) and showed the potential for continuing service.

5.1.2. *Future requirements*

An analysis of the telecommunications network configuration showed that any new traffic requirements could be carried on other bearers with the exception of two links.

5.1.3. *Protection signalling needs*

It was established that there was no intent to change from the standard command signalling requirements for protection in the links concerned.

5.1.4. *Power system developments planned*

The mid range plan for the development of the power was examined and several cases were identified where a substation could be expected to be inserted into a line section creating two such line sections. In each case it was considered that it would be possible to retain the plc link by shortening it to one of the line sections and equipping the other with an appropriate new service (in one case - plc, and in the others - radio links).

Thus all the 'system' conditions were met to warrant investigation of the plant itself for potential life extension.

5.1.5. *Fault history*

The fault history of the units was examined in detail and it was found that in a 14 month period there was a high failure rate averaging 5 outages per channel per year.

5.1.6. *Availability history*

With a short MTTR of 2.4 hours brought about mainly because of the availability of local line maintenance

staff capable of rectifying simple faults, the reliability was 99.86% clearly less than desirable for protection signalling.

It was found that all but 6 of the faults were valve failures in the transmitter power amplifier or faults in the associated power supply.

5.1.7. *Reliability after removing generic fault source*

If all of the faults due to these two issues were isolated the resulting reliability would have risen to 99.992%.

Accordingly, serious consideration was given to the possibility of refurbishing the power amplifier / power supply arrangements.

Some original manufacturer replacement solid state PA's were in stock and several current plc manufacturers PA's were found to be capable of modification to fit. With local manufacturers offering a suitable power supply unit, the plant was available at modest cost to replace the fault prone components and a life extension option was considered possible.

5.1.8. *Support staff*

Not with standing the promising view of the equipment upgrade, it was still necessary to examine the potential for this plant to be adequately serviced and maintained.

The generic faults had generally been attended by non skilled staff who could replace valves or restart power supplies under verbal direction. However, all other faults required skilled staff despatched from the central service depot. With distances up to 300 km to be travelled, the MTTR is clearly substantially more on average than the 2.4 hrs previously. This was balanced however against the minimal number of faults anticipated.

A nucleus of skilled staff remain available at the central depot and hence the scheme was considered viable.

5.2. Summary

The refurbishment project is proceeding and it is estimated that the capital expenditure to replace the links (either with plc or replacement technology) can be successfully deferred by at least 5 years.

Careful fault history analysis and selective component upgrading has given an anticipated life extension of at least five years without reducing the service level below the acceptable threshold.

In times of stringent bottom line cost objectives, management appreciates the reduced outgoings and the deferment of capital expenditure.

6. CONCLUSIONS

Whilst the use of aging telecommunications plant to provide support for power system operations is unusual and in many cases unsuitable to carry new services, there remains a large number of installations were analogue power line carrier is adequate. The case study described is one example where it can be demonstrated that telecommunications plant can have life extension applied matching the life extension of the major plant.

PRODUŽENJE ŽIVOTNOG VIJEKA TELEKOMUNIKACIJSKOG POSTROJENJA S POSEBNIM OSVRTOM NA VF VEZE NA VN VODOVIMA: STUDIJA SLUČAJA

Dok se posljednjih nekoliko godina vrši znatan pritisak u elektroprivrednoj djelatnosti za poduzimanje revitalizacije u temeljnim postrojenjima, dotle je za upravljačku i telekomunikacijsku opremu uobičajena pretpostavka da ih treba redovno zamjenjivati kako bi se povećao kapacitet i/ili održala kompatibilnost s telekomunikacijama na širem planu.

Međutim, u manjim sustavima, posebice gdje su vodovi dugački i gdje postoji mali rast potrošnje električne energije ili funkcija poslovne komunikacije, moguć je djelotvoran način uštede i korištenje starijeg telekomunikacijskog postrojenja duže od uobičajenog.

Ovaj referat opisuje procjenu mogućnosti nastavka rada opreme VF veza na VN vodovima stare 25 godina, iznosi donesene zaključke i navodi potrebne radove za obnovu postrojenja i dovođenje na prihvatljivu razinu kvalitete za minimalno 5 godina daljnjeg rada.

DIE LEBENSDAUERVERLÄNGERUNG EINER FERNMELDEANLAGE MIT BESONDERER RÜCKSICHT AUF HF VERBINDUNGEN ÜBER HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN: ABHANDLUNG EINES ZUFALLS

Indem in den letzten Jahren ein erheblicher Druck auf die Stromversorgung geübt wird um Neurüstungen in Hauptanlagen zu unternehmen, gilt für die Steuerungs- und Fernmeldeausrüstung übliche Annahme des regelmäßigen Umtausches, zwecks Erhöhung der Kapazität und/oder der aufrechterhaltung des Übereinstimmens (der Kompatibilität) mit dem allgemeinen Fernmeldewesen.

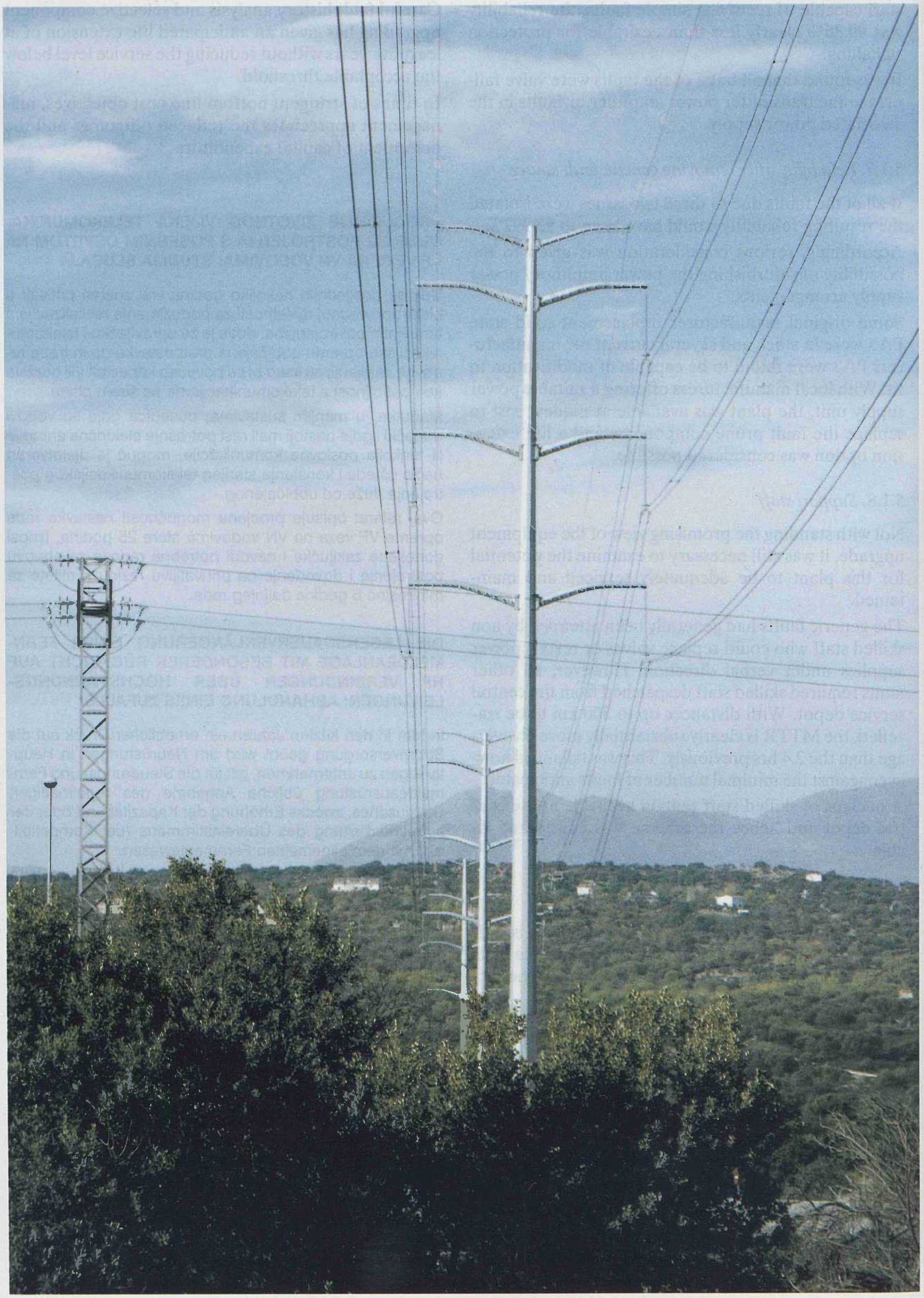
In kleineren Anlagen, besonders wenn die Leitungen lang und der Zuwachs des Energieverbrauchs oder der geschäftliche Verkehr klein sind, ist ein wirksames Sparen und eine Nutzung der älteren Fenmeldeanlage länger als üblich möglich.

Beschrieben in diesem Artikel wird die Bewertung der Fortsetzung des Betriebes einer Fernmeldeverbindung auf einer 25 Jahre alten Hochspannungsleitung, dargelegt werden erbrachte Folgerungen und notwendige Unterfangen zwecks Anlagenerneuerung und das gelangen auf ein annehmbares Qualitätsgrad wenigstens für 5 Jahre künftiger Arbeit.

Naslov pisca:

Vincent Graham, dipl. ing.
ETSA Transmission Corporation
5000 Adelaide
Australia

Uredništvo primilo rukopis:
1998-12-22.



NAKNADA ZA KORIŠTENJE PROSTORA
(nova metodologija i analiza)

Tanja R u k a v i n a – dr. sc. Mićo K l e p o, Zagreb

UDK 621.3.003.2:351.72
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

Analizira se naknada koju HEP plaća gradovima i općinama za prostore koje koriste termoelektrane i hidroelektrane prema Zakonu o elektroprivredi (NN 31/90). Po prvi put se izlaže prijedlog nove metodologije raspodjele naknade koju plaćaju hidroelektrane između gradova i općina. Također je dan pregled rješenja u drugim zemljama. Provedena je analiza sudjelovanja naknade u proračunu jedinica lokalne samouprave te u troškovima proizvodnje električne energije.

Ključne riječi: naknada za korištenje prostora, proračun lokalne zajednice, cijena električne energije.

1. UVOD

Sukladno Zakonu o elektroprivredi (NN 31/90), elektroprivredni objekti koji se bave proizvodnjom električne energije, plaćaju naknadu za korištenje prostora jedinicama lokalne samouprave (općinama i gradovima) na čijim su područjima njihovi objekti za proizvodnju električne energije (u daljnjem tekstu: elektrane) izgrađeni. Zbog češćeg korištenja termina "naknada" umjesto "nadoknada" i u ovom se radu koristi termin "naknada".

Visina naknade za pojedinu elektranu utvrđuje se tako da se pripadni koeficijent za obračun naknade (lp/kWh), množi s količinom električne energije proizvedenom na njenom pragu u promatranom razdoblju (kWh). Visinu naknade utvrđuje Vlada Republike Hrvatske. Za elektranu koja je smještena na područjima dvije ili više jedinica lokalne samouprave, ova se naknada raspoređuje na svaku od njih, razmjerno veličini prostora koje su elektrani ustupile na korištenje. Elektrane su obvezne naknadu platiti do konca mjeseca, za električnu energiju proizvedenu u prethodnom mjesecu.

Naknada za korištenje prostora ne plaća se za sljedeće elektrane: dizelski električni agregati za vlastite potrebe, hidroelektrane do 500 kW instalirane snage, elektrane na bioplin, elektrane na sunčevu energiju, elektrane na energiju vjetra, elektrane na energiju valova i elektrane na geotermalnu energiju.

Svrha naknade nije jednokratna isplata zbog izvlaštenja (eksproprijacija) zemljišta, jer se ta naknada definira Zakonom o izvlaštenju (NN 9/94). Naknada za korištenje prostora definirana je Zakonom o elektroprivredi (NN 31/90) i trajna je obveza HEP-a. Svrha naknade za korištenje prostora je višeznačna:

a) da kompenzira smanjenu mogućnost razvoja lokalne zajednice zbog postojanja objekata za proizvodnju električne energije (elektrana i pripadajućih elemenata),
b) da dio koristi od angažiranih resursa ostaje na područjima njihova nastanka,
c) da i jedinice lokalne uprave neposredno sudjeluju u podjeli dijela koristi od rada postrojenja u koja su uložena velika sredstva i koja daju velike koristi za cjelokupnu zajednicu,
d) da nadoknadi jedinicama lokalne uprave posredne i neposredne negativne utjecaje koji nastaju smještajem i radom elektrana.

Dakle, svrha naknade je ne samo da poravnava eventualnu nemogućnost razvoja drugih djelatnosti na područjima koje zauzimaju elektrane i ostali objekti za proizvodnju električne energije, već i unaprjeđuje lokalnu zajednicu.

Koliko naknada za korištenje prostora pridonosi u razvoju lokalne zajednice (*benefit*), te koliko opterećuje troškove proizvodnje električne energije (*cost*), prikazano je u nastavku.

S obzirom da je naknada uračunata u cijenu električne energije, zaključuje se da naknadu plaćaju potrošači električne energije. Time se dokazuje da šira zajednica ne namjerava "kazniti" lokalnu zajednicu, tj. da lokacija nije izabrana po kazni, već da šira zajednica razumije sve poteškoće koje će imati lokalna zajednica.

Naknada za korištenje prostora nadoknada je lokalnoj zajednici za površinu koju koristi određena elektrana i objekti koji su u svezi s njenom proizvodnjom. Pri tome

je bitno da se naknada plaća za površinu koja je **"pod utjecajem"** (*under influence*). U tablici 1 je dan pregled mogućih utjecaja elektrana na lokalnu zajednicu.

Tablica 1. Utjecaj elektrana na lokalnu zajednicu

	Kratkoročno		Dugoročno	
	- pozitivan -	- negativan -	- pozitivan -	- negativan -
Ekonomski utjecaj	■ zapošljavanje u izgradnji elektrane ■ potrošnja lokalnih dobara i usluga	■ porast cijena roba i usluga zbog povećane potražnje ■ porast cijena nekretnina zbog povećane potražnje ■ manji raspoloživi dohodak za lokalne stanovnike (*ceteris paribus*)	■ zapošljavanje u radu elektrane ■ razvoj primjerenih komercijalnih aktivnosti ■ potrošnja lokalnih dobara i usluga	■ smanjenje prihoda od turizma i drugih osjetljivih djelatnosti zbog blizine elektrane
Demografski utjecaj		■ povećanje broja zaposlenih u izgradnji elektrane može uključiti nesporazume i napetosti između istih i domaćeg stanovništva zbog nacionalnih, kulturnih i socijalnih razlika	■ promjena strukture društvene utjecajnosti (ukoliko pridošlice imaju bolje obrazovanje, životne navike i sl.)	■ povećanje broja zaposlenih u radu elektrane može izazvati pritisak na lokalne objekte društvenog standarda (bolnice, škole, vrtići i sl.), infrastrukturu
Utjecaj na stambenu izgradnju		■ nagli dotok novog stanovništva izaziva probleme vezane s njihovim smještajem	■ potražnja će izazvati povećana ulaganja u stambenu izgradnju	■ v. kratkoročno
Utjecaj na javne usluge		■ javne usluge postaju nedovoljne što izaziva pad kvalitete istih	■ opravdanost ulaganja u neke usluge s obzirom na porast zajednice	
Financijski utjecaj			■ unaprjeđenje zajednice u smislu ulaganja u promet i veze	■ ukoliko sredstva lokalne zajednice u obliku taksi i poreza nisu dovoljna za pokrivanje i zadovoljenje novih potreba
Društveni utjecaj		■ kao i za demografski		■ promjenom organiziranosti malih zajednica, ruši se postojeća društvena hijerarhija i raspored snaga ■ stigmatizacija

Jasno se vidi da je utjecaj elektrana na lokalnu zajednicu uglavnom dugoročnog karaktera. Predznak ukupnog utjecaja zavisi ne samo o njihovoj brojnosti već dakako i o intenzitetu.

2. OBRAČUN NAKNADA U EUROPSKIM ELEKTROPRIVREDAMA (ISTRAŽIVANJE)

Pravo europskih zemalja u pravilu ne poznaje pojam naknade za korištenje prostora (*fees, rents*), već elektrane tih zemalja većinom raspolažu zauzetim zemljištem, tj. vlasnici su zauzetog prostora, te su na taj način vlasničko-pravni odnosi jasno definirani. S druge pak strane elektroenergetski i slični objekti tih zemalja plaćaju naknadu za utjecaj na okoliš, što predstavlja ekološki porez. Naknada za korištenje prostora **nije** ekološki porez, već bi se isti regulirao u nas Zakonom o zaštiti okoliša.

Za većinu je zemalja zajedničko da je pozitivan učinak naknada sadržan u mogućnosti novog i boljeg zapošljavanja koje se otvara izgradnjom ili radom novog objekta, te se potiče regionalni razvoj zemalja. Za potrebe usporedbe i analize problematike naknade za korištenje prostora u Europi, Energetski institut "Hrvoje Požar" je proveo anketu upućenu na adrese 44

europske elektroprivrede. U nastavku je dan pregled interesantnih rješenja naknade za korištenje prostora u pojedinim zemljama (u zagradama je dan naziv elektroprivrede od koje je dobiven odgovor).

Engleska i Wales (*Power Gen*)

Gotovo sva područja koja koristi *PowerGen* za proizvodnju električne energije su ujedno u vlasništvu istoimene tvrtke i ne plaća se nikakav oblik naknade. Iz ovoga su isključena područja vjetroelektrana za koje PowerGen plaća rentu za zemljište kao postotak bruto dobiti. Kao sve pravne osobe, PowerGen plaća tzv. *rate*, što je doprinos lokalnoj samoupravi za lokalne troškove infrastrukture. Za većinu tvrtki, ovi se doprinosi izvode na jedinstvenoj osnovi i zavise o građevinama i zemljištu koje su u vlasništvu istih. Reguliranje plaćanja gore navedenog doprinosa, provodi se kroz Zakon o financiranju lokalne samouprave (*Local Government Finance Act 1988*) koji je podložan pregovorima s lokalnom samoupravom. Trenutno ne postoji nikakav oblik ekološkog poreza, osim što PowerGen kao i većina drugih tvrtki mora plaćati porez za odlaganje otpada na posebnim odlagalištima (*landfill tax*). Isti porez ovisi o veličini i vrsti otpada, a regulira se Zakonom o okolišu (*Environment Act 1995*).

Finska (*Imatran Voima Oy – IVO*)

IVO plaća porez na nekretnine za sve elektrane u različitim postocima od oporezive vrijednosti (1% za HE, 1-1,8% za TE, 1,8% za odlagališta). Plaća se na zgrade, brane, kanale i zemljište. Za vrijeme izgradnje elektrana odobrene su razne olakšice od plaćanja. Prikupljena se sredstva plaćaju općinama/gradovima, dok je daljnja namjena sredstava nepoznata, i koristi se uglavnom za potrebe proračuna. Obveza plaćanja je trajna.

Švedska (*Stockholm Energi*)

U Švedskoj su zemljišta i vodna područja uglavnom u vlasništvu elektroprivrednih tvrtki i regulirani su kroz privatno pravo te se ne plaćaju nikakve naknade za korištenje prostora kojeg koriste elektrane. Ujedno su i lokalni i nacionalni interesi osigurani kroz različite oblike oporezivanja, npr. porez na nekretnine, trošarine, energetske poreze i posebne poreze i troškove vezane za odlagališta i sl. Naknada za štetu ili zauzeće tuđeg posjeda (zemljište, voda) plaća se vlasniku sukladno procijenjenoj ekonomskoj vrijednosti štete.

Nizozemska (*EPON International*)

U Nizozemskoj ne postoji zakonska regulativa koja daje lokalnoj zajednici pravo naplaćivanja naknada za korištenje zemljišta i vode od elektroprivrede. Naknada za korištenje vode plaća se regionalnoj tvrtki za vodoopskrbu. Za ispuštanje zagađene vode, plaća se regionalnoj ili državnoj vlasti. Naknada ovisi o vrsti vodnog dobra, količini ispuštene vode, koncentratu dušika i BOD-u. Za otpad se plaća naknada komunalnom poduzeću. *EPON* kao i druga poduzeća, plaća porez na nekretnine ovisno o vrijednosti imovine.

Slovenija (*Elektrogospodarstvo Slovenije*)

U Sloveniji se plaća naknada za korištenje prostora i zemljišta, vode, vodni doprinos i slični oblici naknada koji se razlikuju od područja do područja. Osnovni princip slovenskog zakonodavstva, konkretno Zakona o zaštiti okoliša je *polluter pays* (*Zakon o varstvu okolja, Ur. 1. RS št. 32, 1993*). Ovim se Zakonom u VIII. poglavlju (*Financiranje varstva okolja*) propisuju različiti troškovi zaštite okoliša:

- troškovi uređenja (*redni stroški*)
- odštete i naknade za devalviranje i opasnost (*odškodnine in nadomestila za razvrednotenje in nevarnost*)
- troškovi uklanjanja posljedica oštećenja i zloupotrebe okoliša (*stroški odprave posledic poškodb in zlorabe okolja*)
- porezi
- naknade (*povračila*), i sl.

Zakon u svom 80. članku definira problematiku plaćanja poreza za onečišćivanje okoliša sukladno europskoj regulativi. Trenutno se plaća doprinos za zemljište. Visina ovog doprinosa se razlikuje od područja do područja, jer su osim zakonske osnove, podloga i odluke lokalne zajednice - općina. U ovu se skupinu ubrajaju i troškovi dekomisije NE Krško. Od siječnja 1997. stupila je na snagu i Uredba o porezu za zagađivanje zraka ugljičnim dioksidom koji će se početi plaćati 01.01. 2004. g.

Mađarska (*Magyar Villamos Muvek*)

U Mađarskoj je problematika korištenja zemljišta kao i industrijskih aktivnosti na području lokalne zajednice regulirana kroz 3 zakona:

- Zakon o osnovnim pravilima zaštite okoliša (*Act LIII of 1995 on the General Rules of Environmental Protection*).
- Zakon o proizvodnji, prijenosu i opskrbi električnom energijom (*Act XLVIII of 1994 on the Production, Transport and Supply of Electric Energy*). Ovim je zakonom definirana naknada na godišnjoj razini koja se plaća lokalnoj zajednici za vrijeme izgradnje i rada elektrane.
- Zakon o lokalnim porezima (*Act C of 1990 on Local Taxes*).

Elektroprivredne tvrtke moraju kupiti zemljište prije izgradnje same elektrane. Cijena zavisi o poljoprivrednoj vrijednosti područja (*Act LV of 1994 on the Arable Land*).

Irska (*Electricity Supply Board – ESB*)

ESB kupuje zemljište po tržišnoj cijeni i stoga je vlasnik zemljišta na kojem su smještene elektrane. *ESB* ima pravo posjedovanja (kupovanja) zemljišta i uglavnom

pregovara o tržišnoj cijeni s vlasnikom zemljišta. Može se dogoditi da se u građevne dozvole uključe plaćanja doprinosa za izgradnju infrastrukture u području tako da lokalna zajednica ne trpi od posljedica povećanog razvoja i korištenja područja, napr. plaćanja za dodatne prometne putove. O problemu hidroelektrana, irsko pravo ovlašćuje korištenje vodnog dobra za proizvodnju električne energije, te *ESB* ne plaća za to. Rijeke i vode se smatraju nacionalnim bogatstvom i korištenje istih za proizvodnju električne energije se smatra efikasnim korištenjem obnovljivih izvora. *ESB* se stoga obvezuje vršiti javne usluge, od kojih je jedna poboljšanje i očuvanje ribljeg fonda. Treba napomenuti i to da je *ESB* državno poduzeće i neprofitna organizacija, te se koristi od besplatnog korištenja vode za proizvodnju električne energije ponovno vraćaju potrošačima kroz niže cijene iste. Kao elektroprivredno poduzeće, *ESB* je u dobrim odnosima sa lokalnom zajednicom jer stvara zaposlenost, veću razvijenost u regiji i potpomaže lokalna događanja.

Portugal (*Electricidade de Portugal*)

U portugalskoj se elektroprivredi primjenjuje zakon iz 1983.g. (*Decreto Lei no 424/83*) o naknadi za korištenje prostora. Ova je metodologija primjenjivana u Hrvatskoj elektroprivredi osamdesetih godina. Neki elementi zadržani su sve do danas. Uz sve prednosti, posebno jednostavnosti, tijekom primjene te metodologije pokazale su se i njene slabosti.

3. PRIKAZ DOSADAŠNJEG NAČINA OBRAČUNA NAKNADE ZA KORIŠTENJE PROSTORA U HRVATSKOJ

U vrijeme bivše zajednice jugoslavenskih republika, o problematici naknade za prostore koje koriste elektrane raspravljalo se u okviru pojma "hidroenergetske rente" i "naknade elektroprivredne rente". Jedan od problema iz tog vremena je i dalje ostao aktualan, a taj je pitanje raspodjele naknade između zainteresiranih općina i gradova.

U to vrijeme je pitanje rente rješavano po republikama na sljedeći način:

Hrvatska

Pitanje renti rješavalo se Zakonom o elektroprivredi (NN SRH 6/83), kojim se predviđa da elektroprivredne organizacije od dijela dohotka stvorenog u izuzetno povoljnim prirodnim uvjetima, izdvajaju dio dohotka u korist udruženog rada onih općina na području kojih se nalaze energetski objekti. Izdvojeni dio dohotka iznosi 3% od vrijednosti proizvedene električne energije, umanjene za vlastitu potrošnju i za gubitke u prijenosnoj i distributivnoj mreži. Međusobni odnosi općina u razdiobi tih sredstava utvrđuju se međusobnim sporazumom.

Ostale republike

Hidroelektrane su zakonski obvezne po svakom m^2 potopljenog zemljišta izdvajati tadašnjih 10 para, a po svakom m^3 vode koju hidroakumulacija može primiti izdvajaju 1 paru u korist udruženog rada onih općina na kojima se takvi objekti nalaze. Visina izdvajanja je dakle fiksna, jer ovisi o kapacitetu hidroakumulacije, a ne o stupnju iskorištavanja akumuliranih voda.

Problemi s raspodjelom naknade između općina opisuju se na sljedeći način: "Razlog je tome što se ne uspijeva utvrditi vrijednost onih faktora koji sudjeluju u stvaranju spomenutog dohotka, jer gotovo svaka općina *a priori* polazi od precjenjivanja svojih, a podcjenjivanja tuđih prirodnih i drugih vrijednosti u stvaranju tog dijela dohotka."[1]

Nakon osamostaljenja Republike Hrvatske, u načelima je preuzeta praksa naknade portugalske elektroprivrede i po prvi put se uvodi pojam "površine pod utjecajem" - *area under influence* ("Određivanje nadoknade za korištenje prostora za HE i TE", Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1991.). "Površina pod utjecajem" predstavlja onaj prostor na teritoriju općina i gradova na kojem su smješteni elementi elektrane i svojim postojanjem utječu na okolni prostor, što je detaljnije objašnjeno u sljedećem poglavlju.

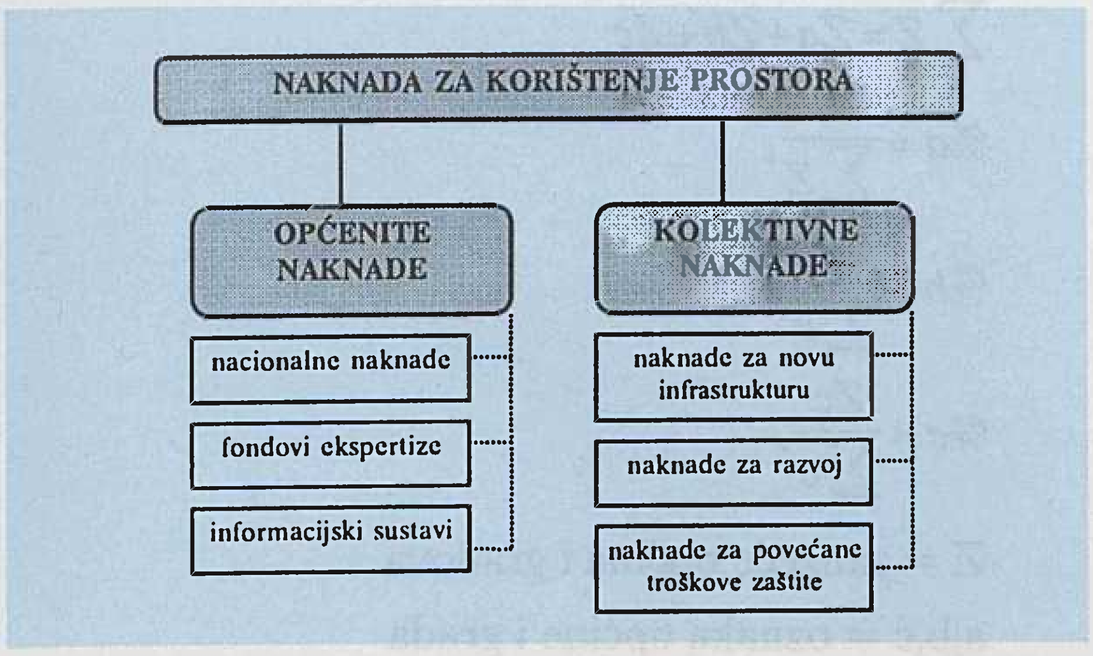
Danas je na snazi Odluka o izmjeni odluke o visini nadoknade za prostore koje koriste objekti za proizvodnju električne energije (NN 74/98), koja se mijenjala nekoliko puta od 1995.g. u pogledu raspodjele između općina. Zakonska podloga, svrha i način obračuna, prikazani su u uvodnom dijelu ovog rada. Jedinični iznosi naknade koji se definiraju za svaku pojedinu elektranu nisu se mijenjali i iznose od 0,2951 do 0,4672 lp/kWh za hidroelektrane te od 0,3689 do 0,5000 lp/kWh za termoelektrane. Iznimka je hidroelektrana Kraljevac koja plaća 0,8686 lp/kWh zbog održavanja biološkog minimuma. Ostale elektrane (npr. diesel) plaćaju 0,4509 lp/kWh.

4. PRIJEDLOG NOVE METODOLOGIJE ZA RASPODJELU NAKNADE ZA KORIŠTENJE PROSTORA

Iz godišnjih izvještaja HEP-a zaključuje se da se, kada su naknade u pitanju, radi o znatnim iznosima (oko 10 mil. DEM godišnje). Zbog neprecizno određene svrhe i namjene i zbog nepostojanja pažljivo sročenog obrazloženja, taj novac može biti i prepreka daljnjem razvoju elektroprivrede, s obzirom na nesporazume sa lokalnom zajednicom, a posebice u pogledu izgradnje novih objekata. Na slici 1 je dan prijedlog namjenske raspodjele naknada za korištenje prostora.

S obzirom na sve spomenute značajke naknade, ista se plaća kontinuirano, u skladu s trajanjem djelovanja

[1] Juraj Pađen: "Kriteriji razdiobe hidroenergetske rente", Ekonomski pregled 1-3 1978., p. 290, Zagreb, 1978.



Slika 1. Prijedlog namjenske raspodjele naknade za korištenje prostora

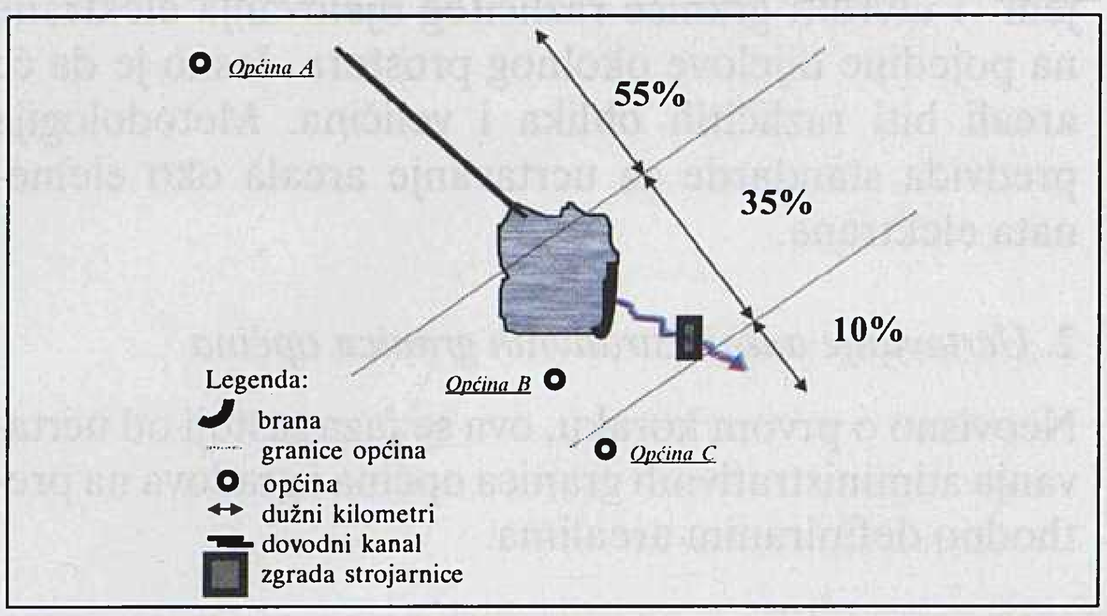
strukturnih svojstava tehničkog objekta na prilike i život u lokalnom području. Naknada je, dakle, **trajna obveza** investitora/poduzetnika.

Sukladno smjernicama Svjetske banke o utjecaju energetskih objekata na prostor kojeg koriste, isti se utjecaji mogu podijeliti posebno za hidroelektrane, a posebno za termoelektrane. Nužno je napomenuti da pri proučavanju efekata koje elektroenergetski objekti imaju na okolinu, isti ne izazivaju samo štete, odnosno troškove, već i određene koristi. Stoga je detaljna analiza utjecaja pojedinih vrsta elektroenergetskih objekata na okolinu nužna.

Bitno je također ne izostaviti činjenicu da su elektrane značajne investicije za cijelu državu, te da imaju velik utjecaj na regionalni razvoj, stvaraju rast novih populacijskih centara i industrijsku aktivnost. Kumulativni efekti ovakvih projekata mogu biti znatno drugačiji od efekata individualnih projekata. Također se mora uzeti u obzir sumarni efekt na okolinu kojeg izazivaju elektrane s onima kojeg stvaraju postojeći objekti, oni koji se stvaraju ili oni koji će tek nastati.

Prije iznošenja prijedloga nove metodologije za raspodjelu naknade za korištenje prostora, važno je spomenuti i neke posebne probleme koji su se pojavili u svezi sa naknadom za korištenje prostora, a to su:

1. Nastali su problemi vezani za reviziju zauzeća općina proizašlih iz novog administrativnog ustroja. Posebno je to bio slučaj nakon donošenja *Zakona o područjima županija, gradova i općina u Republici Hrvatskoj NN 10/97.*
2. HEP ima obvezu redovnog plaćanja naknade na račune općina, nemajući mogućnost u uvid daljnjeg korištenja uplaćenih sredstava. To je posljedica nedefiniranog daljnjeg korištenja prikupljenih sredstava što nije slučaj i za druge zakonske obveze HEP-a (vodoprivredne naknade, naknada za korištenje pomorskog dobra, komunalna naknada). Sukladno članku 29. *Zakona o financiranju jedinica lokalne samouprave i uprave NN 117/93*, naknade predstavljaju vlastiti izvor sredstava općine i grada. Kao takav prihod, naknade su dio proračuna jedinica lokalne samouprave (čl. 52).
3. Naknada za korištenje prostora ulazi u sastav troškova proizvodnje električne energije (tzv. troškovi globalnog interesa) i čini cijenu koštanja iste[2].
4. Raspodjela naknade među općinama temeljila se na dužnim kilometrima zauzete površine (v. sliku 2.) ne vodeći računa o mnogim drugim elementima bitnima za raspodjelu (npr. tipu zemljišta, utjecaju elektrana na zauzetu površinu, jačinu utjecaja i sl.). Zbog toga se nije mogao uspoređivati odnos primljenih naknada između općina, iako se radilo o istim tipovima zemljišta i sl., te su se omjeri raspodjele često mijenjali što je samo povećavalo nepotrebne troškove. Osim toga, na isti način i s istim težinskim udjelom vrednovali su se primjerice akumulacija, brana i postrojenje elektrane, kao i tunel duboko u stjenovitom tlu.



Slika 2. Primjer dosadašnjeg sustava raspodjele naknade za korištenje prostora između 3 općine

Novi postupak utvrđivanja omjera za raspodjelu naknade koju plaćaju hidroelektrane, između općina prolazi kroz sljedeće faze[3]:

1. *Definiranje tzv. areala*

Dosadašnji pojam "površine pod utjecajem", u novoj se metodologiji jasno određuje za svaku pojedinu elektranu na način da se ukupna "površina pod utjecajem" dijeli na podskupove tzv. areale. Bitno je naglasiti da **areali nisu zavisni** o administrativnom ustrojstvu prostora, a određuju se na temelju sljedećeg:

a) **element elektrane** (dovodni kanal, akumulacija, brana, strojarnica, odvodni kanal i td.)
b) **utjecaji na okolni prostor** (utjecaji i elemenata pod a), ali i okolni prostor koji ne sadrži element elektrane, a nalazi se pod utjecajem, npr. plavljenje uzvodno od elektrane i sl.)
c) **tip areala** (naveli bi se tipični elementi koje sadrži svaki pojedini areal bilo da se radi o tipu zemljišta (poljoprivredno, kršje), vrsti nasada (šume, šikare, žitarice) ili pak naseljenosti (nenaseljeno, manja naselja).

[2] Luka Staničić: "Politika cijene električne energije", p. 98., Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1996.

[3] T. Rukavina, M. Klepo et al: "Analiza i organizacija aktivnosti Hrvatske elektroprivrede veznih uz zakonske obveze (Naknade)", p. 29., Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1998.

d) **koeficijent** svakom arealu pridodaje intenzitet. To znači da se ovisno o utjecajima i elementima tipa areala, svakom pridodaje njegov koeficijent. Koeficijent predstavlja **sumu bodova** dodijeljenog svakom arealu, koja je korigirana za **faktor rizika** (npr. od prekomjernog plavljenja, nastanka suše, rušenja ili puknuća pojedinog elementa hidroelektrane, nastanka erozije tla i sl.). Važno je da razlike u koeficijentima ujedno i odražavaju razlike utjecaja elektrane na pojedini areal. Dakle, treba se rukovoditi principom transparentnosti što će omogućiti jasnije razlikovanje naknade kako među elektranama tako i među općinama i gradovima.

Bitno je napomenuti da se u ovom koraku administrativne granice općina na trenutak zanemaruju. U ovom je koraku važno jasno definirati "površinu pod utjecajem" i utvrditi granice različitog djelovanja elektrane na pojedine dijelove okolnog prostora. Jasno je da će areali biti različitih oblika i veličina. Metodologija predviđa standarde za ucrtavanje areala oko elemenata elektrane.

2. *Ucrtavanje administrativnih granica općina*

Neovisno o prvom koraku, ova se faza sastoji od ucrtavanja administrativnih granica općina i gradova na prethodno definiranim arealima.

3. *Izračunavanje tzv. zauzeća*

U ovom se koraku nakon prethodno utvrđenih administrativnih granica općina i gradova, računaju površine udjela općine ili grada u pojedinom arealu (zauzeće). Jasno je da bi već u ovom koraku došlo do značajnijih promjena u odnosu na dosadašnji pristup, s obzirom da osnovica više ne bi bili dužinski kilometri, već reprezentativnija - površina.

4. *Računanje ponderiranih veličina zauzeća*

U ovom se koraku prethodno dobivene veličine zauzeća ponderiraju veličinom koeficijenta. Ukoliko bi se omjeri raspodjele među općinama i gradovima temeljili isključivo na veličini zauzeća, do bitnih pomaka, u odnosu na dosadašnji pristup, ne bi niti došlo. Stoga se svaka zauzeta površina pojedine jedinice lokalne samouprave množi koeficijentom koji vrijedi za areal u kojem se nalazi. Način na koji se određuje veličina koeficijenta za svaki areal, prikazan je sljedećom formulom:

$$Koeficijent_areala = \frac{\sum bodovi}{faktor_rizika}, 0 < faktor_rizika \leq 1$$

5. *Utvrđivanje omjera raspodjele*

Konačan rezultat prethodna 4 koraka bit će novi omjeri raspodjele naknade među općinama i gradovima. Računski se vrlo jednostavno dolazi do novih omjera.

$$\sum Z = Za + Zb + Zc$$

$$\%a = \frac{Za}{\sum Z},$$

$$\%b = \frac{Zb}{\sum b},$$

$$\%c = \frac{Zc}{\sum c}.$$

Z = zauzeće općina i gradova

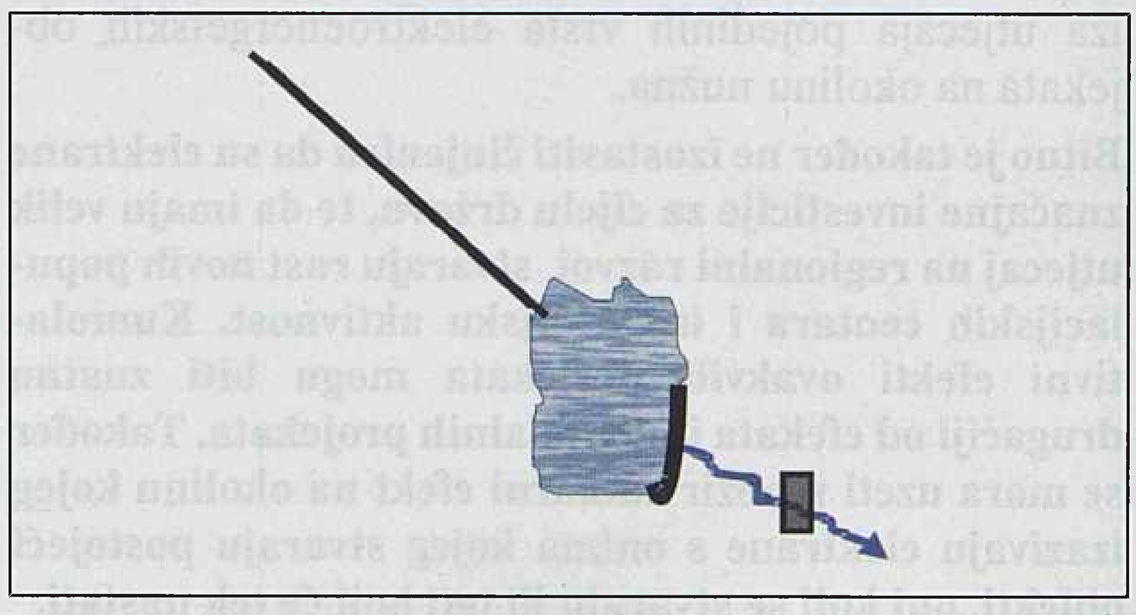
a,b,c = oznaka općine i grada

%a, %b, %c = omjeri raspodjele naknade među općinama i gradovima.

Cjelokupni novi pristup prikazan je na sljedećem primjeru.

Opis: Dan je prikaz jedne zamišljene hidroelektrane. Radi jednostavnosti ova se HE sastoji od sljedećih elemenata (slika 3.):

1. Dovodni tunel usječen u krški teren.
2. Akumulacijsko jezero u izrazito plodnoj dolini.
3. Brana sa zgradom strojarnice.
4. Odvodni kanal koji prolazi šumskim terenom.



Slika 3. Prikaz elemenata hidroelektrane

1. korak: definiranje areala

"Površina pod utjecajem" ove HE podijeljena je na 6 areala (od A_1 do A_6) prema njihovim specifičnostima navedenim u metodologiji. Prikaz je dan na slici 4. kao i pobliže oznake svakog areala.

2. korak: ucrtavanje administrativnih granica općina

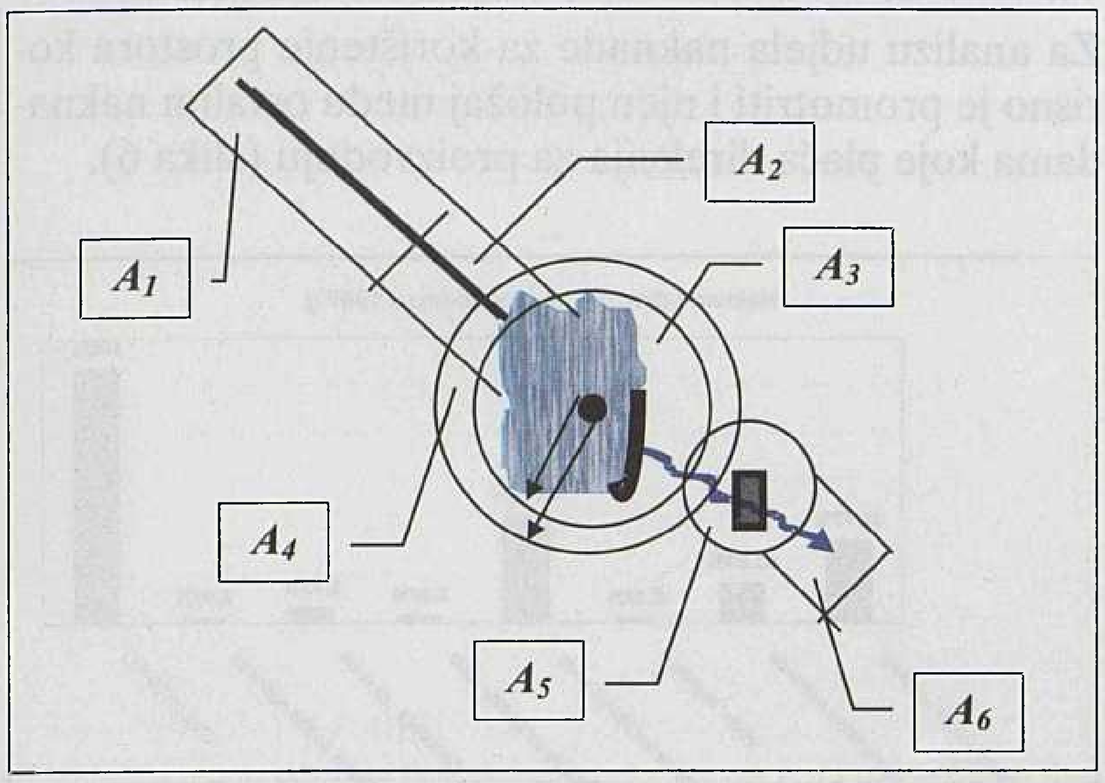
U ovom se koraku ucrtavaju administrativne granice 3 općine (X, Y, W) koje prolaze ovim prostorom. Prikaz je dan na slici 5.

3. korak: izračunavanje zauzeća

U ovom se koraku izračunavaju površine udjela svake općine u pojedinom arealu (zauzeće).

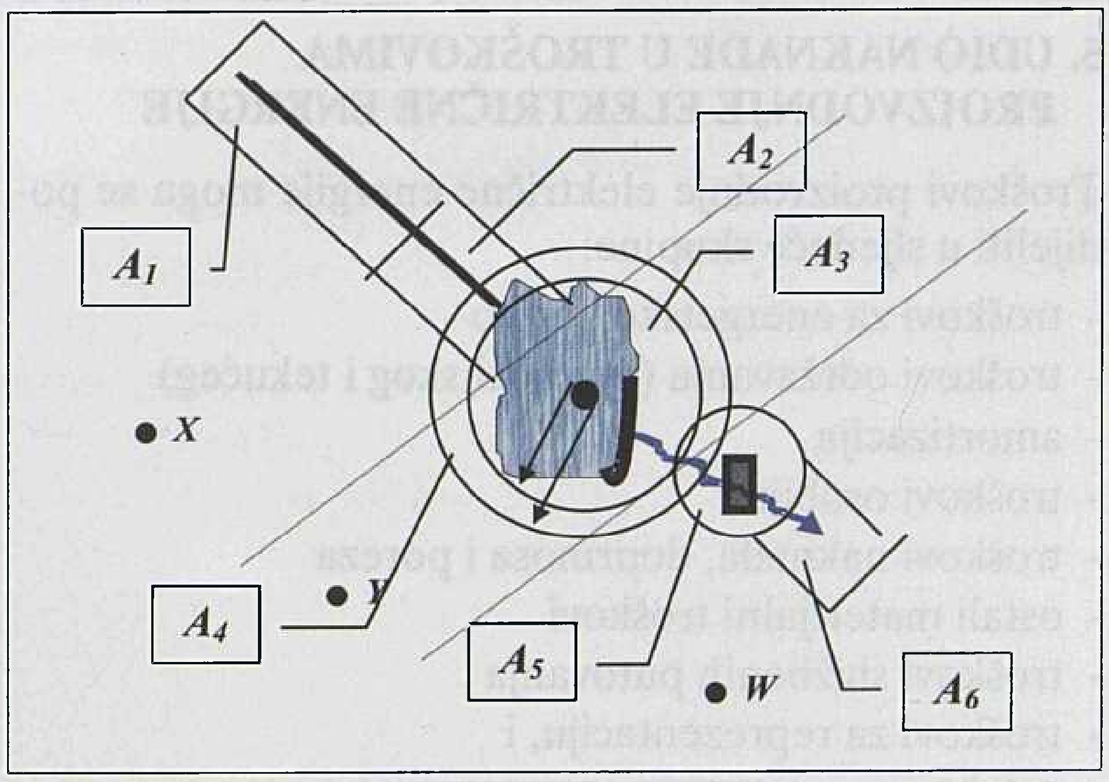
4. korak: računanje ponderiranih veličina zauzeća

Koristeći veličine zauzetih površina, iste se ponderiraraju sukladno prethodno definiranim koeficijentima koji vrijede za zauzete areale.



areal	element HE	utjecaj	tip
A_1	dov. kanal	-	krš
A_2	dov. kanal	plavljenje	poljop.
A_3	akumulacija 1	plavljenje	poljop.
A_4	akumulacija 2	plavljenje	poljop.
A_5	brana	podz.vode	neobr.
A_6	odv. kanal	suše	šume

Slika 4. Definiranje areala



Slika 5. Granice 3 općine na definiranim arealima

5. korak: utvrđivanje omjera raspodjele

Posljednji korak daje željeni rezultat - novi omjer raspodjele naknade među općinama.

Koraci 3, 4 i 5 prikazani su u tablici 2. U istoj je tablici dana i usporedba sa dosadašnjim pristupom.

Tablica 2. Prikaz nove metodologije raspodjele naknade

							Zauzeće općina (km^2)			Ponderirane veličine zauzeća		
1	2	3	4	5	6	7 (5/6)	8			9 (7*8)		
areal	element	tip	utjecaj	suma	rizik	koeficijent	X	Y	W	X	Y	W
A_1	EL_DK *(6)*	PR_K *(5)*	UT_TA *(4)*	*15*	*1*	**15,00**	5	-	-	75	-	-
A_2	EL_DK *(4)*	PR_OB *(9)*	UT_RE *(5)*	*18*	*0,99*	**18,18**	2	-	-	36	-	-
A_3	EL_AK *(4)*	PR_OB *(5)*	UT_RE *(5)*	*14*	*0,90*	**15,56**	2	18	-	31	280	-
A_4	EL_AK *(5)*	PR_OB *(5)*	UT_RE *(5)*	*15*	*0,97*	**15,46**	1	3	-	15	46	-
A_5	EL_S *(20)*	PR_NA *(20)*	UT_PZ *(17)*	*57*	*0,90*	**63,33**	-	1	5	-	63	317
A_6	EL_OT *(5)*	PR_Š *(11)*	UT-RE *(10)*	*26*	*0,99*	**26,26**	-	-	2	-	-	53
				Ukupno		**154**	10	22	7	82	389	370
					%	Dosadašnji pristup	**26**	**56**	**18**	-	-	-
					%	Novi pristup	-	-	-	**10**	**46**	**44**

Osnovni elementi za usporedbu važeće i prijedloga nove metodologije, prikazani su u tablici 3.

Tablica 3. Usporedba dosadašnje i nove metodologije raspodjele naknade

Dosadašnji pristup	Novi pristup	Princip
■ problemi sa općinama vezano za raspodjelu naknade proizašle iz novog administrativnog ustroja	■ raspodjela među općinama, bez obzira na mogući novi administrativni ustroj u budućnosti, bit će jasnija	jasnoća razumljivost neovisnost o budućem ustroju općina
■ HEP nema mogućnost u uvid daljnjeg korištenja uplaćenih sredstava	■ predlaže se definiranje namjenskog korištenja naknade ■ predlaže se i sklapanje ugovora sa općinama o namjenskom korištenju naknade ■ HEP-u se omogućuje praćenje razvoja lokalne zajednice (odnosno jasno uviđa koliku štetu (*cost*) nanosi zajednici i kolike koristi (*benefit*) donosi istoj	jasna namjena *cost-benefit* analiza
■ temelj za raspodjelu naknade su dužinski kilometri	■ temelj za raspodjelu naknade je ponderirana veličina zauzeća općine u pojedinom arealu elektrane	transparentnost

Energija, god. 48 (1999) 4, 209-218

5. UDIO NAKNADE U TROŠKOVIMA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Troškovi proizvodnje električne energije mogu se podijeliti u sljedeće skupine:

- troškovi za energetsko gorivo
- troškovi održavanja (investicijskog i tekućeg)
- amortizacija
- troškovi osoblja
- troškovi naknada, doprinosa i poreza
- ostali materijalni troškovi
- troškovi službenih putovanja
- troškovi za reprezentaciju, i
- ostalo.

Naknada za korištenje prostora u sastavu je tzv. troškovi globalnog interesa. S obzirom da ju plaćaju elektrane (hidroelektrane i termoelektrane), opterećuje troškove na razini proizvodnje, pa se i ova kraća analiza odnosi samo na troškove proizvodnje, a ne i na ukupne troškove proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije.

Tablica 4 prikazuje strukturu troškova proizvodnje električne energije. Posebno je prikazana naknada za korištenje prostora koju plaćaju termoelektrane i hidroelektrane.

Naknada za korištenje prostora sudjeluje sa 1,18% u troškovima proizvodnje električne energije iz termoelektrana, te sa 4,05% u troškovima proizvodnje iz hidroelektrana. U prosjeku ova naknada opterećuje cijenu proizvodnje električne energije sa 2,1%. Ovakav se odnos udjela naknade za korištenje prostora u troškovima hidroelektrana i termoelektrana može objasniti velikim udjelom troškova goriva u termoelektranama.

Tablica 4. Struktura troškova proizvodnje električne energije

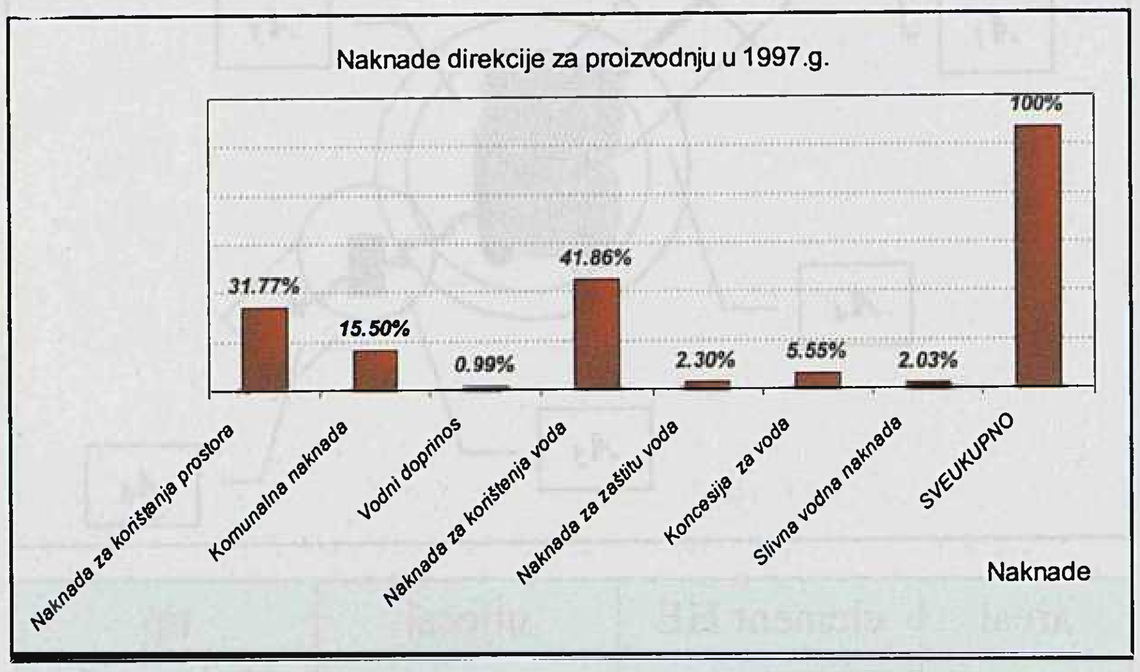
Troškovi direkcije za proizvodnju	%
troškovi energetskog goriva	47,3
troškovi održavanja	9,9
amortizacija	21,9
troškovi osoblja	10,7
troškovi naknada, doprinosa i poreza (bez naknade za korištenje prostora)	1,2
ostali materijalni troškovi	3,9
troškovi službenih putovanja	0,2
troškovi za reprezentaciju	0,1
ostalo	2,7
naknada za korištenje prostora	2,1
Ukupno	100

troškovi hidroelektrana 4,05%

troškovi termoelektrana 1,18%

(Izvor: Izvješće Uprave o poslovanju za 1997.godinu, Hrvatska elektroprivreda d.d., str. 25-26, Zagreb, 1998)

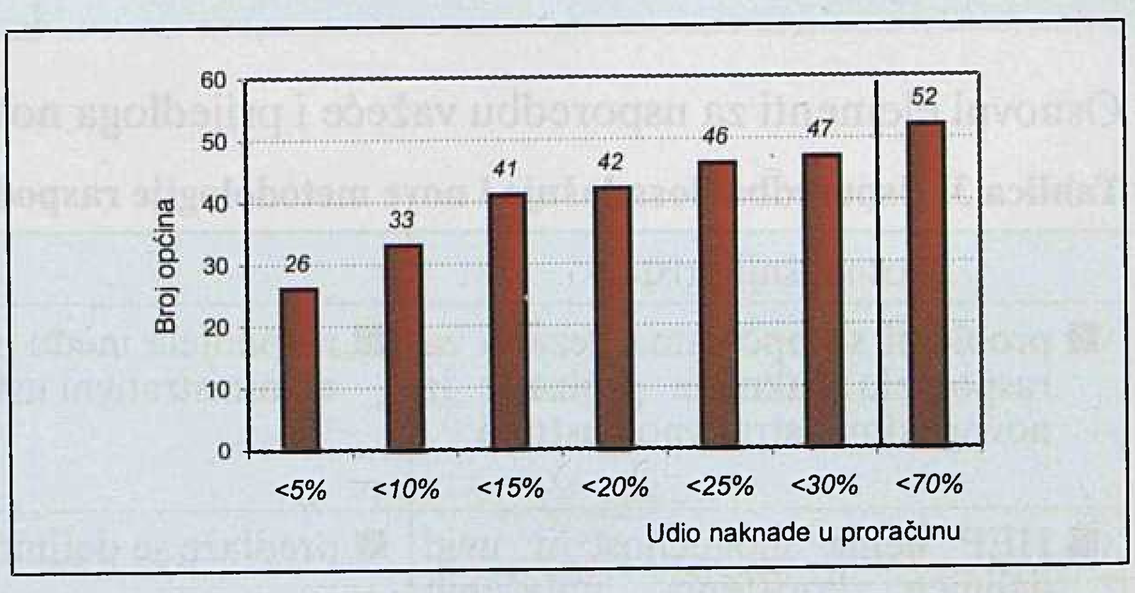
Za analizu udjela naknade za korištenje prostora korisno je promotriti i njen položaj među ostalim naknadama koje plaća direkcija za proizvodnju (slika 6).



Slika 6: Struktura naknada u direkciji za proizvodnju
(Izvor: Analiza i organizacija zakonskih obveza Hrvatske elektroprivrede – Naknade, Energetski institut "Hrvoje Požar" d.o.o., 1998.g. str. 147)

6. UDIO NAKNADE U PRORAČUNU GRADOVA I OPĆINA

Naknada za korištenje prostora plaća se svaki mjesec na račune općina i gradova čije prostore elektrane koriste. Nakon donošenja Zakona o područjima županija, gradova i općina u Republici Hrvatskoj (NN 10/97) HEP ima obvezu plaćanja naknade prema 52 općine. Osnovica za obračun naknade za korištenje prostora je proizvodnja električne energije svake elektrane. Osnovica za raspodjelu obračunate naknade između općina i gradova su udjeli jedinica lokalne samouprave u ukupno zauzetom prostoru pojedine elektrane. Upravo zbog iznosa i načina raspodjele naknade, kao i usporedbe s udjelom u troškovima proizvodnje direkcije za proizvodnju, važno je istaknuti da naknade predstavljaju vrlo značajne izvore prihoda u proračunu općina i gradova. Na slici 7 prikazani su udjeli naknade u proračunu općina i gradova za 1997.g.



Slika 7. Udio naknade u proračunu općina i gradova u 1997. g.
(Izvor: Proračuni jedinica lokalne uprave i samouprave 1998.g., Ministarstvo financija)

Osobito je interesantno napraviti podjelu općina korisnika sredstava, prema županijama (slika 8).



Slika 8. Udio naknade u proračunu općina i gradova – podjela prema županijama

(Izvor: Proračuni jedinica lokalne uprave i samouprave 1998.g., Ministarstvo financija)

Iz provedene analize zaključuje se da naknada za korištenje prostora sudjeluje u prosjeku sa 10,13% u proračunu općina i gradova, a najviše doprinosi općinama južne Hrvatske. Zbog toga postoji i veliki interes kao i nastojanje pojedinih općina i gradova da se povećaju iznosi naknade i njihovi udjeli u raspodjeli prikupljenih sredstava. Pri tom se najčešće zanemaruju energetsko-ekonomski kriteriji i mjerila. Iz tog je razloga nužno da HEP posveti veću pažnju problematici naknade za korištenje prostora. Budući da naknada čini i dio prodajne cijene električne energije, ima i veliku važnost za širu društvenu zajednicu.

7. ZAKLJUČAK

Naknada za korištenje prostora plaća se lokalnoj zajednici za sve posredne i neposredne utjecaje koji joj se nameću i donose smještajem elektroenergetskog objekta. Svrha naknade je stoga ne samo da izravna eventualne negativne utjecaje, već i da donese neto koristi, tj. da u svakom pogledu unaprijedi lokalnu zajednicu.

Pravo europskih zemalja na različite načine rješava problematiku naknade za korištenje prostora. Neke zemlje (Engleska, Wales i Slovenija) dozvoljavaju određenu autonomiju u pregovaranju između elektroprivrede i lokalne zajednice u pogledu visine i daljnjeg korištenja sredstava, što stvara dobro okruženje između tih dvaju subjekata.

U Hrvatskoj se pitanje naknade rješavalo kroz razne osnovice plaćanja (npr. postotak dohotka, količina proizvodnje i sl.). U novije vrijeme sve se češće postavlja pitanje raspodjele naknade pojedine elektrane između općina i gradova na čijim je prostorima smještena. U ovom se radu po prvi put široj javnosti daje pregled prijedloga nove metodologije raspodjele naknade između općina i gradova, kao i usporedba sa postojećom metodologijom.

Novom metodologijom predlaže se da se "površina pod utjecajem" elektrane dijeli na podskupove tzv. areale koji su nezavisni o administrativnoj podjeli prostora, a određuju se na temelju elementa elektrane, utjecaja na okolni prostor i tipu areala. Za svaki su areal definirani standardi za ucrtavanje kao i koeficijenti za vrednovanje. Ukupnoj sumi vrijednosti areala pridružuje se i određeni faktor rizika. Konačna vrijednost areala predstavlja svojevrsni ponder kojim se množi površina areala. Ponderirane površine predstavljaju osnovu za raspodjelu naknade između općina prema prijedlogu nove metodologije.

Nova metodologija za raspodjelu naknade bitno odstupa od postojeće stoga što osim prostora na koji elektrana ima utjecaj, a koji se do sada definirao u dužinskim kilometrima, uzima u obzir površinu (km^2) na kojoj element elektrane ima svoj utjecaj, ponderiran za određenu vrijednost areala. Time se omogućuje uspoređivanje pojedinih elemenata elektrana, pa čak i elektrana različitih slijevova.

Naknada čini 2,1% troškova proizvodnje električne energije (4,05% u troškovima hidroelektrana, a 1,18% u troškovima termoelektrana). Naknada je dio prodajne cijene električne energije. Stoga svi potrošači električne energije sudjeluju u plaćanju te naknade i tako pokazuju da lokacija na kojoj su smještene elektrane i pripadajući elementi nisu odabrani "po kazni", već da šira zajednica jednako snosi troškove razvoja lokalne zajednice.

Iz istraživanja i analize stanja i iskustva u nekim europskim elektroprivredama proizlazi da su iznosi koji se u Hrvatskoj plaćaju gradovima i općinama s naslova naknade za korištenje prostora, neopravdano visoki, čime se dodatno opterećuje kWh električne energije proizvedene u hidroelektranama i termoelektranama. Naknada koju HEP plaća za korištenje prostora, veća je 4 do 7 puta od iznosa koji se plaćaju u drugim zemljama. Primjerice, ukoliko bi se dosljedno primijenila portugalska metoda, visina jediničnog iznosa za hidroelektrane iznosila bi u prosjeku 0,073612 lp/kWh, a za termoelektrane 0,324112 lp/kWh što bi uz prosječnu proizvodnju davalo 5-7 puta manje iznose naknade od sadašnje razine.

Udio naknade u proračunu općina i gradova iznosi u prosjeku 10,13%. Nije zanemariv niti broj općina kojima naknada čini više od 35% prihoda proračuna. Iz zemljopisne analize općina i gradova korisnika sredstava, HEP kroz naknadu najviše doprinosi razvoju općina i gradova južne Hrvatske.

Naknada za korištenje prostora kao trajna obveza HEP-a, plaćat će se i za nove elektrane, te će također sudjelovati u proračunu jedinica lokalne samouprave. Općine i gradovi trebaju shvatiti naknadu kao dodatni poticaj svog gospodarskog razvoja. Naknada je sustav kojim HEP stvara pozitivne odnose s lokalnom zajednicom (*friendly environment*), s obzirom da potiče zaposlenost i bolji ekonomski položaj u regiji.

LITERATURA

[1] "Određivanje nadoknade za korištenje prostora za HE i TE", Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1991.

[2] J. PAĐEN: "Kriteriji razdiobe hidroenergetske rente", Ekonomski pregled 1-3 1978, p. 290, Zagreb, 1978.

[3] T. RUKAVINA, M. KLEPO et al: "Analiza i organizacija zakonskih obveza Hrvatske elektroprivrede – Naknade", Energetski institut "Hrvoje Požar" d.o.o., 1998.

[4] L. STANIČIĆ: "Politika cijene električne energije", p. 98, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1996.

[5] Zakon o elektroprivredi (NN SRH 6/83)

[6] Zakon o elektroprivredi (NN 31/90)

[7] Zakon o izvlaštenju (NN 9/94)

[8] Zakon o područjima županija, gradova i općina u Republici Hrvatskoj (NN 10/97)

[9] Zakon o financiranju jedinica lokalne samouprave i uprave (NN 117/93)

[10] Odluka o izmjeni odluke o visini nadoknade za prostore koje koriste objekti za proizvodnju električne energije (NN 24/98)

[11] Hungarian Act LIII of 1995 on the General Rules of Environmental Protection

[12] Hungarian Act XLVIII of 1994 on the Production, Transport and Supply of Electric Energy

[13] Hungarian Act C of 1990 on Local Taxes

[14] Portugal Decreto Lei no 424/83

[15] Izvješće Uprave o poslovanju za 1997. godinu, Hrvatska elektroprivreda d.d., Zagreb, 1998.

[16] Proračuni jedinica lokalne uprave i samouprave 1998.g., Ministarstvo financija, 1998.

PROPOSAL OF A NEW METHODOLOGY FOR LAND USE FEE SCHEDULE

The article analyses the land use fee paid by HEP to local self-management units (towns and municipalities) for the land used by thermal and hydro power plants, i.e. electricity generating facilities, defined by the Law on Electric Supply Industry (NN 31/90). It is the first time that a new methodology for the hydro and power plant land use fee schedule to towns and municipalities is proposed. A review of solutions in other countries is also included. An analysis of the fee share in the local community budget has been completed as well as of the share in the electric energy generation.

DER GELÄNDENUTZUNGSENTGELT (die Übeprüfung eines neuen Verfahrens)

Im Bericht wird die Vergütung erörtert, welche laut dem Elektrizitätswirtschaftsgesetz (Amtsblatt -"NN"- 31/90) die Kroatische Elektrizitätswirtschaft den Städten und Gemeinden für das von Dampf- und Wasserkraftwerken benutzte Gelände zahlt. Zum ersten Mal wird der Vorschlag eines neuen Verfahrens für die Verteilung des seitens der Wasserkkraftwekke bezahlten Entgelts zwischen den berechtigten Städten und Gemeinden. Es ist auch eine Übersicht der Lösungen dieser Frage in anderen Ländern gegeben. Überprüft wurde die Beteiligung des Geländenutzungsentgeltes am Haushaltsplan der lokalen Selbstverwaltungseinheiten und an den Kosten der elektrischen Energie.

Naslov pisaca:

Tanja Rukavina, dipl. oec.
dr. sc. Mićo Klepo, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis
1999-05-10.

METODA ZA UTVRĐIVANJE TROŠKOVA I NAKNADE PRIKLJUČKA POTROŠAČA NA CENTRALIZIRANI TOPLINSKI SUSTAV

Dr. sc. Mićo K l e p o, Zagreb

UDK 621.311.22:697.34
PRETHODNO PRIOPĆENJE

Postavljaju se načela i elementi metode za utvrđivanje troškova i naknade za priključak potrošača toplinske energije vrele vode i vodene pare na vrelovodnu, odnosno parovodnu distributivnu mrežu centraliziranog toplinskog sustava.

Ključne riječi: centralizirani toplinski sustav, komunalna naknada, naknada priključka, potrošači toplinske energije, troškovi komunalnog priključka, troškovi uključenja.

Uvod

Općenito, kod umreženih energetskih sustava, a takvi su elektroenergetski, plinski i centralizirani toplinski, troškove koje potrošači trebaju snositi su: a) troškovi koji nastaju iz potrebe izgradnje i osiguranja proizvodnih, transportnih (prijenosnih) i distributivnih kapaciteta; b) troškovi priključka na najbližu točku distributivne mreže iz koje se mogu osigurati potrošaču odgovarajući dobavni kapaciteti (snaga i energija); i c) troškovi nabavke goriva i svi ostali varijabilni troškovi izazvani pogonom postrojenja i objekata sustava u cilju isporuke snage i energije. U najjednostavnijem slučaju troškovi navedeni pod a) i c) potrošač plaća kroz odgovarajuće tarifne sustave, tj. prema tarifnim stavovima ili jediničnim cijenama snage (kapaciteta ili opterećenja) i energije koji vrijede za određene kategorije potrošača odgovarajućeg umreženog sustava.

Kod centraliziranog toplinskog sustava ukupni troškovi snage ili kapaciteta koje potrošač treba platiti tijekom jedne godine ili nekog drugog obračunskog perioda dobiju se množenjem odgovarajućeg tarifnog stava snage s maksimalno angažiranom ili instaliranom snagom potrošača tijekom godine. Troškovi se najčešće plaćaju podijeljeni na mjesečne rate. Troškovi goriva i ostali varijabilni troškovi koje potrošač plaća u obračunskom razdoblju utvrđuju se tako da se izmjerena, ili u izvanrednim slučajevima procijenjena količina preuzete toplinske energije u toplinskoj stanici pomnoži s tarifnim stavom energije za odgovarajuću kategoriju potrošnje.

Za razliku od troškova koje potrošač plaća kroz važeći tarifni sustav, troškove priključka potrošača na distributivnu mrežu čine svi oni troškovi, osim troškova navedenih pod a) i b), koji nastaju s potrebom da se u distributivnoj mreži osiguraju odgovarajući dodatni dobavni kapaciteti snage i energije za određenog potrošača, da se nabavi i postavi priključni vod i nužna mjerna i ostala oprema, te da se plate sva komunalna davanja koje propisuju jedinice lokalne samouprave, općine i gradovi. Naknadom priključka pokrivaju se troškovi razvoja i izgradnje dijela distributivne mreže, nabavke i polaganja priključnog voda i ostale nužne opreme, troškovi zauzeća, pogoršanja ili zahvata u tzv. komunalno ili infrastrukturno okruženje zbog izgradnje toplinske mreže, te stječe pravo na sigurnu i stabilnu opskrbu toplinskom energijom.

Pod iznosom komunalne naknade ili naknadom za priključak (engl. connection charge) na centralizirani toplinski sustav podrazumijeva se onaj dio ukupnih troškova priključka koje isporučitelj toplinske energije odredi da trebaju biti plaćeni u svrhu priključka potrošača na vrelovodnu, odnosno parovodnu distributivnu mrežu, i početka preuzimanja toplinske energije u obliku vrele vode ili vodene pare.

Troškovi priključka u pravilu se trebaju platiti jednokratno u trenutku priključivanja. Međutim, budući da su svi navedeni elementi troška priključka vezani za instaliranu snagu ili maksimalni toplinski kapacitet kojeg traži potrošač, očito je da se mora voditi računa da se dio troškova koji se plaćaju kroz tarifni sustav ne prenesu u troškove priključka, i obrnuto. Uvijek mora vrijediti osnovni princip da potrošač u svakom slučaju plaća samo one troškove koje i izaziva, i to jednokratno.

U sustav plaćanja troškova priključka uključuju se i elementi politike poticanja razvoja i širenja centralizi-

ranog toplinskog sustava. Naime, transformirajući dio troškova priključka u jedinične cijene snage, ili obrnuto, za određene kategorije potrošača mogu se stvoriti poticajni uvjeti za priključak novih potrošača i konkurente prednosti tog umreženog sustava u odnosu na ostale načine opskrbe potrošača energijom, ali i ograničiti broj novih priključaka ako su kapaciteti postojeće mreže ili proizvodnih postrojenja nedovoljni za pokriće novog konzuma. Zbog toga su predmet obrade i elementi za provedbu politike razvoja i širenja centraliziranog toplinskog sustava, pogotovo njenog usmjeravanja u dijelove grada i naselja s neiskorištenim toplinskim kapacitetima iz centraliziranog toplinskog sustava i industrijskih postrojenja, odnosno usmjeravanja u nova naselja s mogućom velikom koncentracijom toplinskog konzuma.

1. ELEMENTI ZA UTVRĐIVANJE TROŠKOVA KOMUNALNOG PRIKLJUČKA NA CENTRALIZIRANI TOPLINSKI SUSTAV

Da bi se na odgovarajući način utvrdio iznos troškova koje potrošač izaziva svojim priključivanjem na parovodnu ili vrelovodnu distributivnu mrežu centraliziranog toplinskog sustava nužno je uzeti u obzir i realne troškove izgradnje novih dijelova distributivne mreže, dakle cjevovoda i ostale opreme za opskrbu novih potrošača, ali i o politici koju zajednica, lokalna samoupravna jedinica, grad, općina, odnosno proizvođač toplinske energije ili distributer topline ima prema razvoju potrošnje na nekom području ili za neke namjene. U tom smislu pri analizi i utvrđivanju troškova i naknade priključka uzimaju se u obzir tehnički, energetski i ekonomski elementi i odnosi koji određuju visinu i dinamiku troškova. Isto tako uspostavljaju se i elementi sustava za ugradnju elemenata politike pristupa razvoju uporabe toplinske energije tehnološke pare i vrele vode na pojedinim područjima ili za neke namjene. Na kraju nude se i odgovori u pogledu razina udjela potrošača u pokrivanju troškova razvoja i izgradnje dijelova distributivne mreže, kao i u pogledu izbora načina plaćanja priključka.

Troškove priključka potrošača na toplinsku mrežu čine svi troškovi koje potrošač toplinske energije izaziva u svezi sa zauzećem i korištenjem gradskih komunalnih površina i prostora, s nabavkom i polaganjem priključnog cjevovoda i ostale nužne opreme, toplinskih stanica i instalacija u objektima, te s osiguranjem odgovarajućih dodatnih toplinskih opskrbnih kapaciteta u mreži, dakle s razvojem, izgradnjom i pogonom dostatnih kapaciteta proizvodnih postrojenja i toplinske mreže. Zbog pojednostavljenja, a što je i dio svakodnevne prakse, troškovi projektiranja i izgradnje toplinskih stanica i instalacija u objektima, a vrlo često i samog priključnog voda i ostale priključne opreme do najbliže točke u distributivnoj mreži iz koje se može osigurati opskrba utvrđuju se i pokrivaju tijekom izgradnje objekta, dakle kroz investiciju u objekt. Za daljnje analize navedeni troškovi mogu se svrstati u tri osnovne grupe troškova, i to:

- troškovi zauzeća i korištenja komunalne površine i prostora;
- troškovi nabavke i polaganja priključnog cjevovoda i ostale priključne opreme; i
- troškovi dodatnog opskrbnog kapaciteta toplinske mreže, tj. troškovi uključenja.

Prema tome, polazi se od vrlo jednostavnog izraza:

$$T = T_k + T_{pc} + T_u \qquad (1)$$

gdje je

T_k - troškovi zauzeća i korištenja komunalne površine i prostora [*kn*]

T_{pc} - troškovi nabavke i polaganja priključnog cjevovoda [*kn*]

T_u - troškovi dodatnog kapaciteta ili troškovi uključenja [*kn*]

Troškovi korištenja komunalne površine i prostora, od samo zauzeća do pogoršanja ili zahvata u tzv. komunalno ili infrastrukturno okruženje i okolinu, u ovom radu razmatrani su kao onaj element koji utječe na razinu i strukturu naknade ili troškova priključka po osnovi zauzeća, pogoršanja ili zahvata u tzv. komunalno ili infrastrukturno okruženje i okolinu. Polazište za njihov izračun je prosječni iznos komunalnih davanja po m^2 površine prostora na kojem se gradi mreža, koji je sredinom 1997. godine u Zagrebu iznosio oko 530 kn/m^2. Naravno, zbog točnosti proračuna bilo bi nužno provesti objektivizaciju tih troškova koji se plaćaju gradskom ili lokalnom upravnom tijelu, kako u pogledu njihova oblika i strukture, tako i u pogledu međusobnih odnosa i načina plaćanja komunalnih infrastrukturnih sustava - toplinske mreže, elektroenergetska distributivna mreža, plinska mreža, vodovodi, telefonska mreža, ceste, odvodnja itd. U strukturu komunalnih davanja uključeni su udjeli svakog od navedenih komunalnih podsustava, tako naravno i sustava centralizirane opskrbe toplinskom energijom. To znači da se plaća za kvalitetu komunalne usluge u čijem se stvaranju i sudjeluje.

Jednostavna analiza pokazala je da se bez veće pogreške može uzeti da je za polaganje cjevovoda manjih promjera potrebno prosječno zauzeće komunalne površine oko 1m^2 po m dužine cjevovoda, a za polaganje cjevovoda velikih promjera (500 do 600 mm) oko 2m^2 po m dužine cjevovoda. Troškovi zauzeća i korištenja komunalnih površina i prostora za polaganje cjevovoda promjera između navedenih graničnih vrijednosti uz prihvatljivu razinu pogreške dobiju se linearnom aproksimacijom. Naravno, priključnim cjevovodima najčešće se osiguravaju dobavni kapaciteti za pojedinačne potrošače i grupe potrošača, tako da se i njihovi promjeri najčešće nalaze u području manjih promjera. Time se kao dodatno pojednostavljenje može uzeti da za sve priključne cjevovode

manjih promjera primjenjuje jedinstveni iznos jedinične cijene ili naknade za zauzeće i korištenja komunalne površine i prostora. Naravno, ukupni iznos dobije se množenjem jedinične cijene za komunalnu naknadu i ukupne dužine priključnog cjevovoda:

$$T_k = c_k \times d_{pc} \times l_{pc} \quad (2)$$

gdje je

c_k - jedinična cijena za komunalnu naknadu [kn/m^2]

d_{pc} - dužina priključnog cjevovoda [m]

l_{pc} - širina zauzete i korišten komunalne površine [m] (1,...,2 m).

Troškovi nabavke i polaganja priključnog cjevovoda i sve ostale priključne opreme utvrđuju se u zavisnosti od svakog pojedinačnog slučaja. Ranije je navedeno da se pokrivaju kroz investiciju za izgradnju objekta. U sustavu za računanje naknade priključka na toplinsku mrežu nužno ih je jasno odvojiti od izgradnje dijelova distribucijske mreže, o kojima će biti više riječ u analizi koja slijedi. U nekim slučajevima zbog veličine sustava ili zbog provedbe poticajne politike razvoja distributivne toplinske mreže polaganje dijela priključnog cjevovoda, a time i pokriće dijela pripadajućih troškova, može se izvesti kao dio distributivne mreže. Naravno, gornjom granicom opravdano je uzeti prosječnu dužinu priključnih cjevovoda na razini sustava. Krajnji izbor pristupa je na isporučitelju, odnosno distributeru toplinske energije. Međutim, to ne znači oslobođenje potrošača od obveze da pokrije dio realnih troškova koje je izazvao. Oslobođenje od obveze plaćanja izazvanih troškova moglo bi biti i izvor neracionalnosti u pogledu izbora kapaciteta za potrošača ili neracionalnost u politici razvitka i širenja toplinskog sustava. Zbog toga se ti troškovi na odgovarajući način transformiraju u tarifni sustav, tj. tarifne stavove za snagu ili kapacitet, tako da ih potrošač, umjesto jednokratno i u punom iznosu, plaća tijekom dužeg perioda kao i ostale fiksne troškove centraliziranog toplinskog sustava.

I u svim ostalim slučajevima troškove koji se plaćaju za priključak na parovodnu ili vrelovodnu distributivnu mrežu dovoditi i provjeravati u pogledu odnosa prema troškovima koji se za toplinsku energiju plaćaju po tarifnom sustavu, u smislu da se izbjegne višestruki obračun nekih elemenata troškova koji se javljaju u svezi priključka ili po tarifnom sustavu.

Konačno, treću grupu ili vrstu troškova u svezi s priključkom na toplinsku mrežu i sustav opskrbe toplinskom energijom tople vode ili vodene pare čine troškovi za osiguranje dostatnog dodatnog kapaciteta za opskrbu (snagom i energijom) potrošača, ili pojednostavljeno troškovi uključenja. Naime, da bi se novi potrošač ili grupa potrošača i priključila na distributivnu toplinsku mrežu, te da bi počeli preuzimati toplinsku energiju, u točki priključka mora postojati i dostatan toplinski opskrbni kapacitet. U protivnom bi se izazvalo pogoršanje kvalitete, sigurnosti i stabilnosti opskrbe postojećih potrošača. U krajnjem slučaju, odobrenje za priključak može se odobravati i u perspektivi planirane buduće dogradnje distributivne toplinske mreže. U svakom slučaju, radi se grupi ili vrsti troškova koje je najteže odrediti, pa se u nastavku njima posvećuje posebna pozornost. Analizirat će se i utvrđivati zasebno u svezi sa sustavom tehnološke pare, odnosno vrele vode.

2. TROŠKOVI PRIKLJUČKA POTROŠAČA TEHNOLOŠKE PARE

Troškovi priključka potrošača na parovodnu distributivnu mrežu mogu se utvrđivati i plaćati na dva načina, odnosno dvije varijante:

Prva (dalje *Varijanta I*): Pod troškovima priključkom obračunavaju se i plaćaju proširenje ili dogradnja dijela distributivne mreže, uključujući i nabavku i polaganje priključnog cjevovoda, povezivanje potrošača na parovodnu mrežu i stjecanje prava na sigurnu i stabilnu opskrbu toplinskom energijom, te troškovi u pogledu zauzeća i korištenja komunalne površine i prostora. Ta varijanta može se primijeniti samo za određeno stanje mreže, tj. kada je dužina priključnog voda novog potrošača jednaka prosječnoj dužini cjevovoda određenog presjeka i protoka u postojećoj mreži.

Druga (dalje *Varijanta II*): Za razliku od "*Varijante I*", iz troškova priključka isključeni se troškovi nabavke i polaganje priključnog voda i ostale nužne priključne opreme, što pokriće je posebna obveza potrošača.

Odluku u pogledu izbora načina plaćanja donosi isporučitelj toplinske energije, davatelj komunalne usluge ili distributer toplinske energije. Zbog toga se u nastavku postavlja sustav u odnosu na isporučitelja usluge, koji i određuje način plaćanja. Treba još istaći da je druga varijanta povoljnija za isporučitelja u slučajevima kada je udaljenost potrošača od najbliže točke mogućeg povezivanja na parovodnu mrežu velika, odnosno kada je komponenta troškova nabavke i polaganja priključnog cjevovoda i ostale opreme relativno velika u usporedbi s dvije preostale komponente troškova navedenih u prvoj varijanti.

2.1. Varijanta I

Polazište za utvrđivanje troškova su postojeća mreža, prosječne dužine cjevovoda po jedinici protoka ili angažiranog kapaciteta i aktualiziranje prosječne cijene polaganja cjevovoda. Naravno, za svaku značajniju promjenu stanja mreže navedeni odnosi morali bi se nanovo utvrditi. Troškove priključka je najjednostavnije iskazati vezano za tehnički aspekt priključka, tj. za promjer cjevovoda ili maksimalni protok pare, kojim je ujedno određen i potrebni ili instalirani kapacitet potrošača.

Ukupni trošak priključka potrošača na parovodnu mrežu računa se na sljedeći način:

$$T_{TP} = T_k + [T_{pc} + T_u] = \\ = T_k + [T_{TPdg} + c_{tp} \times (P_{ip} - P_{DGp})] \quad (3)$$

gdje je

T_k, T_{pc}, T_u - kao ranije [*kn*]

T_{TPdg} - trošak prvog nižeg graničnog instaliranog protoka/promjera [*kn*]

c_{tp} - jedinični dodatni trošak područja instaliranih protoka [*kn/t/h*]

P_{ip} - instalirani protok pare za potrošača [*t/h*C]

P_{DGp} - donji granični protok područja instaliranih protok [*t/h*].

U skladu s ranijim, troškovi zauzeća i korištenja komunalne površine T_k računaju se prema izrazu (2). Dakle, dobiju se kao umnožak sveukupno zauzete komunalne površine u svezi s dodatnim dijelom distributivne mreže i važećeg jediničnog iznosa komunalne naknade koju određuje jedinica lokalne samouprave.

Dvije preostale komponente ukupnog troška priključka određuju se na sljedeći način. Najprije se svi promjeri cjevovoda, odnosno njima odgovarajući maksimalni protoci pare svrstaju u odjelita područja protoka, tj. kapaciteta, određena donjim i gornjim mogućim graničnim protocima, koji u pravilu odgovaraju cjevovodima odgovarajućeg promjera. Komponenta troška T_{TPdg} je kumulativna vrijednost svih troškova priključka, naravno osim troškova za zauzeće i korištenje komunalne površine, i to cjevovoda prvog nižeg odabranog graničnog protoka i promjera. Naravno, za najniže područje instaliranih protoka, tj. cjevovod najnižeg odabranog promjera komponenta T_{TPdg} ima vrijednost nula, budući da je najmanja moguća vrijednost instaliranog protoka jednaka nuli. Komponenta troška Šc$_{tp}$ x (P_{ip} - P_{DGp})Ć je dodatak trošku priključka od razlike instaliranog protoka potrošača koji se priključuje i donjeg graničnog protoka područja kojemu taj instalirani protok pripada. Dobije se kao umnožak te razlike protoka i jediničnog dodatnog troška c_{tp} odnosnog područja instaliranih protoka.

Dakle, polazi se od najnižeg područja u nizu instaliranih protoka objekta koji se priključuje i njemu odgovarajućeg prosječnog troška po jedinici protoka. I najniži protoci i odgovarajući prosječni troškovi ovise o veličini i karakteristikama toplinskog sustava o kojem se radi. Nakon analiza, za gradove Zagreb i Osijek utvrđeno je da se kao gornja granica najnižeg područja instaliranih protoka objekata koji se priključuju na parovodnu mrežu može uzeti instalirani protok koji odgovara cijevi najmanjeg promjera 50 mm, odnosno 32 mm. Protočni kapaciteti cijevi tih promjera iznose 0.34 t/h, odnosno 0.12 t/h. Protočni kapaciteti za navedene promjere cijevi uzeti su za pogonske parametre postojećih parovodnih mreža Zagreba, odnosno Osijeka.

Analizama je utvrđeno da je objektivizirana vrijednost prosječnog jediničnog dodatnog troška za područje instaliranih protoka (c_{tp}) do gornje granice od 0.34 t/h, bez poreza ili drugih taksa i davánja, sredinom 1997. godine za centralizirani toplinski sustav u Zagrebu iznosio 51860 kn/t/h. Za Osijek i protoke do gornje granice protoka od 0.12 t/h prosječni jedinični dodatni trošak u isto vrijeme i za slične uvijete polaganja iznosio je 61071 kn/t/h. Time je određen i ukupni trošak priključka za najniže područje instaliranih protoka pare.

Nakon što su utvrđena i ostala karakteristična područja instaliranih protoka, njihovi donji i gornji granični protoci, te jedinične cijene dodatnog protoka unutar svakog područja protoka, na jednostavan način računaju se troškovi priključaka za sve ostale instalirane protoke. Način njihova računanja za utvrđene jedinične cijene nabavke i polaganja cjevovoda za centralizirani toplinski sustav u Zagrebu prikazan je u tablici 1 i 2 i ilustriran na slici 1., a za centralizirani toplinski sustav u Osijeku u tablici 3. U oba slučaja unutar područja instaliranih protoka vrijede linearni odnosi, tako da se odgovarajući troškovi za svaki pojedinačni instalirani protok dobije linearnom aproksimacijom. Naravno, tako izračunatim troškovima na kraju se pridodaju i izračunati troškovi zauzeća i korištenja komunalne površine i prostora.

Tablica 1. Ukupni i jedinični trošak uključenja potrošača na parovodnu mrežu ovisno o promjeru cijevi i maksimalnom protoku pare - Zagreb - Varijanta I

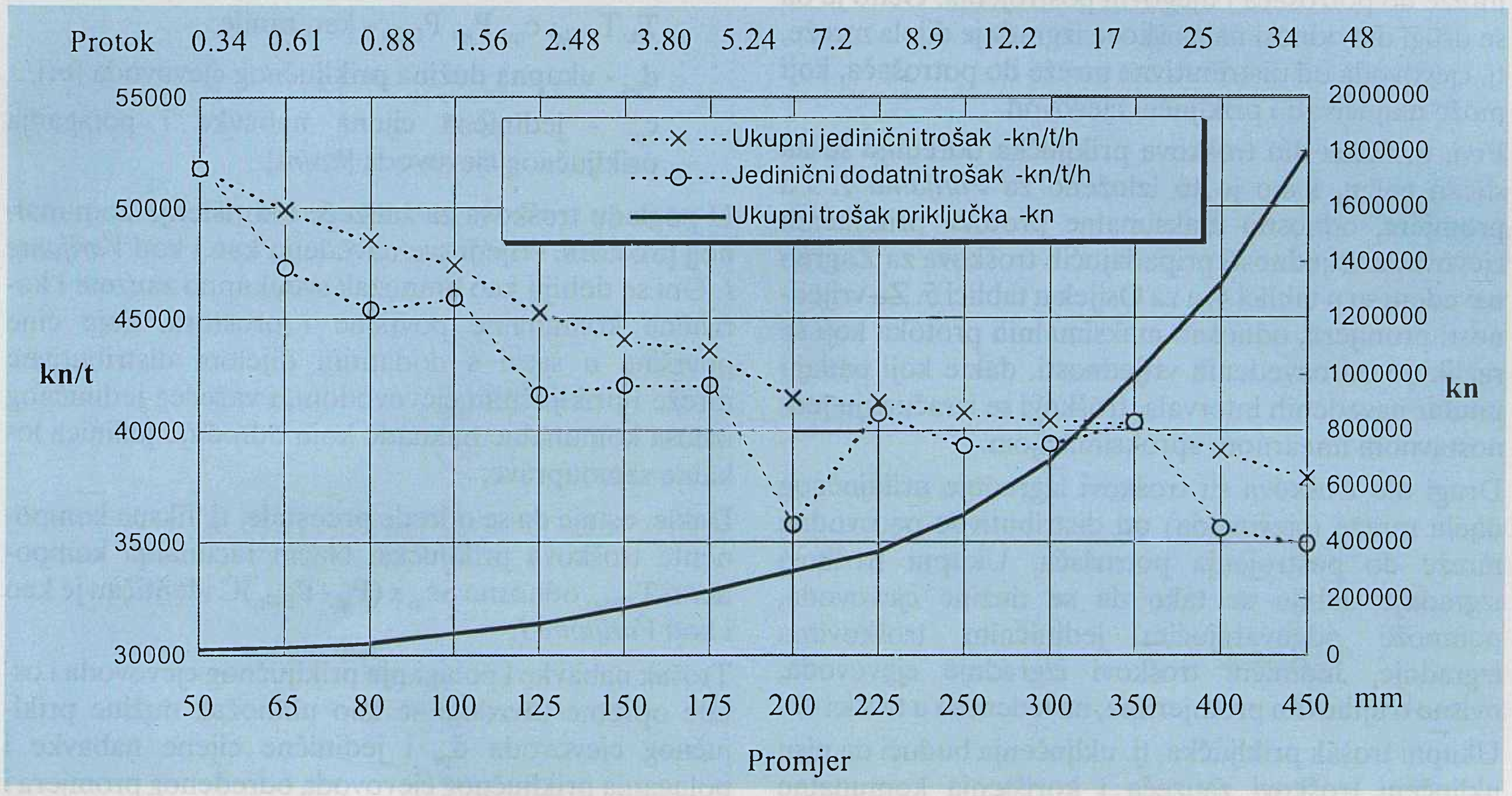
Promjer cijevi	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm	125 mm	150 mm	175 mm
Maksimalni protok pare	0.34 t/h	0.61 t/h	0.88 t/h	1.56 t/h	2.48 t/h	3.80 t/h	5.24 t/h
Ukupni trošak priključka - kn	17626	30417	42701	73958	112246	167679	228145
Ukupni jedinični trošak - kn/t/h	51840	49864	48524	47409	45260	44126	43539
Promjer cijevi	200 mm	225 mm	250 mm	300 mm	350 mm	400 mm	450 mm
Maksimalni protok pare	7.2 t/h	8.9 t/h	12.2 t/h	17 t/h	25 t/h	34 t/h	48 t/h
Ukupni trošak priključka - kn	298172	367484	497199	686062	1008700	1328612	1817020
Ukupni jedinični trošak - kn/t/h	41413	41290	40754	40357	40348	39077	37855

Tablica 2. Račun troškova uključenja potrošača tehnološka pare - Zagreb - Varijanta I

do 0.34 t/h	51840	kn/t/h		
od 0.341 - 0.61 t/h	17626	kn za 0.34 t/h +	49864	kn za svaku dodatnu t/h
od 0.611 - 0.88 t/h	31089	kn za 0.61 t/h +	48524	kn za svaku dodatnu t/h
od 0.881 - 1.56 t/h	44190	kn za 0.88 t/h +	47409	kn za svaku dodatnu t/h
od 1.561 - 2.48 t/h	76428	kn za 1.56 t/h +	45260	kn za svaku dodatnu t/h
od 2.481 - 3.80 t/h	118068	kn za 2.48 t/h +	44126	kn za svaku dodatnu t/h
od 3.801 - 5.24 t/h	176314	kn za 3.80 t/h +	43539	kn za svaku dodatnu t/h
od 5.241 - 7.2 t/h	239010	kn za 5.24 t/h +	41413	kn za svaku dodatnu t/h
od 7.21 - 8.9 t/h	320180	kn za 7.2 t/h +	41290	kn za svaku dodatnu t/h
od 8.91 - 12.2 t/h	390373	kn za 8.9 t/h +	40754	kn za svaku dodatnu t/h
od 12.21 - 17 t/h	524861	kn za 12.2 t/h +	40357	kn za svaku dodatnu t/h
od 17.1 - 25 t/h	718574	kn za 17 t/h +	40348	kn za svaku dodatnu t/h
od 25.1 - 34 t/h	1041358	kn za 25 t/h +	39077	kn za svaku dodatnu t/h
od 34.1 - 48 t/h	1393051	kn za 34 t/h +	37855	kn za svaku dodatnu t/h
preko 48 t/h	1923021	kn za 48 t/h +	37855	kn za svaku dodatnu t/h

Ukupni troškovi priključka novih potrošača na postojeću parovodnu distributivnu mrežu ovisno o promjeru, odnosno maksimalnom protoku pare u priključnoj cijevi na postojeću distributivnu mrežu za određene promjere i maksimalne protoke prikazani su u tablici 2 i na slici 1. U istoj tablici navedeni su i odgovarajući ukupni jedinični (prosječni) troškovi priključka. Međutim, ukoliko potrošač treba neki drugi maksimalni protok (snagu ili kapacitet), dakle iz intervala navedenih vrijednosti, tada se trošak (naknada) njegova priključka računa ovisno o pripadnosti intervalu prema tablici 2. Npr., ako je potreban maksimalni protok (kapacitet) pare potrošača 10 t/h, tada prema intervalu protoka "od 8.91 t/h do 12.2 t/h" za kapacitet 8.9 t/h trošak iznosi 390373 kn. Tome iznosu treba dodati trošak za dodatnih 1.1 t/h (10 - 8.9 t/h) koji iznosi 1.1 t/h x 40754 kn/t/h = 44829.4 kn. Konačno, ukupni trošak priključka iznosi 435202.4 kn.

Troškovi prema prethodno izloženoj varijanti predstavljaju pune troškove priključka, naravno bez troškova za zauzeće i korištenje komunalne površine. Za potrošača tehnološke pare koji plaća pune troškove priključka umanjuju se tarifni stavovi za snagu (jedinični godišnji i mjesečni trošak snage). To umanjenje ovisno o pripadnosti kategoriji, grupi i razredu potrošnje iznosi od 3.66 do 4.18 %. Tarifni stavovi za energiju ostaju nepromijenjeni. Distributivna ili komunalna organizacija, odnosno lokalna samoupravna zajednica može zbog stimuliranja razvoja potrošnje i poticanja i privlačenja novih potrošača na



Slika 1. Troškovi priključka potrošača na parovodnu mrežu ovisno o promjeru, odnosno maksimalnom protoku priključne cijevi - Varijanta I

Tablica 3. Račun troškova uključenja toplinskih potrošača tehnološke pare - Osijek - Varijanta I

do 0.12 t/h	32 mm	90080	kn/t/h		
od 0.121 t/h do 0.21 t/h	40 mm	10810	kn za 0.12 t/h +	81792	kn za dodatnu t/h
od 0.211 t/h do 0.34 t/h	50 mm	18171	kn za 0.21 t/h +	65651	kn za dodatnu t/h
od 0.341 t/h do 0.61 t/h	65 mm	26968	kn za 0.34 t/h +	64125	kn za dodatnu t/h
od 0.611 t/h do 0.88 t/h	80 mm	44025	kn za 0.61 t/h +	56136	kn za dodatnu t/h
od 0.881 t/h do 1.56 t/h	100 mm	59182	kn za 0.88 t/h +	55320	kn za dodatnu t/h
od 1.561 t/h do 2.48 t/h	125 mm	96800	kn za 1.56 t/h +	51362	kn za dodatnu t/h
od 2.481 t/h do 3.80 t/h	150 mm	144053	kn za 2.48 t/h +	50298	kn za dodatnu t/h
od 3.801 t/h do 5.24 t/h	175 mm	210446	kn za 3.80 t/h +	46515	kn za dodatnu t/h
od 5.241 t/h do 7.2 t/h	200 mm	277427	kn za 5.24 t/h +	36888	kn za dodatnu t/h
od 7.21 t/h do 8.9 t/h	225 mm	349727	kn za 7.2 t/h +	35140	kn za dodatnu t/h
od 8.91 t/h do 12.2 t/h	250 mm	409466	kn za 8.9 t/h +	34974	kn za dodatnu t/h
od 12.21 t/h do 17 t/h	300 mm	524881	kn za 12.2 t/h +	32746	kn za dodatnu t/h
od 17.1 t/h do 25 t/h	350 mm	682060	kn za 17 t/h +	31143	kn za dodatnu t/h
preko 25 t/h		931207	kn za 25 t/h +	31143	kn za dodatnu t/h

prethodno izloženi sustav punih troškova priključka uvoditi i primjenjivati popuste, i to u postotnom iznosu. Naravno, pri tom treba voditi računa da se za odobreni popust ne umanjuju tarifni stavovi za snagu.

2.2. Varijanta II

Za razliku od *Varijante I* u ovom slučaju potrošač troškove priključka plaća u dva dijela. Prvi, tj. fiksni dio troškova priključka, bez troškova zauzeća i korištenja komunalne površine i prostora, odnosi se samo na troškove izazvane u distributivnoj parovodnoj mreži samim tim priključkom, neovisno o troškovima izgradnje dijela mreže, tj. cjevovoda od distributivne mreže do potrošača i njegovih postrojenja. Očito je da se drugi dio odnosi na troškove izgradnje dijela mreže, tj. cjevovoda od distributivne mreže do potrošača, koji može uključivati i priključni cjevovod.

Prvi, tj. fiksni dio troškova priključka određuje se na sličan način, kako je to izloženo za *Varijantu I*. Za promjere, odnosno maksimalne protoke priključnih cjevovoda vrijednosti pripadajućih troškova za Zagreb navedeni su u tablici 4, a za Osijek u tablici 5. Za vrijednosti promjera, odnosno maksimalnih protoka koji se razlikuju od navedenih vrijednosti, dakle koji padaju unutar navedenih intervala, troškovi se izračunaju jednostavnom linearnom aproksimacijom.

Drugi dio troškova su troškovi izgradnje priključnog dijela mreže (cjevovoda) od distributivne parovodne mreže do postrojenja potrošača. Ukupni troškovi izgradnje dobiju se tako da se dužine cjevovoda, pomnože odgovarajućim jediničnim troškovima izgradnje. Jedinični troškovi izgradnje cjevovoda, ovisno o njihovim promjerima, navedeni su u tablici 4.

Ukupni trošak priključka, tj. uključenja budući da nisu uključeni troškovi zauzeća i korištenja komunalne površine i prostora, čini suma dviju navedenih komponenti. Isti princip može se primijeniti i na troškove nabavke i polaganja priključnog voda i ostale opreme, koje se obračunavaju po jedinici dužine priključnog cjevovoda.

I u ovoj varijanti troškove je najjednostavnije iskazati vezano za tehnički aspekt, tj. promjer cjevovoda ili maksimalni protok pare (t/h). Osnova za utvrđivanje troškova su s jedne strane prosječna cijena povezivanja potrošača na postojeću parovodnu mrežu, a s druge prosječna cijena nabavke i polaganja priključnog cjevovoda i ostale opreme. Ukupni trošak priključka potrošača na parovodnu mrežu ima sljedeći oblik:

$$T_{TP} = T_k + T_{pc} + T_u =$$
$$= T_k + [d_{pc} \times c_{pc}] + [T_{TPdg} + c_{tp} \times (P_{ip} - P_{DGp})] \quad (4)$$

gdje je

$T_k, T_{TPdg}, c_{tp}, P_{ip}, P_{DGp}$ - kao ranije

d_{pc} - ukupna dužina priključnog cjevovoda [*m*]

c_{pc} - jedinična cijena nabavke i polaganja priključnog cjevovoda [*kn/m*].

U pogledu troškova za zauzeće i korištenje komunalnog prostora, vrijedi sve navedeno kao i kod *Varijante I*. Oni se dobiju kao umnožak sveukupno zauzete i korištene komunalne površine i prostora, koje čine površine u svezi s dodatnim dijelom distributivne mreže i priključnim cjevovodom, i važećeg jediničnog iznosa komunalne naknade koju određuje jedinica lokalne samouprave.

Dakle, ostaje da se odrede preostale, tj. fiksne komponente troškova priključka. Način računanja komponenti T_{TPdg}, odnosno $Šc_{tp} \times (P_{ip} - P_{DGp})Ć$ identičan je kao i kod *Varijante I*.

Trošak nabavke i polaganja priključnog cjevovoda i ostale opreme utvrđuje se kao umnožak dužine priključnog cjevovoda d_{pc} i jedinične cijene nabavke i polaganja priključnog cjevovoda određenog promjera i protoka c_{pc}, naravno objektivizirane za postojeći sustav.

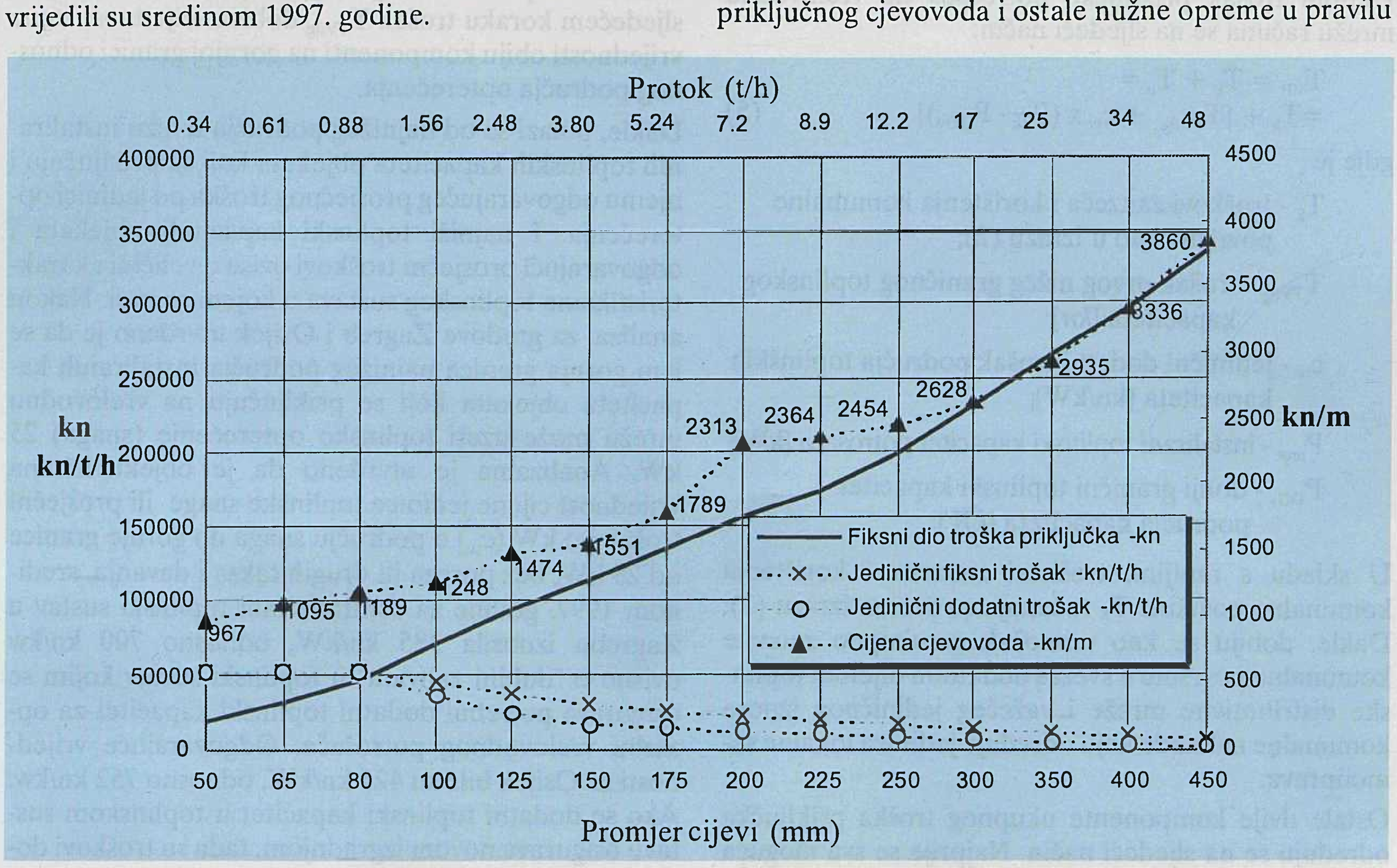
Tablica 4. Fiksni dio troška i jedinični trošak priključka potrošača na parovodnu distributivnu mrežu, te cijene cjevovoda ovisno o promjeru priključnih cijevi - Varijanta II

Promjer cijevi	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm	125 mm	150 mm	175 mm
Maksimalni protok pare	0.34 t/h	0.61 t/h	0.88 t/h	1.56 t/h	2.48 t/h	3.80 t/h	5.24 t/h
Fiksni dio troška priključkla - kn	17626	31622	45619	69593	91408	113093	134386
Jedinični fiksni trošak - kn/t/h	51840	51840	51840	44611	36858	29761	25646
Jedinični dodani trošak - kn/t/h	51840	51840	51840	35256	23712	16428	14787
Cijena cjevovoda - kn/m	967	1095	1189	1248	1474	1551	1789
Cijena cjevovoda- DEM/m	272	308	335	352	415	437	504
Promjer cijevi	200 mm	225 mm	250 mm	300 mm	350 mm	400 mm	450 mm
Maksimalni protok pare	7.2 t/h	8.9 t/h	12.2 t/h	17 t/h	25 t/h	34 t/h	48 t/h
Fiksni dio troška priključka - kn	155953	173605	198615	230571	266884	296971	334619
Jedinični fiksni trošak - kn/t/h	21660	19506	16280	13563	10675	8734	6971
Jedinični dodani trošak - kn/t/h	11004	10383	7579	6657	4539	3343	2689
Cijena cjevovoda - kn/m	2313	2364	2454	2628	2935	3336	3860
Cijena cjevovoda- DEM/m	652	666	691	740	827	940	1087
Napomena: 1DEM=3.55kn							

Radi ilustracije na slici 2 prikazane su vrijednosti iz tablice 4, tj. prosječne jedinične cijene nabavke i polaganja cjevovoda uključujući i ostalu potrebnu opremu, jedinični dodatni troškovi povezivanja za odabrana područja instaliranih protoka, te ukupni troškovi povezivanja potrošača u postojeće parovodne mreže u Zagrebu i Osijeku, i to ovisno o odabranim promjerima priključnih cjevovoda i instaliranim protocima tehnološke pare. Treba napomenuti da navedene vrijednosti troškova ne uključuju troškove za zauzeće i korištenje komunalne površine i prostora. Navedeni karakteristični pokazatelji cijena i cjenovnih odnosa vrijedili su sredinom 1997. godine.

3. TROŠKOVI PRIKLJUČKA POTROŠAČA VRELE VODE

Troškovi priključka potrošača na distributivnu vrelovodnu mrežu centraliziranog toplinskog sustava uključuju troškove zauzeća i korištenja komunalne površine i prostora, te odgovarajuće troškove izgradnje ili povećanja kapaciteta distributivne mreže, dakle troškove povezivanja čime se zapravo ostvaruje pravo na stabilnu i sigurnu opskrbu toplinskom energijom za grijanje stambenih i poslovnih prostora i pripremu tople sanitarne vode. Troškovi nabavke i polaganja priključnog cjevovoda i ostale nužne opreme u pravilu



Slika 2. Ukupni fiksni i jedinični fiksni i dodatni troškovi priključka potrošača na parovodnu mrežu, te jedinični troškovi cjevovoda ovisno o promjeru, odnosno maksimalnom protoku pare - Zagreb - Varijanta II

Tablica 5. Troškovi povezivanja, jedinični, ukupni i dodatni troškovi povezivanja, te cijene cjevovoda ovisno o promjerima - Osijek - uz Varijantu II

Promjer cijevi	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm	125 mm
Maksimalni protok pare	0.12 t/h	0.21 t/h	0.34 t/h	0.61 t/h	0.88 t/h	1.56 t/h	2.48 t/h
Ukupni trošak povezivanja - kn	7329	12825	21008	37253	52190	85008	114492
Jedinični ukupni trošak - kn/t/h	61071	61071	61071	61071	59307	54492	46166
Jedinični dodatni trošak - kn/t/h	61071	61071	61071	61071	55320	48262	32048
Cijena cjevovoda - kn/m	1207	1296	1367	1438	1567	1619	1907
Cijena cjevovoda - DEM/m	340	365	385	405	441	456	537
Promjer cijevi	150 mm	175 mm	200 mm	225 mm	250 mm	300 mm	350 mm
Maksimalni protok pare	3.80 t/h	5.24 t/h	7.2 t/h	8.9 t/h	12.2 t/h	17 t/h	25 t/h
Ukupni troška povezivanja - kn	143602	168143	194059	212952	240721	271294	307640
Jedinični ukupni trošak - kn/t/h	37790	32088	26953	23927	19731	15958	12306
Jedinični dodatni trošak - kn/t/h	22053	17042	13223	11113	8415	6370	4543
Cijena cjevovoda - kn/m	1969	2317	3115	3397	3543	3991	4402
Cijena cjevovoda - DEM/m	555	653	878	957	998	1124	1240
Napomena: 1DEM=3.55kn							

nisu uključeni u troškove koji se dalje računaju. Mjerila za utvrđivanje razine i strukture troškova priključka potrošača na vrelovodnu mrežu su tehničko-ekonomski odnosi i cijene izgradnje distributivne toplinske mreže na području grada ili dijelova grada, nabavke i polaganja cjevovoda i ostale potrebne opreme, kojima se postiže potrebni, tj. dodatni instalirani toplinski kapacitet. Upravo je instalirani toplinski kapacitet onaj element za koji se vežu i iskazuju cijene i troškovi priključka vrelovodnih potrošača na vrelovodnu mrežu i ostvarivanje prava na sigurnu i stabilnu opskrbu toplinskom energijom.

Ukupni trošak priključka potrošača na vrelovodnu mrežu računa se na sljedeći način:

$$T_{VP} = T_k + T_u = \\ = T_k + [T_{TVdg} + c_{tv} \times (P_{itk} - P_{DGv})] \quad (5)$$

gdje je

T_k - troškovi zauzeća i korištenja komunalne površine kao u izrazu (2);

T_{TVdg} - trošak prvog nižeg graničnog toplinskog kapaciteta [*kn*];

c_{tv} - jedinični dodatni trošak područja toplinskih kapaciteta [kn/kW];

P_{prot} - instalirani toplinski kapacitet potrošača [kW];

P_{DGv} - donji granični toplinski kapacitet područja kapaciteta [*kW*].

U skladu s ranijim, troškovi zauzeća i korištenja komunalne površine T_k računaju se prema izrazu (2). Dakle, dobiju se kao umnožak sveukupno zauzete komunalne površine u svezi s dodatnim dijelom toplinske distributivne mreže i važećeg jediničnog iznosa komunalne naknade koju određuje jedinica lokalne samouprave.

Ostale dvije komponente ukupnog troška priključka određuju se na sljedeći način. Najprije se sva moguća toplinska opterećenja svrstaju u odjelita područjima kapaciteta, određena donjim i gornjim graničnim opterećenjima. Komponenta troška T_{TVdg} je vrijednost svih troškova povezivanja na toplinsku mrežu, dakle bez troškova za zauzeće i korištenje komunalne površine i prostora i nabavke i polaganja priključnog cjevovoda, na donjoj granici područja. Naravno, za najniže područje instaliranih toplinskih kapaciteta potrošača komponenta T_{TVdg} ima vrijednost nula. Komponenta troška $Šc_{tv} \times (P_{itk} - P_{DGv})Č$ je dodatak trošku priključka od razlike instaliranog toplinskog kapaciteta (opterećenja) potrošača koji se priključuje i donjeg graničnog opterećenja područja kojem pripada, pomnožen jediničnim dodatnim troškom područja instaliranih toplinskih snaga kojemu pripada. Dakako, u sljedećem koraku trošak T_{TVdg} dobiva vrijednost sume vrijednosti obiju komponenti na gornjoj granici odnosnog područja opterećenja.

Dakle, polazi se od najnižeg područja u nizu instaliranih toplinskih kapaciteta objekata koji se priključuju i njemu odgovarajućeg prosječnog troška po jedinici opterećenja. I najniži toplinski kapaciteti objekata i odgovarajući prosječni troškovi ovise o veličini i karakteristikama toplinskog sustava o kojem se radi. Nakon analiza, za gradove Zagreb i Osijek utvrđeno je da se kao gornja granica najnižeg područja instaliranih kapaciteta objekata koji se priključuju na vrelovodnu mrežu može uzeti toplinsko opterećenje (snaga) 25 kW. Analizama je utvrđeno da je objektivizirana vrijednost cijene jedinice toplinske snage ili prosječni trošak po kW (c_{tv}) u području snaga do gornje granice od 25 kW, bez poreza ili drugih taksa i davanja, sredinom 1997. godine za centralizirani toplinski sustav u Zagrebu iznosila 385 kn/kW, odnosno 700 kn/kw ovisno o "dubini zahvata" u toplinski sustav kojim se osigurava potrebni dodatni toplinski kapacitet za opskrbu vrelovodnog potrošača. Odgovarajuće vrijednosti za Osijek bile su 425 kn/kW, odnosno 752 kn/kw. Ako se dodatni toplinski kapacitet u toplinskom sustavu osigurava novom izgradnjom, tada su troškovi dodatnog kapaciteta upravo jednaki tim dodatnim troškovima izgradnje.

Nakon što su utvrđena i ostala karakteristična područja instaliranih snaga, njihova donja i gornja granična opterećenja, te jedinične cijene dodatnog toplinskog opterećenja unutar svakog područja opterećenja, na jednostavan način računaju se ukupni troškovi uključenja za sva ostala instalirana toplinska opterećenja. Način njihova računanja za jedinične troškove dodatnog toplinskog kapaciteta u početnom području toplinskih kapaciteta (do 25 kW) za centralizirani toplinski sustav Zagrebu i jedinični dodatni trošak od 385 kn/kW prikazani su u tablici 6 i na slici 3, a za jedinični dodatni trošak od 700 kn/kW u tablici 7.

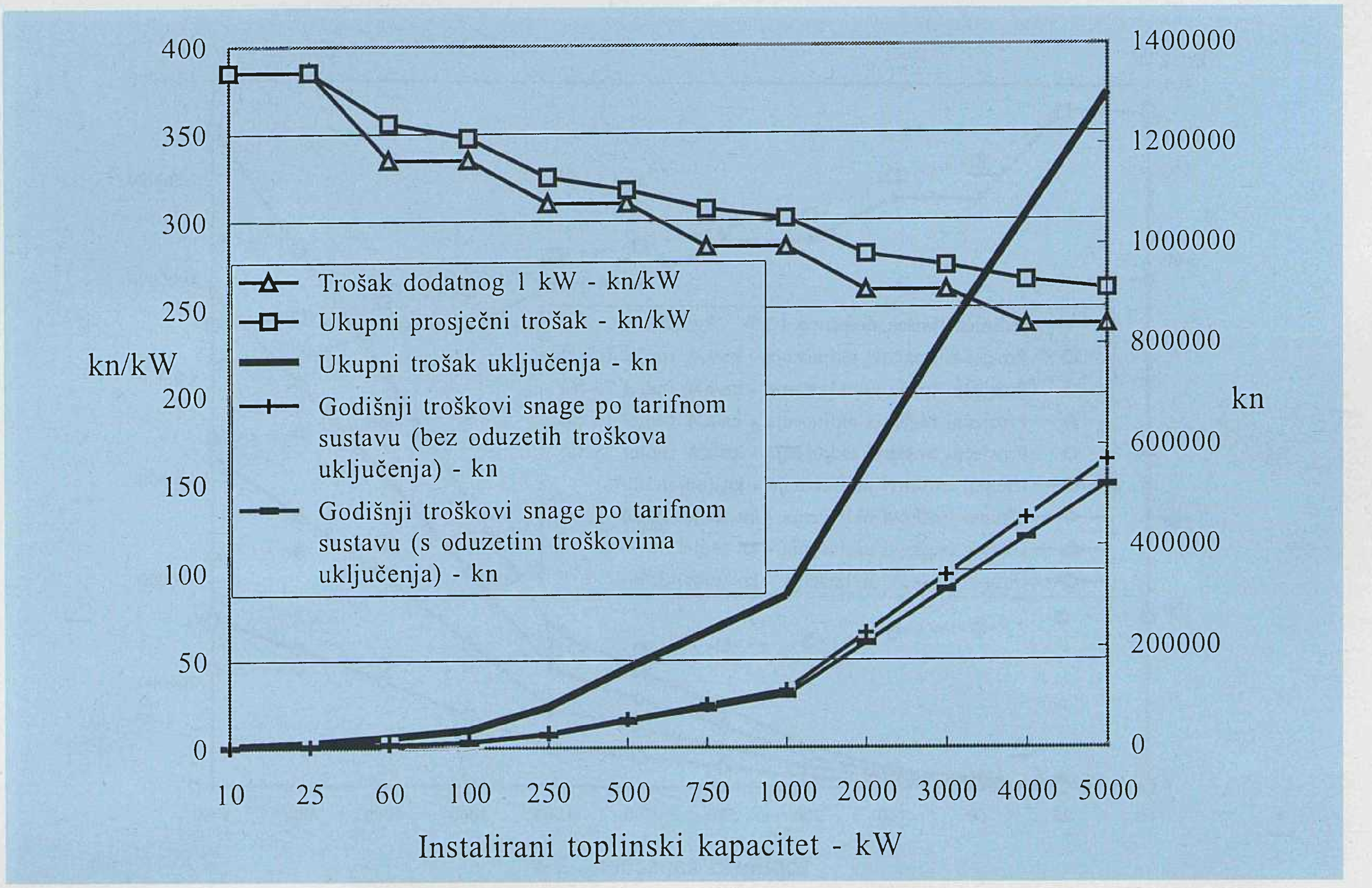
Tablica 6. Troškovi uključenja vrelovodnih potrošača - centralizirani toplinski sustav Zagreba

Područje toplinskog opterećenja - kW -	Dodatni trošak područja - kn/kW-	Trošak T_{TVdg} - kn -	Ukupni troškovi uključenja - kn -
0 - 25	385	0.0	$0.0 + 385 \times P_{itk}$
25.1 - 100	335	9625	$9625 + 335 \times (P_{itk} - 25)$
100.1 - 500	310	34750	$34750 + 310 \times (P_{itk} - 100)$
500.1 - 1000	285	158750	$158750 + 285 \times (P_{itk} - 500)$
1000.1 - 3000	260	301250	$301250 + 260 \times (P_{itk} - 1000)$
3000.1- 5000	240	821250	$821250 + 240 \times (P_{itk} - 3000)$
preko 5000	240	1301250	$1301250 + 240 \times (P_{itk} - 5000)$

Tablica 7. Troškovi uključenja vrelovodnih potrošača - centralizirani toplinski sustav Zagreba

Područje toplinskog opterećenja - kW -	Dodatni trošak područja - kn/kW-	Trošak T_{TVdg} - kn -	Ukupni troškovi uključenja - kn -
0 - 25	700	0.0	$0.0 + 700 \times P_{itk}$
25.1 - 100	650	17500	$17500 + 650 \times (P_{itk} - 25)$
100.1 - 500	625	66250	$66250 + 625 \times (P_{itk} - 100)$
500.1 - 1000	600	316250	$316250 + 600 \times (P_{itk} - 500)$
1000.1 - 3000	575	616250	$616250 + 575 \times (P_{itk} - 1000)$
3000.1- 5000	555	1766250	$1766250 + 555 \times (P_{itk} - 3000)$
preko 5000	555	2876250	$2876250 + 555 \times (P_{itk} - 5000)$

Ukupni troškovi uključivanja novog potrošača na postojeću distributivnu mrežu računaju se prema njegovom potrebnom instaliranom toplinskom kapacitetu, tj. njegovoj potrebnoj maksimalnoj toplinskoj snazi. Za ilustraciju proračuna uzima se novi potrošač u Zagrebu čije instalirano toplinsko opterećenje iznosi 355 kW. Prema tablici 5 to toplinsko opterećenje nalazi se unutar područja toplinskih opterećenja od 100.1 kW do 500 kW. Za to područje opterećenja prva komponenta troškova uključenja iznosi 34750 kn. Tome iznosu treba dodati trošak za dodatnih 255 kW (355 - 100 kW) koji iznosi 255 kW x 310 kn/kW = 79050 kn. Konačno,



Slika 3. Jedinični dodatni i prosječni troškovi, te troškovi priključka (uključenje) vrelovodnih potrošača za početni jedinični dodatni trošak od 385 kn/kW - Zagreb

ukupni trošak uključenja iznosi 113800 kn. Da bi se dobio ukupni trošak priključka, tom iznosu potrebno je dodati i ukupne troškove zauzeća i korištenja komunalne površine i prostora.

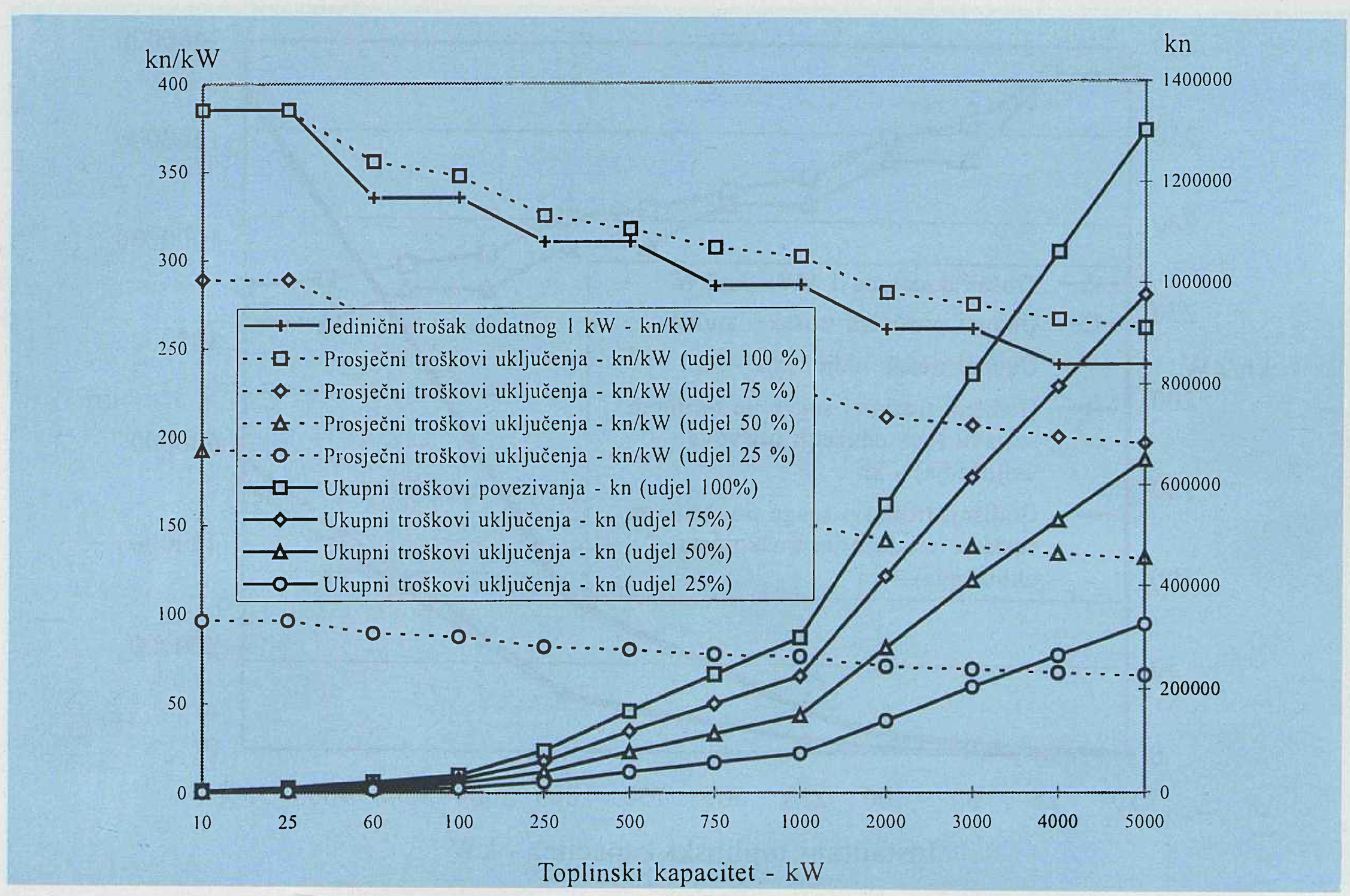
Na sličan način kao i kod tehnološke pare, za troškove određene na prethodno izloženi način potrebno je umanjiti tarifne stavove za snagu (jedinični godišnji i mjesečni trošak snage) koje plaća odnosni potrošač. To je umanjenje ovisno o pripadnosti kategoriji, grupi i razredu potrošnje vrele vode. Za 100 %-tni udjel potrošača u pokrivanju troškova priključka ono iznosi od 8.32 do 8.73 %. Tarifni stavovi za energiju ostaju nepromijenjeni. Kada se odobrava popust na troškove priključka, za odobreni popust se ne umanjuju tarifni stavovi za snagu. Isporučitelj, distributivna ili komunalna organizacija, odnosno jedinica lokalne samouprave može zbog stimuliranja razvoja potrošnje i poticanja i privlačenja novih potrošača na prethodno izloženi sustav punih troškova priključka uvoditi i primjenjivati popuste, i to u postotnom iznosu (slika 4.)

4. ZAKLJUČAK

Izloženi sustav za utvrđivanje troškova ili nadoknade priključka zasniva se na analizi tehničko-ekonomskih i energetskih odnosa centraliziranih toplinskih sustava tehnološke pare i vrele vode u gradovima Zagreb i Osijek. Osnovna namjera autora bila je uspostaviti i istaći one elemente pri određivanju razine i strukture troškova priključka novih parovodnih i vrelovodnih potrošača koji će, uz politiku cijena toplinske energije iskazanu strukturom i odnosima tarifnih stavova toplinskog opterećenja i potrošnje za različite kategorije i grupe potrošača, pomoći uspostavljanju gospodarskih odnosa u sektoru toplinarstva na ekonomskim kriterijima i pomoći njegovom oslobađanju od donedavna sveprisutnih socijalnih načela i kriterija. Isto tako cilj je razvoj toplinskog sustav i njegova tehnološka i tehnička obnova i unaprjeđenje od proizvodnje, preko transporta i distribucije toplinske energije, do isporuke i korištenja toplinske energije kod potrošača, i to kroz sustav realnih troškova i naknada za priključak na centralizirani toplinski sustav. Realne cijene i troškovi nisu jedine mjere za upravljanje i usmjeravanje razvoja toplinskog sustava i razvoja toplinskog konzuma i potrošnje, unaprjeđenja energetske efikasnosti sustava, unapređenja efikasnosti troškova i ulaganja, unaprjeđenja kvalitete komunalne usluge i komfora življena, zaštite okoliša i sl., ali su svakako najdjelotvorniji.

LITERATURA

[1] M. KLEPO, N. JANDRILOVIĆ, D. PEŠUT, Z. KOMERIČKI, Đ. DRAŠKOVIĆ, Lj. KRIVAK:"Tarifni sustav u toplinarstvu - Zagreb", I i II dio, Energetski institut "Hrvoje Požar" Zagreb, Zagreb, 1996.



Slika 4. Jedinični i ukupni troškovi priključka (uključenja) vrelovodnih potrošača ovisno o instaliranom kapacitetu i udjelu u pokriću troškova

[2] M. KLEPO, N. JANDRILOVIĆ, D. PEŠUT:"Tarifni sustav u toplinarstvu - Osijek", I i II dio, Energetski institut "Hrvoje Požar" Zagreb, Zagreb, 1997.

[3] M. KLEPO, Lj. KRIVAK, D. SRDELIĆ: "Naknada – Troškovi komunalnog priključka na CTS", Gospodarstvo i okoliš br. 31, 1998.

[4] M. KLEPO, M. SĆULAC: "Managing the System of Centralized Thermal Energy Supply", Conference on Energy Management, Dubrovnik, 1998

DETERMINATION OF CONSUMER CONNECTION CHARGE TO CENTRALISED HEATING SYSTEM

The work determines the principles and elements of the method for the determination of the costs and consumer connection charge to hot water and steam distribution network of the centralised heating system.

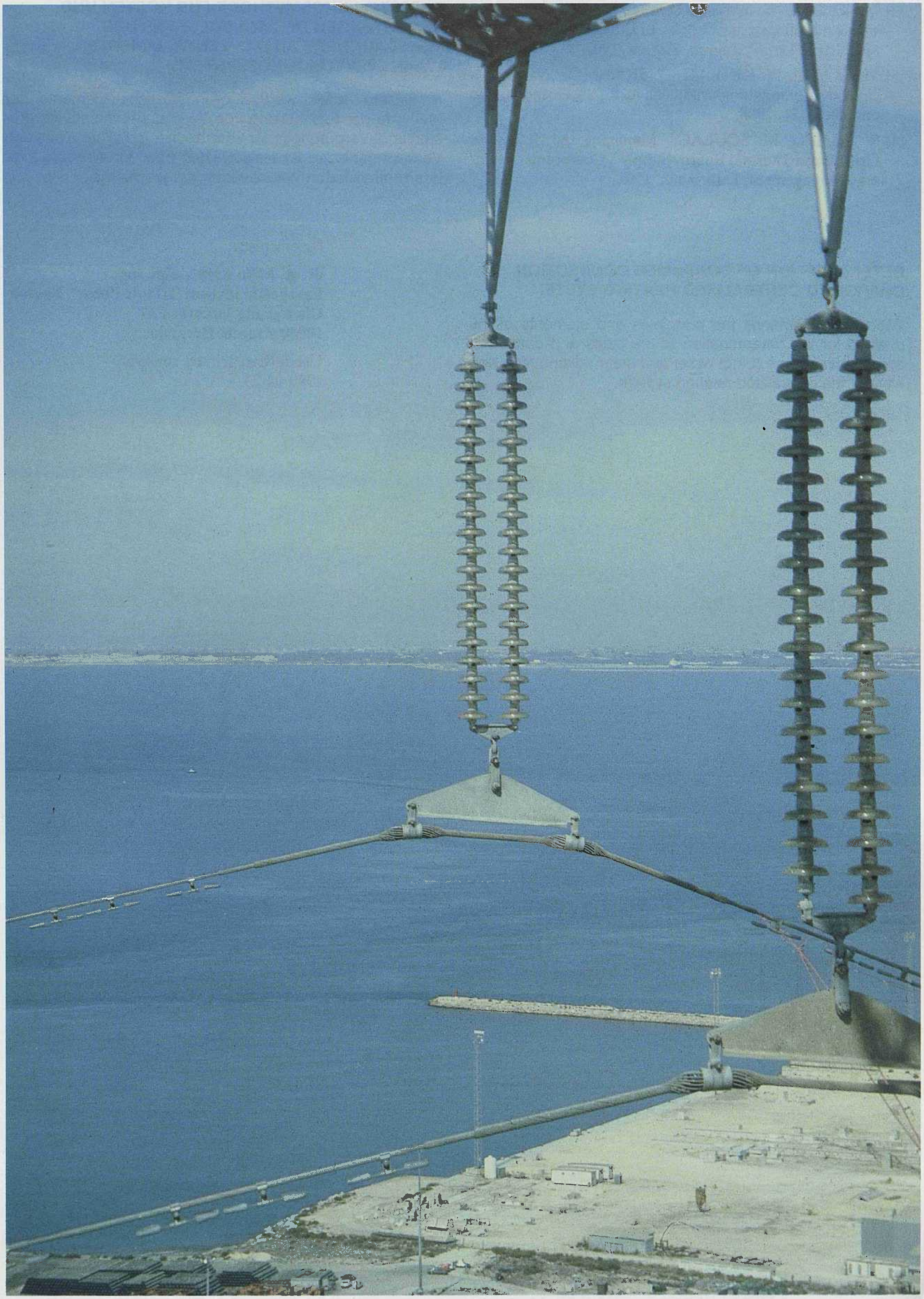
FESTSTELLUNGSMETHODE FÜR KOSTEN UND VERGÜTUNGEN DES ANSCHLUSSES DES VERBRAUCHERS AN DAS ZENTRALISIERTE WÄRMEVERSORGUNGSSYSTEM

In diesem Artikel werden grundsätzliche Elemente der Methode der Feststellung von Verbraucheranschluss -Kosten und -Vergütungen für Verbraucher der Wärme aus den Verteilungsnetzen für Heisswasser bzw. für Wasserdampf des zentralisierten Wärmeversorgungssystems.

Naslov pisca:

dr. sc. Mićo Klepo, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-04-23.



NOVE METODE VIBROAKUSTIČKE DIJAGNOSTIKE KAVITACIJE U TURBINAMA*

Branko B a j i ć, Zagreb

UDK 621.165.5
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

Ispitivanjima u naravi i na modelima istraženi su osnovni aspekti uzorkovanja šuma, obrade i analize signala, te obrade, analize i interpretacije podataka, koji dolaze pri vibroakustičkoj dijagnostici kavitacije u turbinama. Utvrđene su neke slabe točke tekuće prakse, razvijena su poboljšanja i nove tehnike. Ove tehnike omogućuju izdvajanje podataka o detaljima kavitacije i ranu detekciju štetnih efekata što dolaze tijekom eksploatacije turbine. Članak donosi pregled slabih točaka prakse, poboljšanja i novih tehnika.

Ključne riječi: vodne turbine, kavitacija, erozija, monitoring, dijagnoza.

1. UVOD

Vibroakustička dijagnostika erozivne kavitacije u vodnim turbinama ulazi u svoju zrelu fazu, u kojoj su mogući pouzdani praktični rezultati. Trenutno stanje u toj oblasti najbolje opisuju dva rada, onaj Bourdona i dr. [1], u kojem se izvješćuje o visokoj korelaciji između vibroakustičkih značajki kavitacije i intenziteta kavitacijske erozije, te rad Farhata i dr. [2], koji donosi izravni dokaz da je kavitacijsku agresivnost moguće mjeriti nerotirajućim osjetilom smještenim na lako dostupnom mjestu na turbini.

Iako vibroakustička dijagnostika kavitacije ima, dakle, čvrstu osnovu, i dalje se intenzivno istražuju i razvijaju metode [1-20]. Jedan od smjerova tog istraživanja pokriva metode uzorkovanja vibroakustičkog polja kavitacije u turbini, obrade i analize uzorkovanih signala, te obrade, analize i interpretacije podataka dobivenih iz tih signala. Pokusi koje je autor proveo na Kaplanovim, Francisovim i cijevnim turbinama, ukazali su na neke slabe točke mjernih i dijagnostičkih postupaka koje se obično rabe i rezultirali su u poboljšanjima tih postupaka i razvoju više novih tehnika [7,10,16,19]. Ove su uspješno verificirane u praksi [15,17,18,20]. U ovom se tekstu daje pregled tog razvoja.

2. CILJEVI

Pri razvoju metoda za uzorkovanje, obradu i analizu šuma, te obradu, analizu i interpretaciju podataka, treba uzeti u obzir sljedeće eksplicitne i implicitne ciljeve vibroakustičkih ispitivanja kavitacije u vodnim turbinama:

1. Izdvojiti komponente signala vezane na kavitaciju iz smjese sa šumom strujanja, šumom stroja i drugim smetnjama.
2. Potisnuti za kavitaciju irelevantne efekte vezane na vibroakustičke karakteristike postrojenja i mjernog sustava.
3. Identificirati različite oblike kavitacijskog strujanja, tzv. kavitacijske mehanizme, i prepoznati erozivne među njima.
4. Izdvojiti potrebne podatke o erozivnim mehanizmima i ocijeniti ovisnost brzine erozije o režimu rada turbine.
5. Razjasniti uloge koje u kavitacijskom procesu imaju razni dijelovi turbine.
6. Prognozirati kavitacijske karakteristike turbina nakon povećanja nazivne snage ili obnove.
7. Razviti algoritam sustava za monitoring kavitacije koji će biti selektivan u odnosu na dijelove turbine.
8. Osigurati u monitoringu kavitacije visoku osjetljivost na štetne efekte u ranoj njihovoj fazi razvoja, kad još mogu biti maskirani već postojećima.

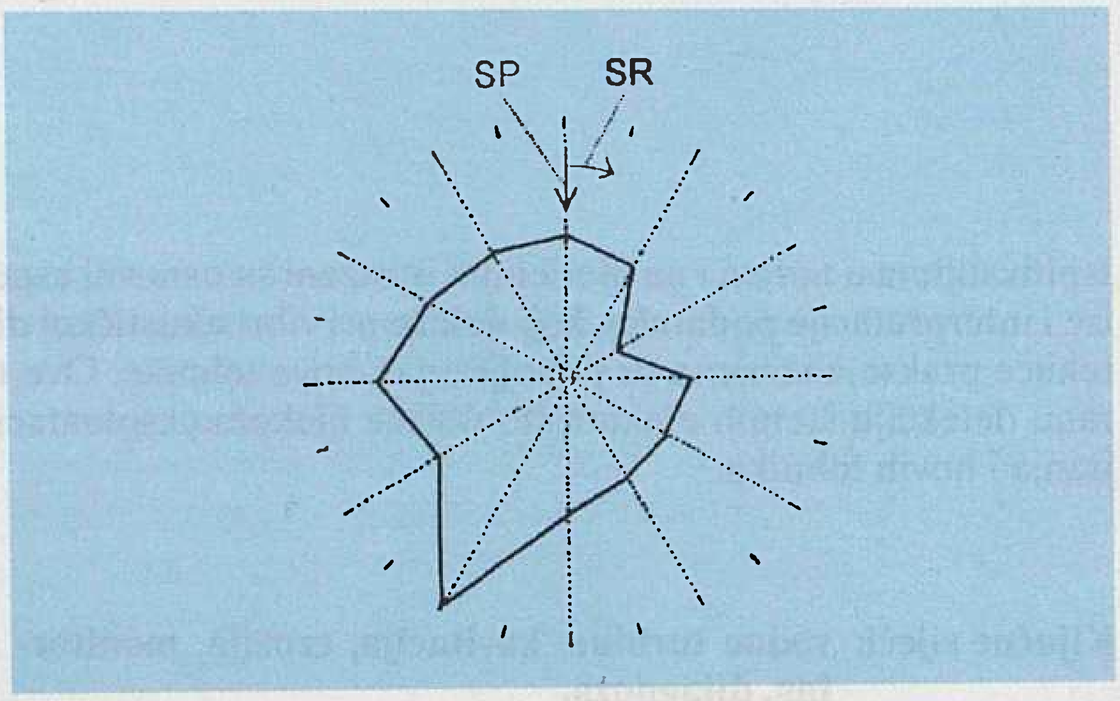
* Rad je prikazan na International Conference on Erosive and Abrasive Wear, 13-17. rujna 1998. Cambridge, Engleska i na Međunarodnom savjetovanju Produljenje vijeka trajanja MATEST'98, 1. i 2. listopada 1998. Brijuni.

3. OD UZORKOVANJA DO INTERPRETACIJE

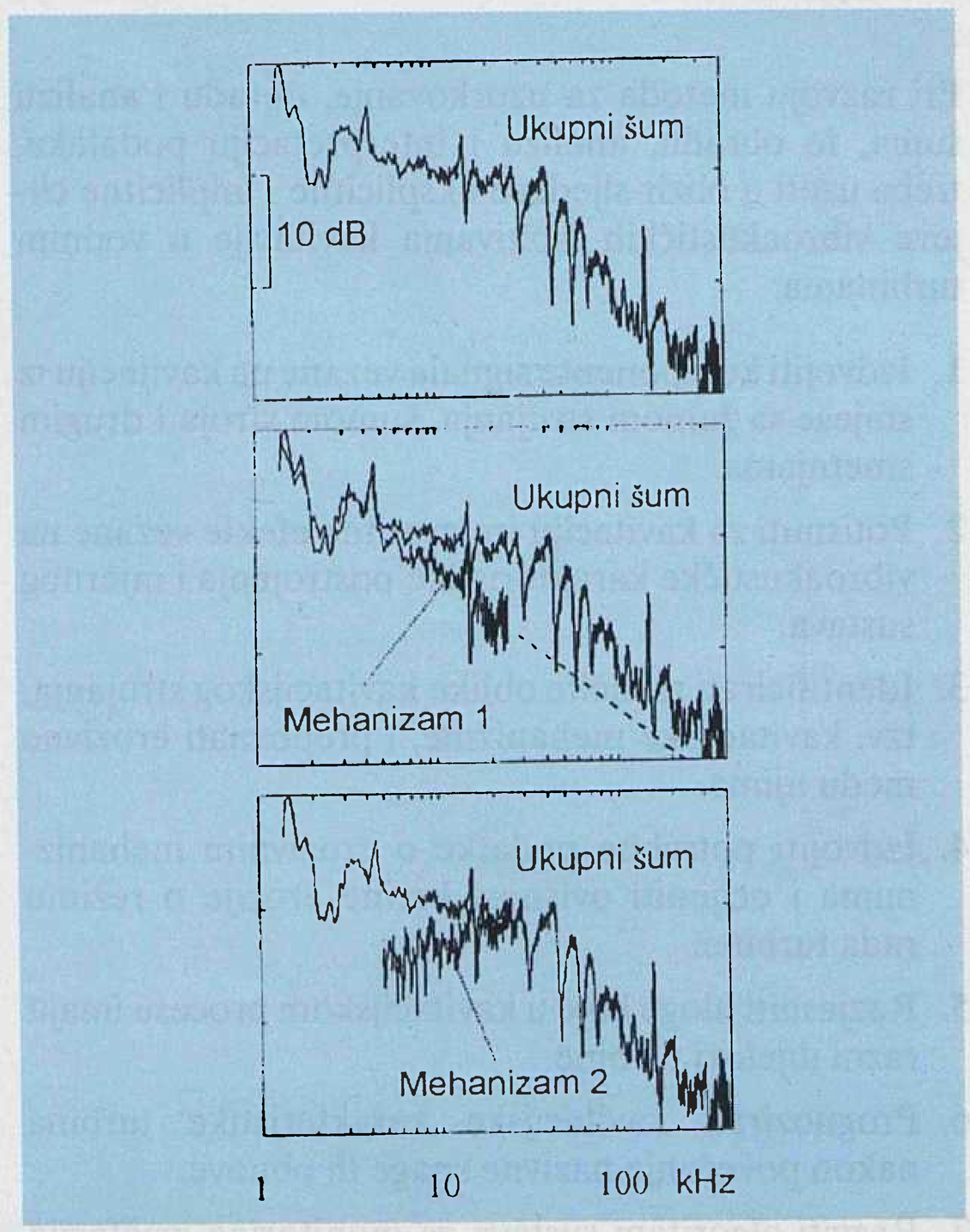
Razina šuma kao estimator kavitacije. Najjednostavniji i najčešće rabljeni vibroakustički estimator - razina kavitacijskog šuma u fiksnom frekvencijskom opsegu - daje pristrane ocjene intenziteta kavitacije. Ovo je ilustrirano slikom 1, na kojoj je prikazan spektar kavitacijskog šuma izmjeren na jednoj turbini u kojoj su, kako je ustanovljeno, djelovala dva različita oblika kavitacije; ovi su na slici označeni kao Mehanizam 1 i 2. Kad bi se u slučaju poput prikazanog, intenzitet kavitacije ocjenjivao razinom šuma unutar bilo kojeg ograničenog frekvencijskog opsega, ocjena odnosa intenziteta dvaju kavitacijskih mehanizama, koji imaju jako različite spektre, snažno bi ovisila o izboru frekvencijskog opsega. Kako je stvarni odnos intenziteta dvaju mehanizama fiksan, takav estimator jedva da je uporabljiv. Osim toga, ne postoji frekvencijski opseg u kojem bi oba mehanizma proizvodila jak šum, pa dakle nema ni opsega unutar kojega bi ih se oba moglo pouzdano ocijeniti. Heuristički, rješenje problema glasi: umjesto razine šuma u ograničenom opsegu, valja koristiti ukupnu snagu ili ukupni spektar vibroakustičkih signala.

Razinu modulacije na frekvenciji prolaza lopata predložio je Abbot [3] kao mjeru erozivne agresivnosti kavitacije u turbinama. Neki autori i neke institucije rabe tu veličinu kao univerzalno uporabljiv estimator. Međutim, postoje izvještaji o slučajevima u kojima je bilo erozije a ipak je razina modulacije na frekvenciji prolaza lopata rotora bila zanemariva [7, 21]. Također, praktična uporaba monitora zasnovanog na toj veličini dala je pogrešne rezultate [22].

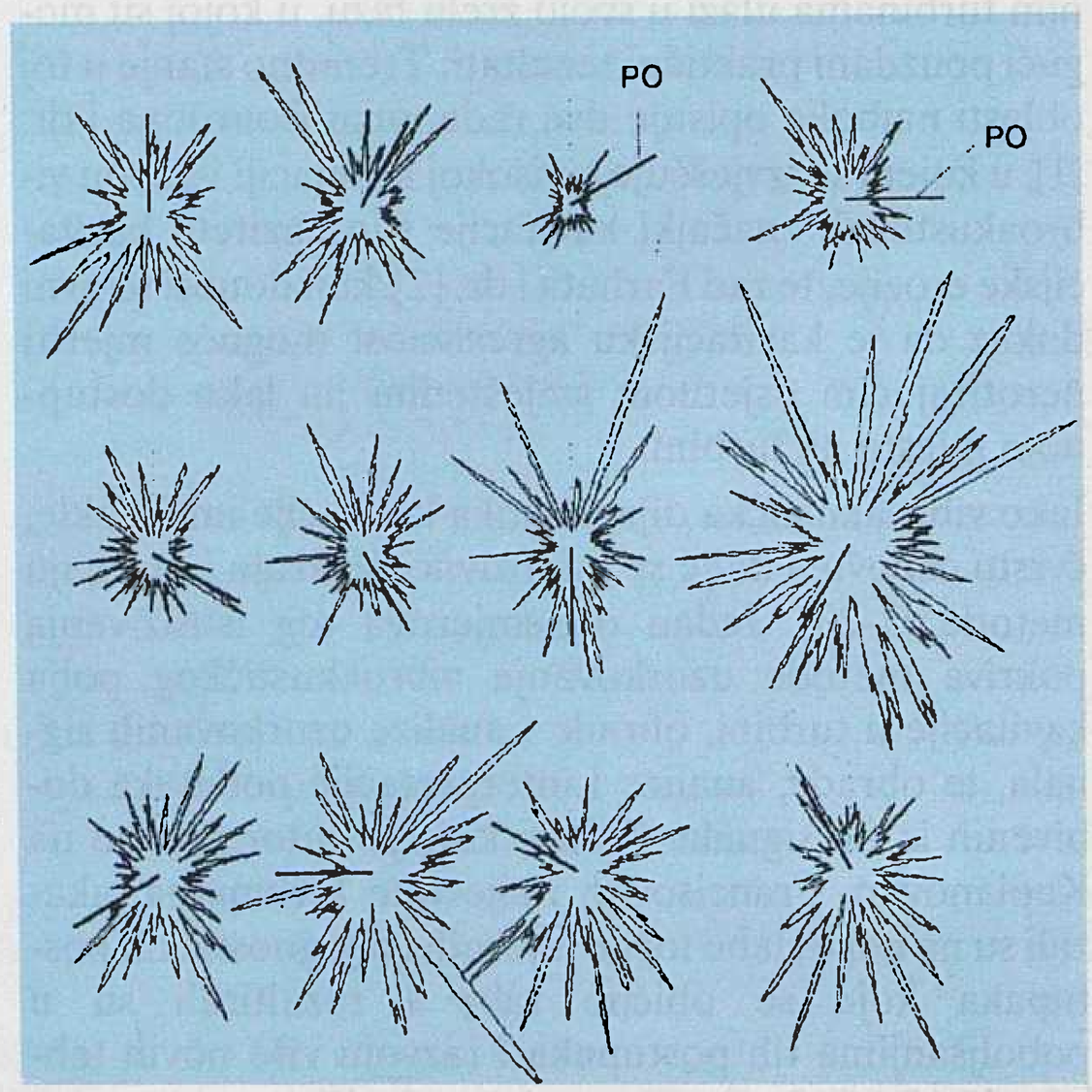
Ocjene izvedene pomoću jednog osjetila, tj. ocjene izvedene pomoću osjetila u samo jednom položaju, su pristrane. Doista, utvrđeno je da i srednja snaga šuma (sl. 2) i kratkovremeno usrednjena snaga šuma, koja opisuje utjecaj položaja rotora (sl. 3), snažno ovise o



Slika 2 - Vibroakustička osjetila smještena u 12 mjesta na istom radijusu oko rotora Kaplanove turbine koja kavitira pokazala su nejednoliku obodnu razdiobu srednje snage šuma. Kutna koordinata - kutni položaj osjetila, radijalna koordinata - srednja snaga kavitacijskog šuma izmjerena tim osjetilom, SP - smjer pritoka u spiralu, SR - smjer rotacije



Slika 1 - Šum uzorkovan u turbini koja kavitira, rastavljen u dvije komponente koje potječu od dva različita kavitacijska mehanizma. Za mehanizme je utvrđeno da su nezavisni, što komponente snage šuma čini aditivnima. Spektri mehanizama su vrlo različiti i imaju tek slabo preklapanje

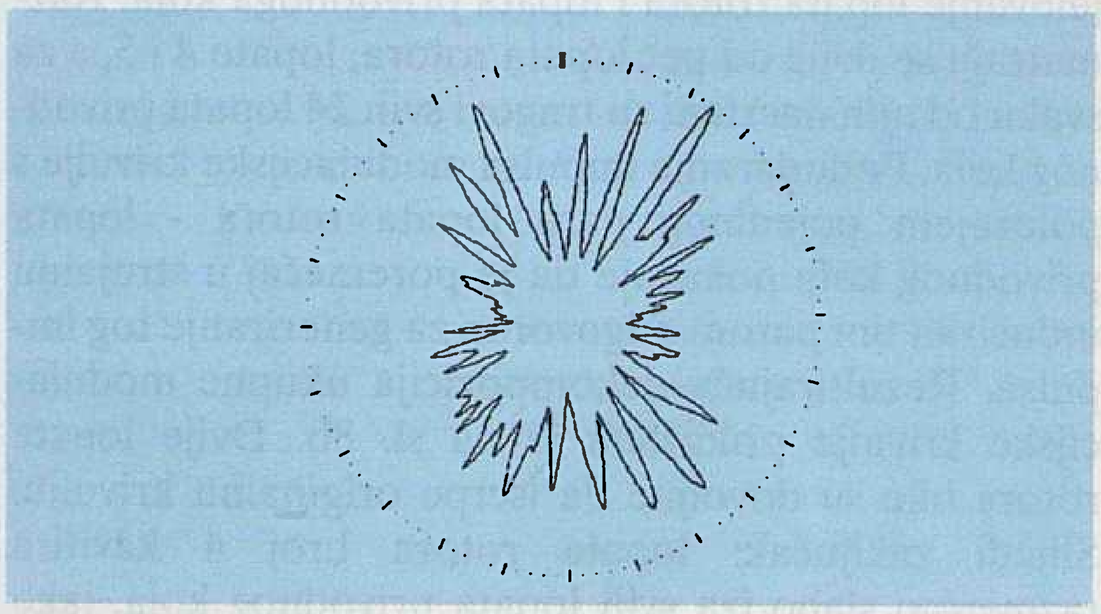


Slika 3 - Analiza ovisnosti snage kavitacijskog šuma o kutnom položaju rotora (mjerenom kutnim položajem referentne lopate rotora u odnosu na referentni smjer fiksan u odnosu na stator), obavljena pomoću osjetila u 12 obodnih položaja, dala je jako različite oblike modulacije. Kutna koordinata - kutni položaj rotora, radijalna koordinata - trenutna snaga kavitacijskog šuma izmjerena tim osjetilom, a usrednjena preko puno okretaja, PO - kutni položaj osjetila

položaju osjetila. Da bi se dobili opisi šuma koji bi bili reprezentativni za sve dijelove kavitacijskog strujanja, potrebna je neka vrsta prostornog usrednjavanja. Rezultat takve obrade ilustriran je na sl. 4.

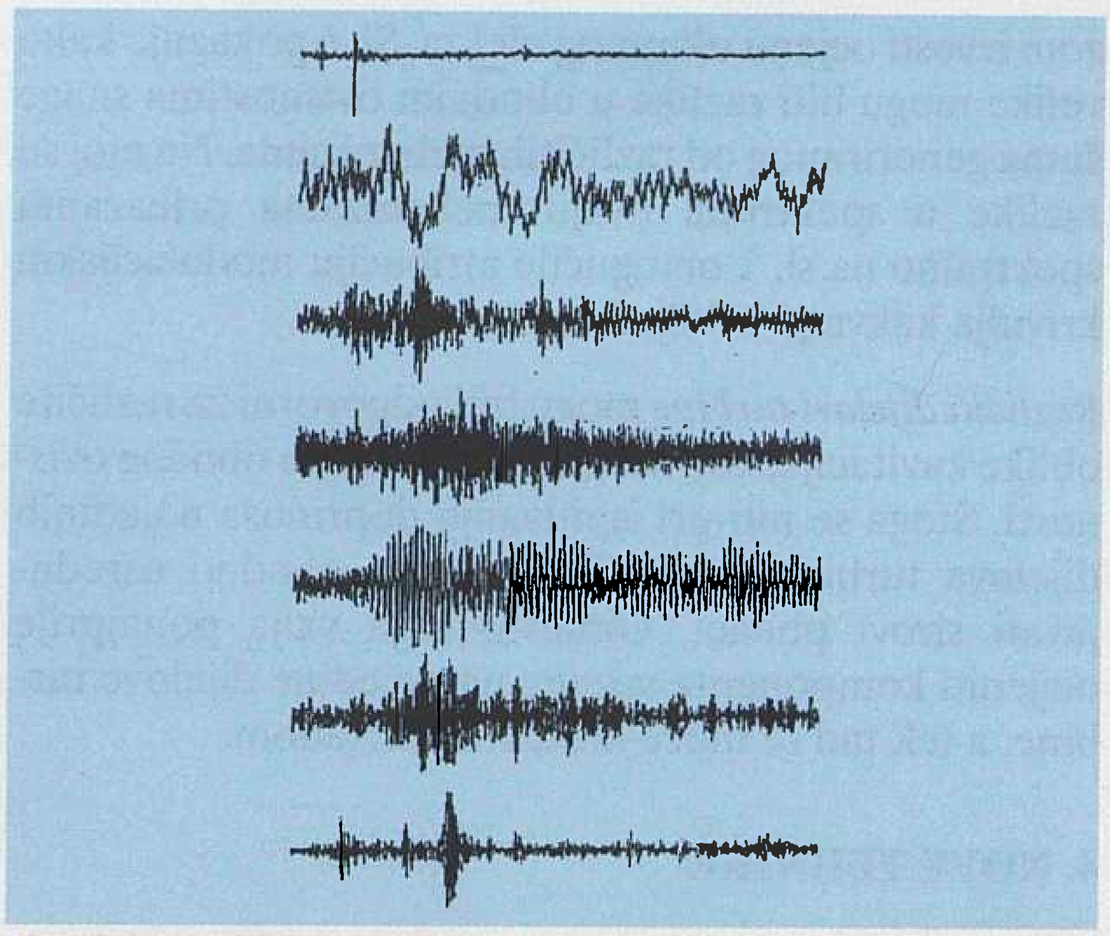
Obodno usrednjene značajke šuma mogu dati reprezentativne ocjene intenziteta erozije samo u slučaju jake kavitacije. U najvećem broju praktičnih slučajeva potrebne su analize s razlučivanjem kutnog položaja rotora (sl. 3 i 4).

Spektralni format rezultata analize modulacije, koji neki autori rabe za opis kavitacije u turbinama [2], ignorira važan dio informacija, zbog inherentnog obodnog usrednjavanja. Treba rabiti i valni oblik modulacije izražen u kutnoj varijabli koja opisuje položaj rotora. Ovo je posebno važno u primjenama koje teže ranom otkrivanju štetnih efekata, za koje je teško očekivati da su jednoliko raspoređeni po rotoru.



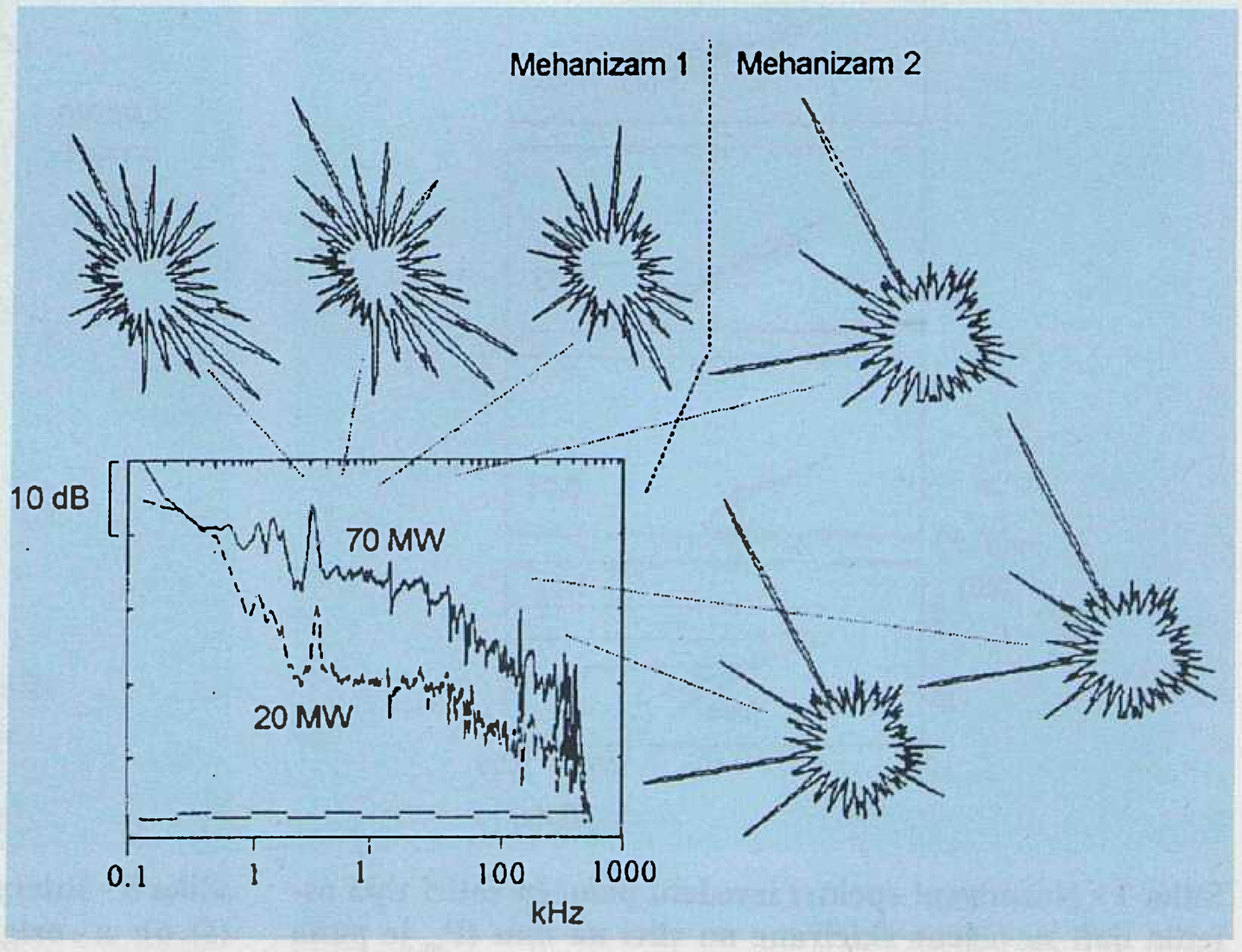
Slika 4 - 'Sintetičko' osjetilo: snaga šuma uzorkovana u 12 položaja oko rotora, usrednjena preko tih položaja (srednja vrijednost krivulja sa sl. 3)

Niskofrekventna osjetila, tj. osjetila koja funkcioniraju samo ispod 0,1 MHz; rezonantna osjetila rabljena kao takva (privlačna radi svoje visoke osjetljivosti); osjetila koja su upotrijebljena kao nerezonantna ali imaju snažno istaknute rezonancije; osjetila montirana na način koji potiče prijem preko neizravnih načina širenja valova od važnih kavitacijskih područja do osjetila; ili osjetila montirana na način koji dio turbinskog kućišta ili lopatu privodnog kola čini kolektorom vibroakustičke energije - sva ova osjetila imaju slijedeće nedostatke: *(i)* ona ne omogućuju dovoljno visoko kutno razlučivanje (sl. 5), potrebno da bi se razlikovali impulsi modulacijskih krivulja poput onih na sl. 3; *(ii)* ona često vode na niži odnos signal-šum (kavitacija-ostalo) nego osjetila što rade na višim frekvencijama; *(iii)* ona najčešće odbacuju važan dio energije šuma, a za nepristranu ocjenu intenziteta kavitacije potrebna je cijela snaga šuma. Zaključak: treba rabiti širokopojasna visokofrekventna osjetila, a način njihova montiranja treba optimirati za planirani tip analize.



Slika 5 - Deset milisekundi dugi vremenski odsječci odziva na izolirani kavitacijski impuls, dobiveni pomoću četiri vrste vibroakustičkih osjetila montiranih u više položaja na turbini. Dok prvi valni oblik - dobiven brzim pretvaračem tlaka montiranim u kućištu turbine na tlačnoj strani - pokazuje gotovo sam neizobličeni direktni val, drugi su odzivi više rezonantni, što zamućuje vremenske i kutne ovisnosti

Više kavitacijskih mehanizama djeluje u turbini istovremeno ili u različitim režimima - tako je to u najvećem broju slučajeva. U takvim su uvjetima ovisnosti o parametrima režima koje se izvode iz obodno usrednjenih podataka fizikalno besmislene. Stoga te ovisnosti valja ispitivati odvojeno za svaku komponentu, a tad sinte-



Slika 6 - Analiza s razlučivanjem frekvencija poput one na sl. 3, primijenjena na (ukupni) signal prikazan na sl. 1 (70 MW), razotkriva jake razlike između dvaju mehanizama koji djeluju u turbini. 20 MW leži ispod praga kavitacije

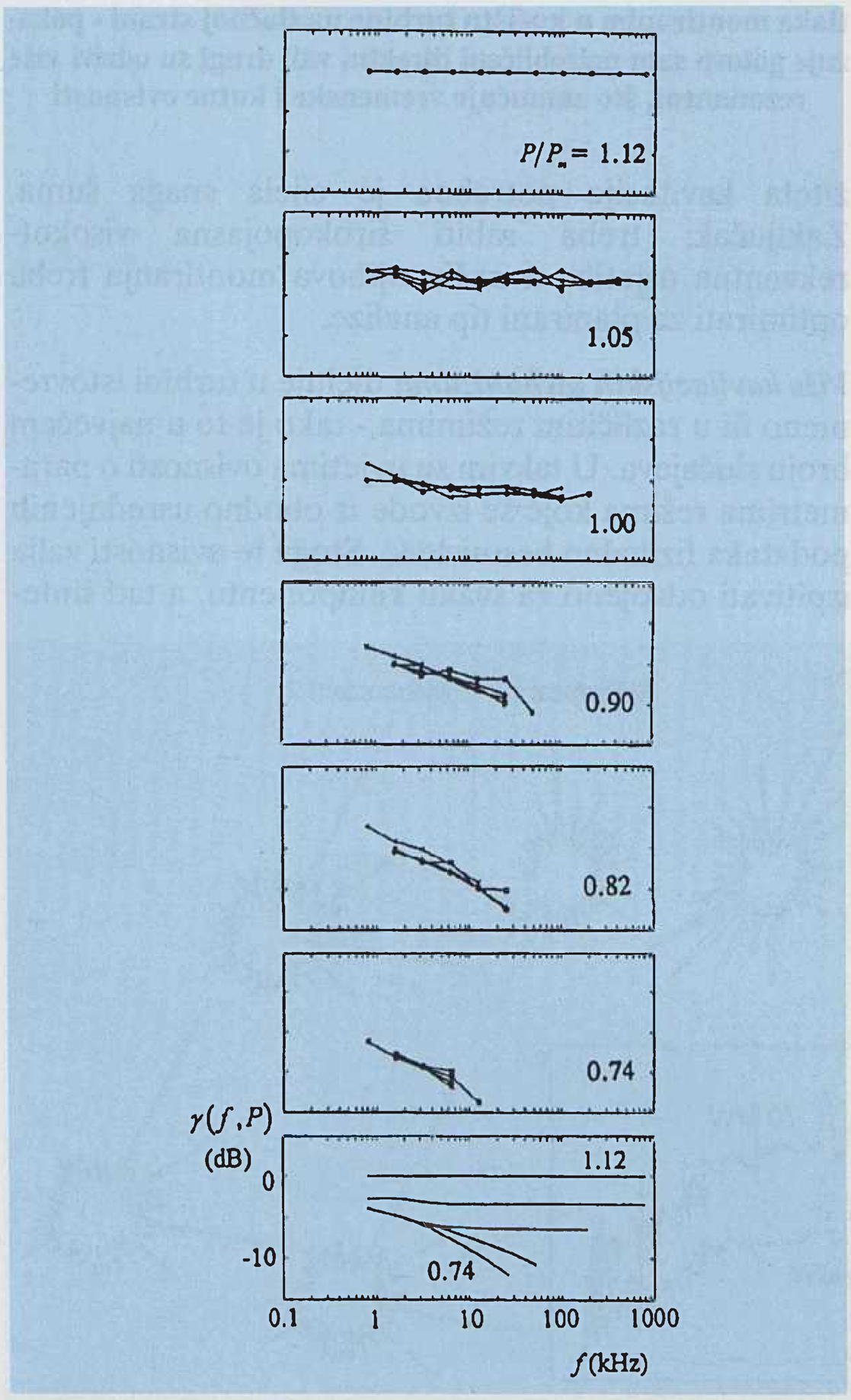
zom izvesti ocjenu ukupnog efekta. Sl. 6 pokazuje kako velike mogu biti razlike u obodnim ovisnostima snage šuma generiranog od različitih mehanizama. Na njoj su razlike u spektrima dvaju mehanizama prikazanih spektralno na sl. 1 omogućile atribuciju modulacijskih krivulja kakva je zabilježena.

Različiti dijelovi turbine mogu biti odgovorni za različite oblike kavitacije, koji mogu imati različite obodne ovisnosti. Stoga se niti pri ispitivanju doprinosa pojedinih dijelova turbine kavitaciji ne smiju obodno usrednjavati sirovi podaci. Umjesto toga valja ponajprije ocijeniti komponente vezane na pojedine dijelove turbine, a tek tad se može nastaviti s obradom.

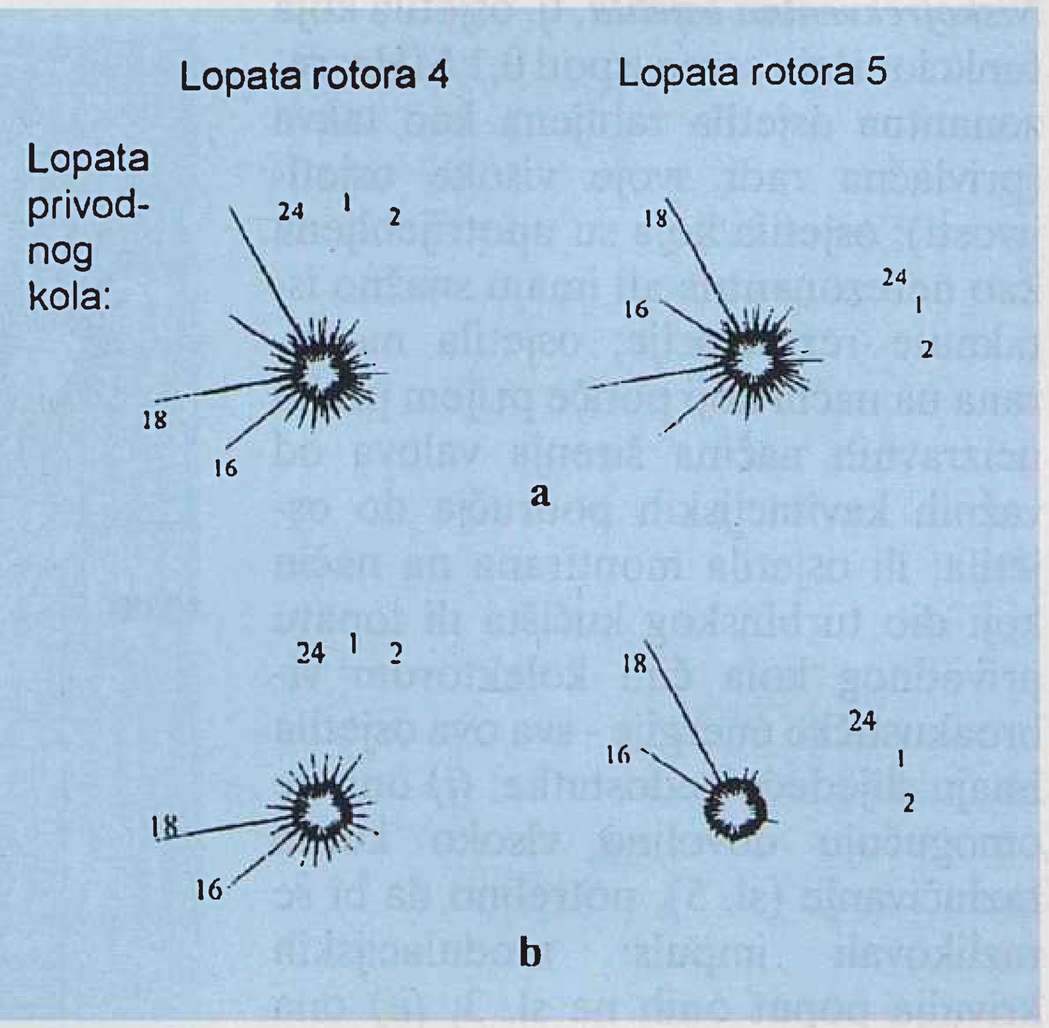
4. NOVE TEHNIKE

Tehnika normiranja spektra zasniva se na činjenici da vibroakustičke karakteristike turbine ne ovise o kavitaciji. Stoga, ako se spektralna gustoća snage šuma, $G(f,P)$, izmjerena pri snazi turbine P, usporedi sa spektrom izmjerenim pri pogodno odabranoj referentnoj snazi, P_0, u dva će spektra efekti uzrokovani vibroakustičkim karakteristikama turbine i osjetila biti isti, pa će njihov odnos - normirani spektar, $\gamma(f,P)=G(f,P)/G(f,P_0)$ - potisnuti za kavitaciju irelevantne podatke i dati čistu ocjenu ovisnosti intenziteta kavitacije o P. Ovo čini različita osjetila podjednako uporabljivim, a i proširuje njihove radne frekvencijske opsege (sl. 7). Međutim, ove korisne posljedice normiranja odnose se samo na srednje spektre, ne nužno i na obodno razlučivanje, tj. na efekte ilustrirane na sl. 5.

Tehnika dekompozicije pritoka omogućuje izdvajanje podataka o kavitaciji iz modulacijskih krivulja poput onih na sl. 3, 4 i 6. Primjer takve dekompozicije prikazan je na sl. 8. Ovdje je jedna od visokofrekventnih krivulja sa sl. 6, koja pripada mehanizmu 2, nacrtana na sl. 8a iznad mreže kutnih položaja što označuju međudjelovanje lopata rotora i lopata privodnoga kola. Razmatraju se dvije od pet lopata rotora, lopate 4 i 5, a za svaku od njih nacrtani su tragovi svih 24 lopata privodnog kola. Podudaranje impulsa modulacijske krivulje s položajem pojedinog para lopata rotora - lopata privodnog kola pokazuje da je poremećaj u strujanju induciran tim parom odgovoran za generiranje tog impulsa. Rezultirajuća dekompozicija ukupne modulacijske krivulje prikazana je na sl. 8b. Dvije lopate rotora bile su dovoljne da iscrpe originalnu krivulju. Slijedi zaključak: lopata rotora broj 4 kavitira razmjerno slabo iza svih lopata privodnog kola, jako međutim samo iza lopata privodnog kola broj 16 i 18. Lopata rotora broj 5 značajno kavitira samo iza lopata privodnog kola broj 16 i 18. Dakle, od 5 lopata rotora i 24 lopate privodnog kola, kavitiraju samo dvije lopate



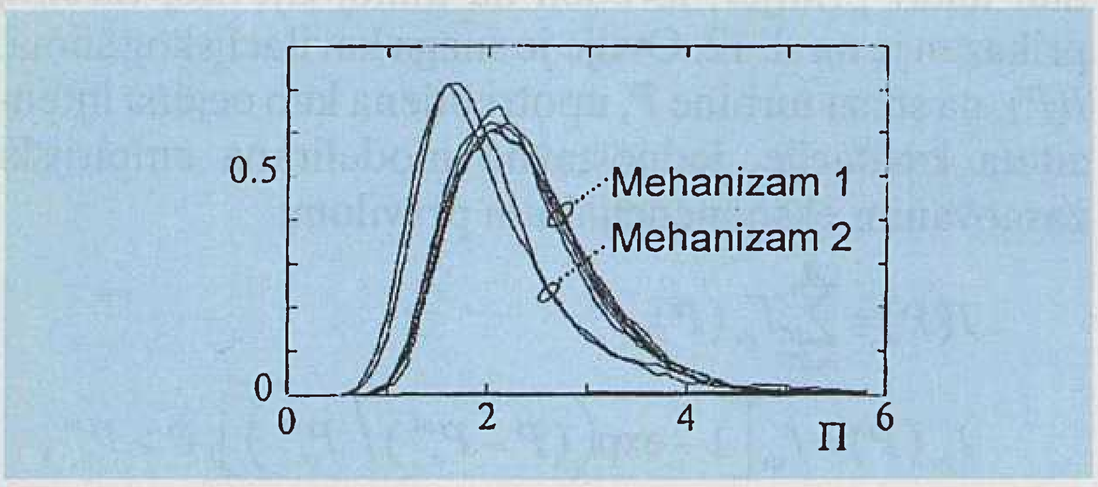
Slika 7 - Normirani spektri izvedeni pomoću četiri tipa osjetila dali su ocjene skicirane na slici na dnu (P_m je puna snaga turbine). Pojedinačne ocjene (krivuljice na slikama za pojedine snage) odstupaju od ovih samo po nekoliko decibela



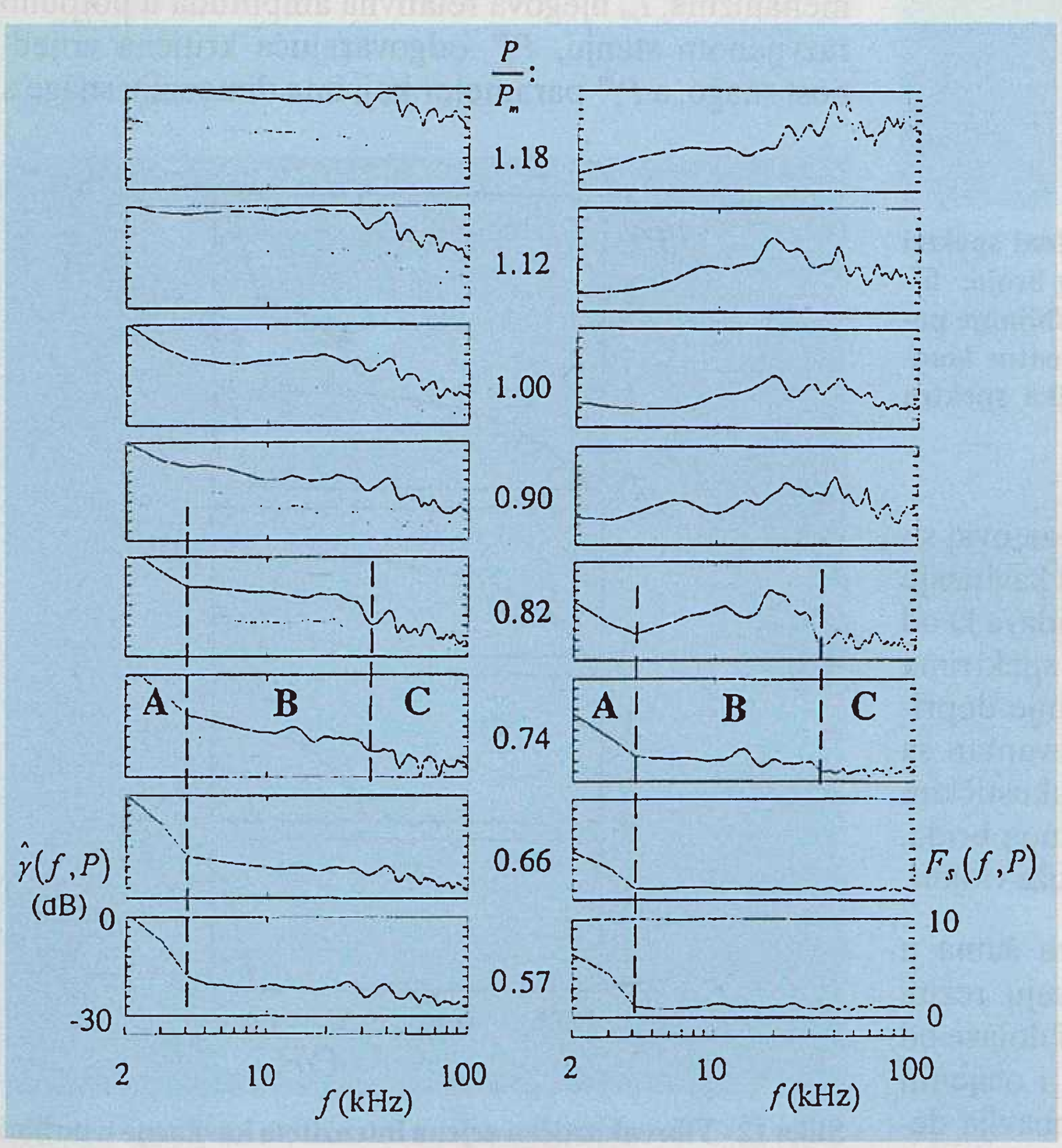
Slika 8 - Interpretacija modulacijske krivulje mehanizma 2 (sl. 6): a - originalna krivulja, b - komponente koje opisuju doprinose dviju lopata rotora. Dijagnostički rezultat: samo dvije od pet lopata rotora i samo dvije od 24 lopate privodnog kola su odgovorne za snažnu kavitaciju

rotora u međudjelovanju sa samo dvije lopate privodnog kola. Vibroakustičkom se dijagnostikom ne može ustanoviti razlog ove neujednačenosti kavitacijske kvalitete dijelova turbine. (Više je mogućih: greška u obliku lopata, odstupanja u kutu lopata, oštećenja izazvana korozijom, erozijom ili prolaskom nekog tvrdog predmeta). Razlog se, međutim, može utvrditi pri remontu usporedbom lopata 4 i 5 rotora i lopata 16 i 18 privodnog kola s onima koje ne donose probleme - s preostale tri lopate rotora i 22 lopate privodnog kola.

Razdioba vršnog faktora (odnosa vršne i efektivne vrijednosti signala) opisuje impulsni karakter kavitacijskog šuma, pa omogućuje razlikovanje kavitacije i pozadinskog šuma te razlikovanje pojedinih kavitacijskih mehanizama (sl. 9).



Slika 9 - Funkcija gustoće vjerojatnosti vršnog faktora, π, ocijenjena na više vrijednosti snage turbine, omogućuje razlikovanje dvaju kavitacijskih mehanizama sa sl. 1 i 6



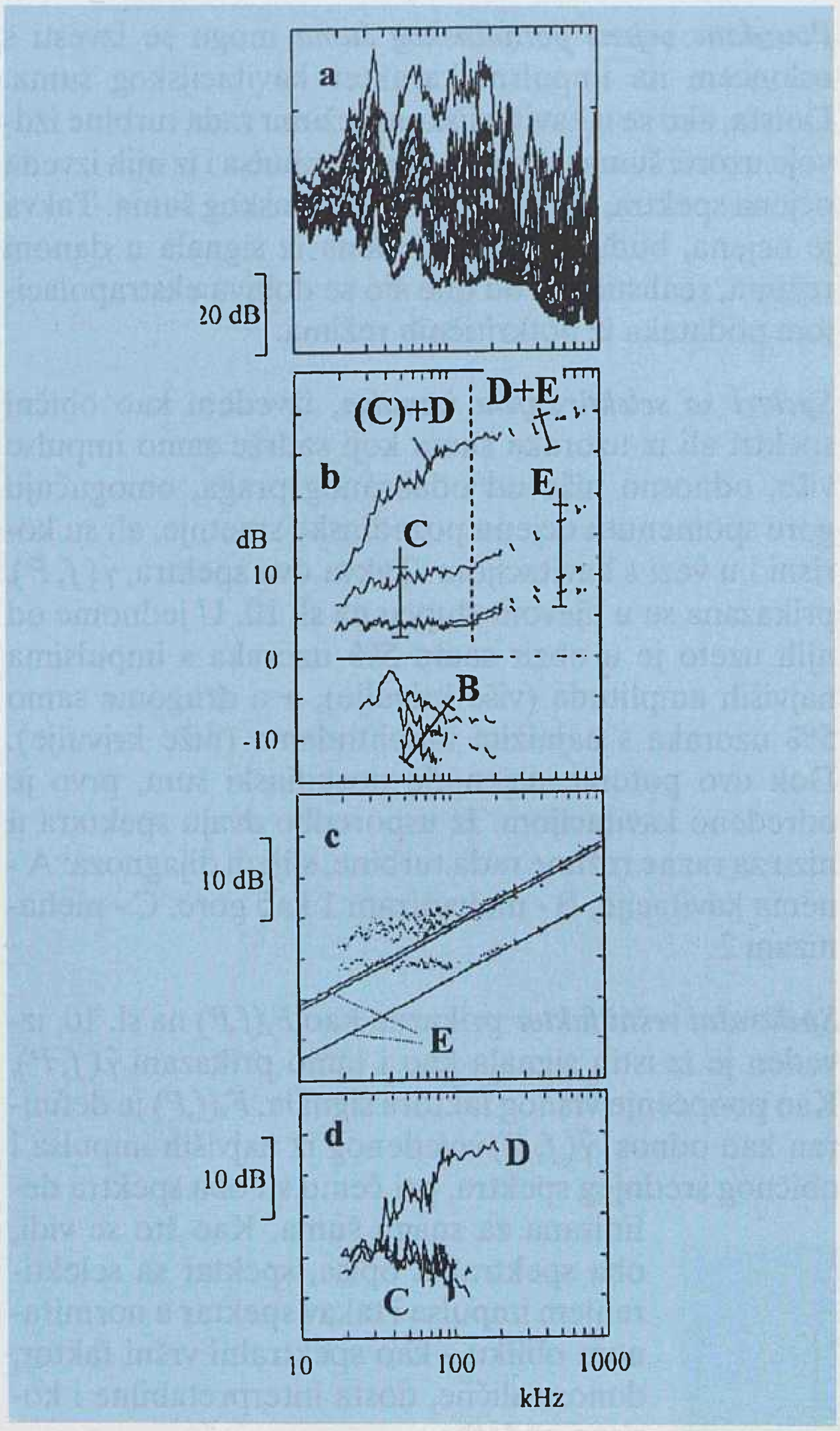
Slika 10 - Spektri sa selektiranjem impulsa (lijevo) i spektralni vršni faktor (desno), izvedeni iz istih signala, uzorkovanih na snazi *P*. B i C su identificirani kao mehanizmi 1 i 2 opisani na sl. 1, 6 i 9

Pouzdane ocjene pozadinskog šuma mogu se izvesti s osloncem na impulsni karakter kavitacijskog šuma. Doista, ako se u kavitacijskom režimu rada turbine izdvoje uzorci šuma u kojima nema impulsa i iz njih izvede ocjena spektra, bit će to opis pozadinskog šuma. Takva je ocjena, budući da je izvedena iz signala u danom režimu, realističnija od one što se dobiva ekstrapolacijom podataka iz potkritičnih režima.

Spektri sa selektiranjem impulsa, izvedeni kao obični spektri ali iz uzoraka šuma koji sadrže samo impulse više, odnosno niže od odabranog praga, omogućuju gore spomenutu ocjenu pozadinske smetnje, ali su korisni i u vezi s kavitacijom. Takva dva spektra, $\hat{\gamma}(f,P)$, prikazana su u lijevom stupcu na sl. 10. U jednome od njih uzeto je u obzir samo 5% uzoraka s impulsima najviših amplituda (više krivulje), a u drugome samo 5% uzoraka s najnižim amplitudama (niže krivulje). Dok ovo potonje ocjenjuje pozadinski šum, prvo je određeno kavitacijom. Iz usporedbe dvaju spektara u nizu za razne režime rada turbine, slijedi dijagnoza: A - nema kavitacije, B - mehanizam 1 kao gore, C - mehanizam 2.

Spektralni vršni faktor prikazan kao $F_s(f,P)$ na sl. 10, izveden je iz istih signala kao i tamo prikazani $\hat{\gamma}(f,P)$. Kao poopćenje vršnog faktora signala, $F_s(f,P)$ je definiran kao odnos $\hat{\gamma}(f,P)$ izvedenog iz najviših impulsa i običnog srednjeg spektra, pri čemu su oba spektra definirana za snagu šuma. Kao što se vidi, oba spektralna opisa, spektar sa selektiranjem impulsa i takav spektar u normiranom obliku - kao spektralni vršni faktor, donose slične, dosta interpretabilne i korisne podatke.

Praćenje spektra je daljnja tehnika za identifikaciju kavitacijskih mehanizama. U njoj se, u raznim režimima rada turbine, traže sličnosti u obliku srednjih spektara i obliku malih varijacija u spektru, koje se brzo mijenjaju po frekvenciji. Može se pokazati da ove druge opisuju razlike u prijenosnim funkcijama, tako da sličnosti nađene u nekom frekvencijskom opsegu i opsegu parametara režima upućuju na zajedničku lokaciju izvora šuma, tj. kavitacijskog mehanizma. Takvom analizom u ravnini frekvencija šuma - kavitacijski broj, identificirana su četiri različita mehanizma na modelu Francisove turbine, na kojem je proveden pokus prikazan na sl. 11. Ova slika prikazuje nastavak dijagnostičkog postupka - identifikaciju spektralnih komponenti. Ovdje su za dva (C i E) od četiri identificirana mehanizma (B, C, D, E) ocijenjeni spektri. Dalje, nađeno je da se spektar pri kavitacijskom broju 0,07 (D na slici d) jako razlikuje od dru-



Slika 11 - Dekompozicija spektara: a - neobrađeni spektri šuma izmjereni na više vrijednosti kavitacijskog broja; b - ovi spektri normirani na spektar na pragu uz odbijanje pozadinskog šuma; c - prepoznavanje visokofrekventne komponente (mehanizam E); d - ocjenjivanje oblika spektra komponente C=Ukupni-E

gih. Uz korištenje nekih daljnjih sredstava, za ovaj su slučaj izvedeni sljedeći zaključci: C dolazi od kavitacije u vrtlogu glavine, E od kavitacije izlaznog brida, a D od kavitacije ulaznog brida. Razlike u spektrima omogućile su ocjenu a potom i odračunavanje doprinosa kavitacije vrtloga glavine, koji je irelevantan sa stajališta erozije. Također je vibroakustičkim sredstvima uspješno opisana kavitacija ulaznog brida, koja se zbog nepovoljnog oblika rotora ne može vidjeti.

Empirijsko modeliranje. Praćenjem spektara šuma u njihovoj ovisnosti o parametrima što opisuju režim rada turbine mogu se razlučiti doprinosi koji dolaze od različitih kavitacijskih mehanizama pa čak i ocijeniti oblik njihovih spektara. Na ovaj se način obavlja dekompozicija mjerenih spektara. Pri tome se komponente snage šuma generirane od različitih mehanizama mogu smatrati aditivnima.

Više je sredstava za prepoznavanje komponenti i ocjenu njihovih spektara. Interpretacija zabilježena na sl. 1 dobivena je, primjerice, uspoređivanjem niskofrekventnih dijelova spektara na nizu vrijednosti snage i takvim uspoređivanjem visokofrekventnih dijelova. Ovo je pokazalo podudaranje oblika grupa spektara unutar izvjesnih intervala snage i frekvencije. Tako su određeni oblici spektara mahanizama, njihova ovisnost o snazi i intervali snage u kojima ti mehanizmi funkcioniraju.

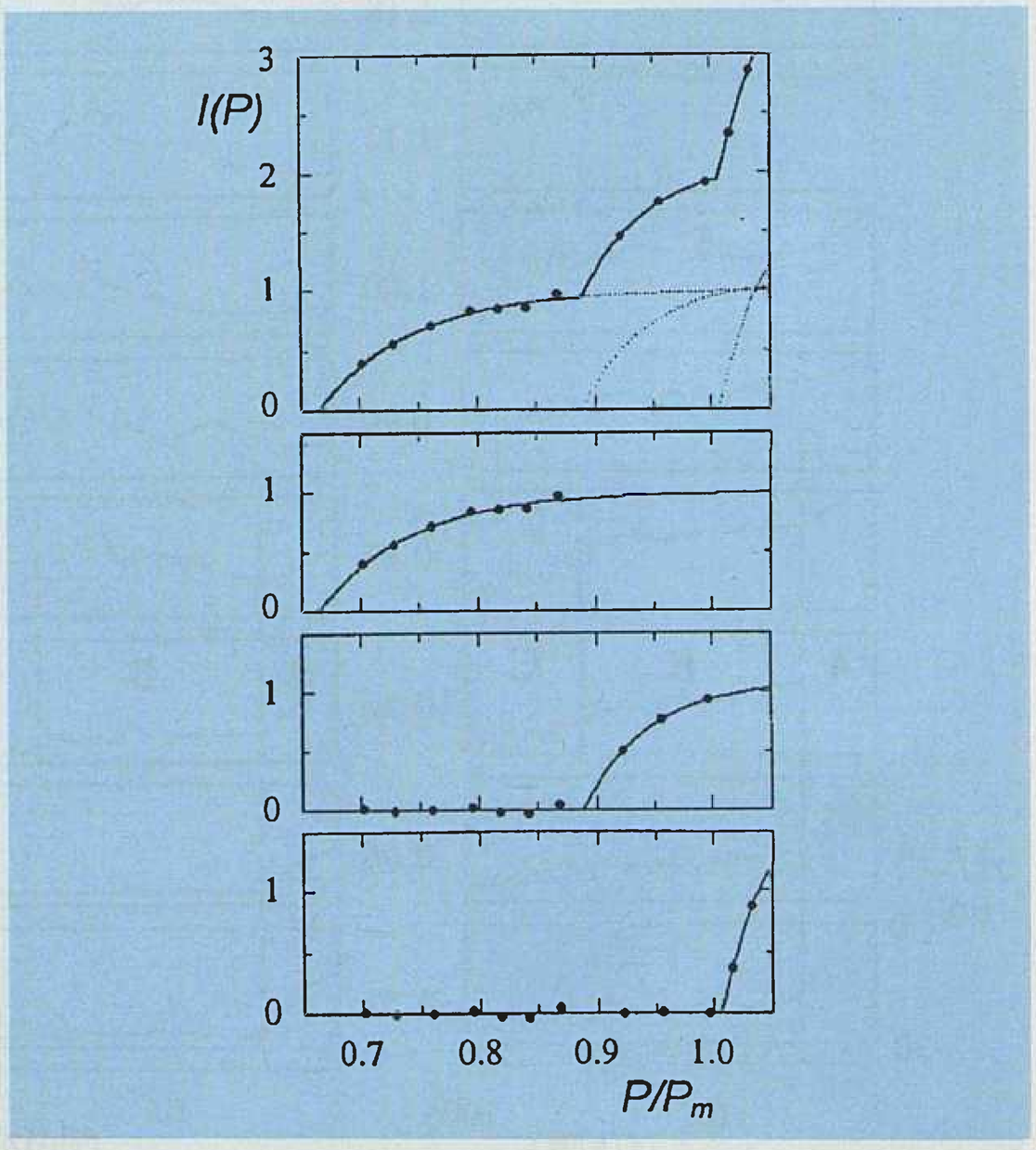
Mehanizmi se mogu razlikovati i preko modulacijskih krivulja (sl. 6), razdiobe šiljaka šuma (sl. 9), preko složenijih spektralnih opisa (sl. 10), ili pak posve nesistematično, čisto empirijskim zaključivanjem (pravci na sl. 11 koji opisuju mehanizam E). Empirijski pristup često daje i dosta pouzdane kvantitativne podatke. Jedan takav primjer, izveden na maloj cijevnoj turbini, prikazan je na sl. 12. Ovdje je snaga kavitacijskog šuma, $I(P)$, na snazi turbine P, upotrebljena kao ocjena intenziteta kavitacije, jednostavno modelirana empirijski zasnovanim eksponencijalnim pravilom:

$$I(P)=\sum_{m=1}^{M} I_m(P),$$

$$I_m(P)=I_m\left[1-\exp\left((P-P_c^m)/P_s^m\right)\right], P>P_c^m,$$

$$I_m(P)=0, \qquad P<P_c^m.$$

Tu je M broj mehanizama, M=3, $I_m(P)$ je opis m-tog mehanizma, I_m njegova relativna amplituda u potpuno razvijenom stanju, P_c^m odgovarajuća kritična vrijednost snage, a P_s^m parameter koji ima dimenziju snage a



Slika 12 - Vibroakustička ocjena intenziteta kavitacije u turbini razotkriva postojanje triju kavitacijskih mehanizama, koji se mogu jednostavno modelirati. Intenzitet je normiran na onaj od prvog mehanizma u potpuno razvijenom stanju

specificira brzinu rasta intenziteta mehanizma. U razmatranom slučaju, nađena je daljnja pravilnost: parametri P_s^m triju mehanizama nisu nezavisni nego zadovoljavaju relaciju

$$P_s^m = P_0^2 / P_c^m ,$$

u kojoj je P_o konstanta. Ova osobitost procesa je interpretirana kako slijedi: sva tri mehanizma imaju istu fizikalnu prirodu, a razlikuju se samo po kvantitativnim detaljima. Na sl. 12, na gornjem je dijagramu punom crtom prikazan ukupni efekt, a tamo nacrtane točke su izmjerene vrijednosti. Tri donje slike prikazuju modele mehanizama zajedno s njihovim eksperimentalnim ocjenama. Ove su dobivene sukcesivnim odbijanjem vrijednosti koje predviđaju modeli od eksperimentalnih ocjena.

5. PREPORUČLJIVI MJERNI POSTUPAK

Pouzdana i informativna dijagnoza kavitacije u turbini može se dobiti sljedećim akcijama:

1. Integrirati analizu u četiri domene - frekvencija šuma, kutni položaj rotora, položaj osjetila, parametri koji opisuju režim rada turbine. Pri tome treba osigurati dovoljno široko pokrivanje frekvencije i drugih varijabli.
2. Postupak treba biti višedimenzionalan, a ne serija koraka ograničenih na jednu domenu a bez razlučivanja u drugima.
3. Zasnovati analizu na empirijskim modelima da bi se rasvijetlile veze, ove konstruirati iterativno.
4. Rabiti pouzdane ocjene pozadinskog šuma zasnovane na spektrima sa selekcijom impulsa.
5. Nakon što su identificirani različiti kavitacijski mehanizmi, obraditi ih izdvojeno, pa tad rezultate kombinirati u ocjenu ukupnog efekta.
6. Postupiti slično u vezi s kavitacijom vezanom na razne dijelove turbine.
7. Kvantificirati kavitacijske mehanizme ili uloge dijelova turbine koristeći ocjene cijelih, na njih vezanih spektara, usrednjenih preko skupa reprezentativnih položaja osjetila.

6. SUGESTIJE ZA PRAKSU U ELEKTRANAMA

Najprije napraviti dijagnostička ispitivanja po mjeri, da bi se izvela pouzdana i detaljna dijagnoza kavitacijskih karakteristika turbine, te razotkrile i kvantificirale pojedinosti i specifičnosti turbine.

Potom, u skladu s ovim nalazima, organizirati ili reprogramirati sustav za monitoring. Uključiti u njega odgovarajući oblik tehnike dekompozicije pritoka da bi se postigla visoka osjetljivost i informativnost pri ranoj detekciji štetnih efekata.

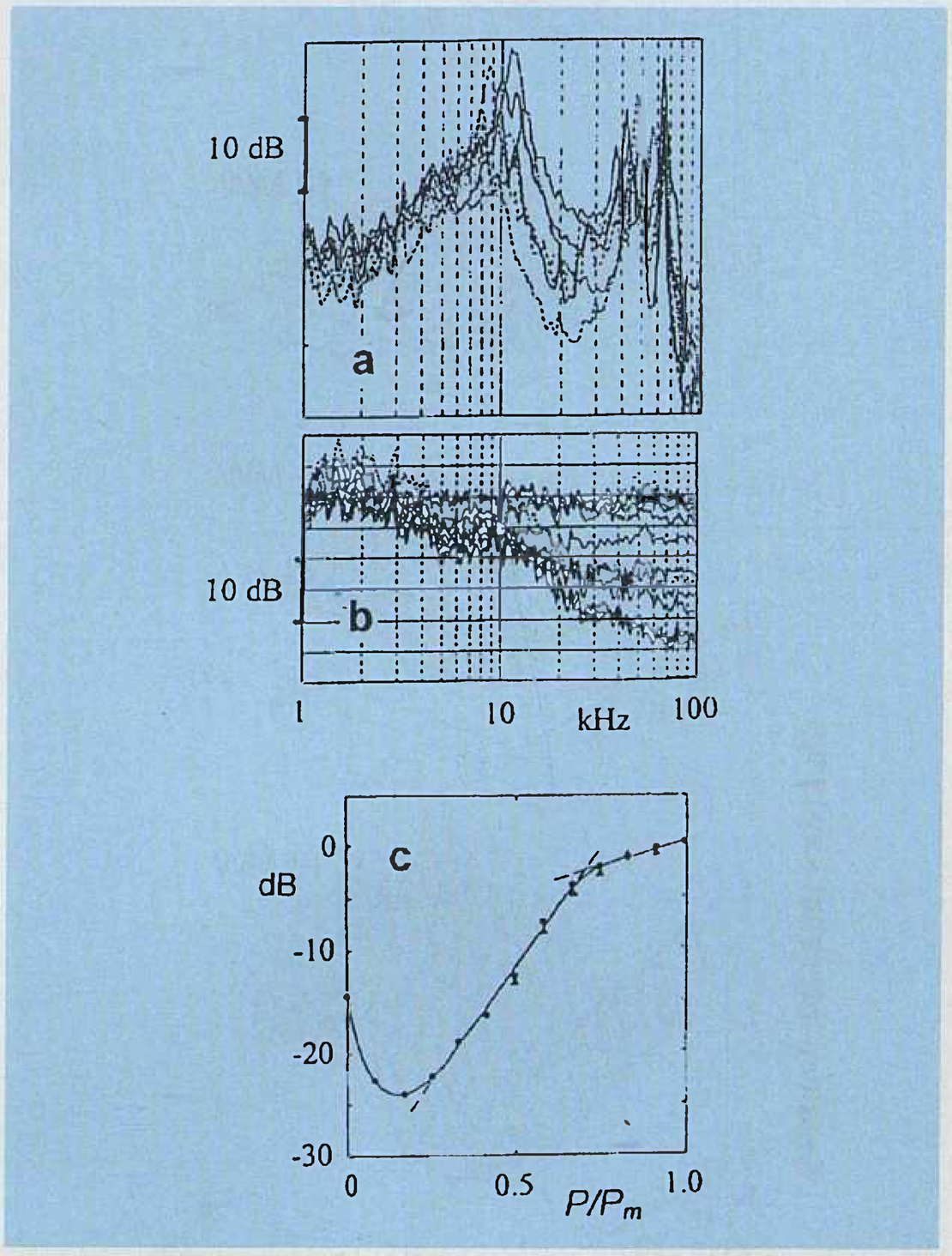
Ponoviti detaljno ispitivanje periodično i kad monitoring pokaže anomalije. Te ponovljene akcije treba zasnivati na modelima razvijenim u prethodnim koracima.

7. KRAJNJI PRAKTIČNI REZULTATI

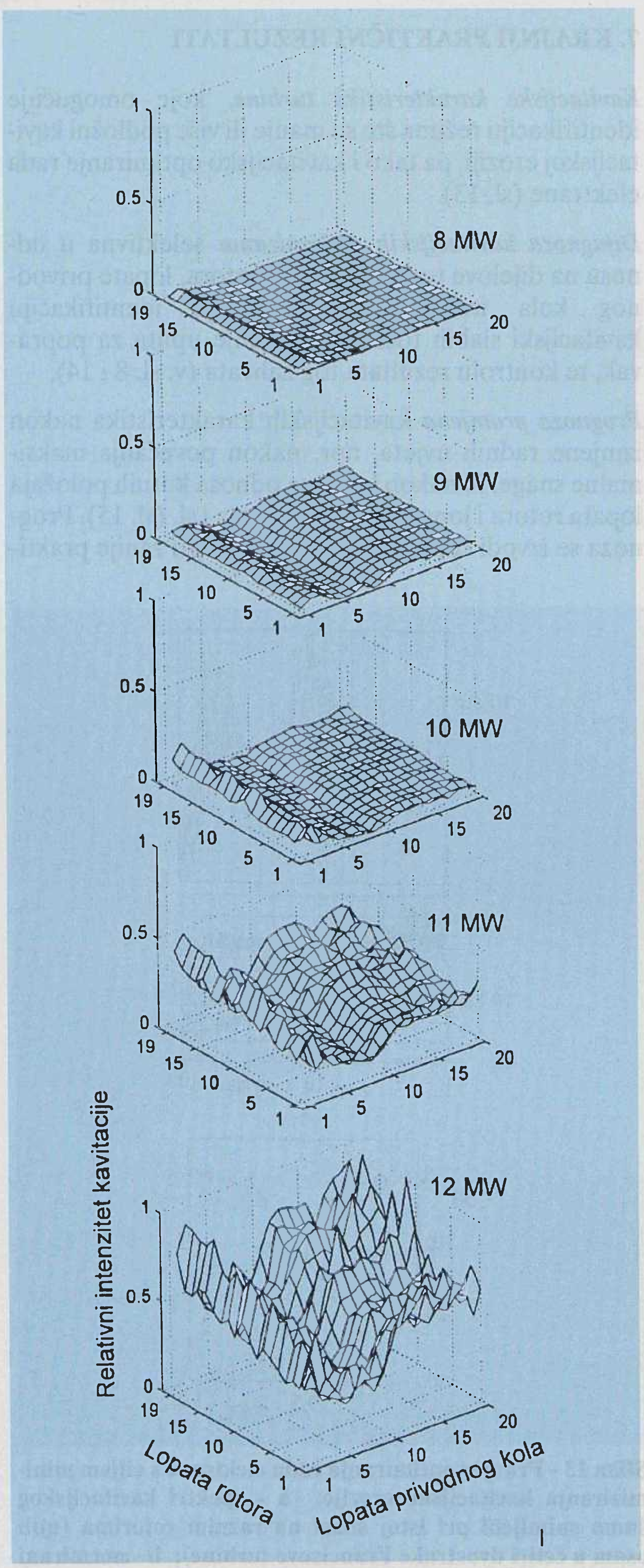
Kavitacijske karakteristike turbine, koje omogućuje identifikaciju režima što su manje ili više podložni kavitacijskoj eroziji, pa tako i kavitacijsko optimiranje rada elektrane (sl. 13).

Dijagnoza kavitacijskih mehanizama selektivna u odnosu na dijelove turbine (lopate rotora, lopate privodnog kola itd.). Ovo omogućuje identifikaciju kavitacijski slabih točaka, izvođenje uputa za popravak, te kontrolu rezultata tog zahvata (v. sl. 8 i 14).

Prognoza promjena kavitacijskih karakteristika nakon izmjene radnih uvjeta, npr. nakon povećanja maksimalne snage, ili nakon izmjene odnosa kutnih položaja lopata rotora i lopata privodnog kola i sl. (sl. 15). Prognoza se izvodi iz podataka dobivenih pri ranije prakti-

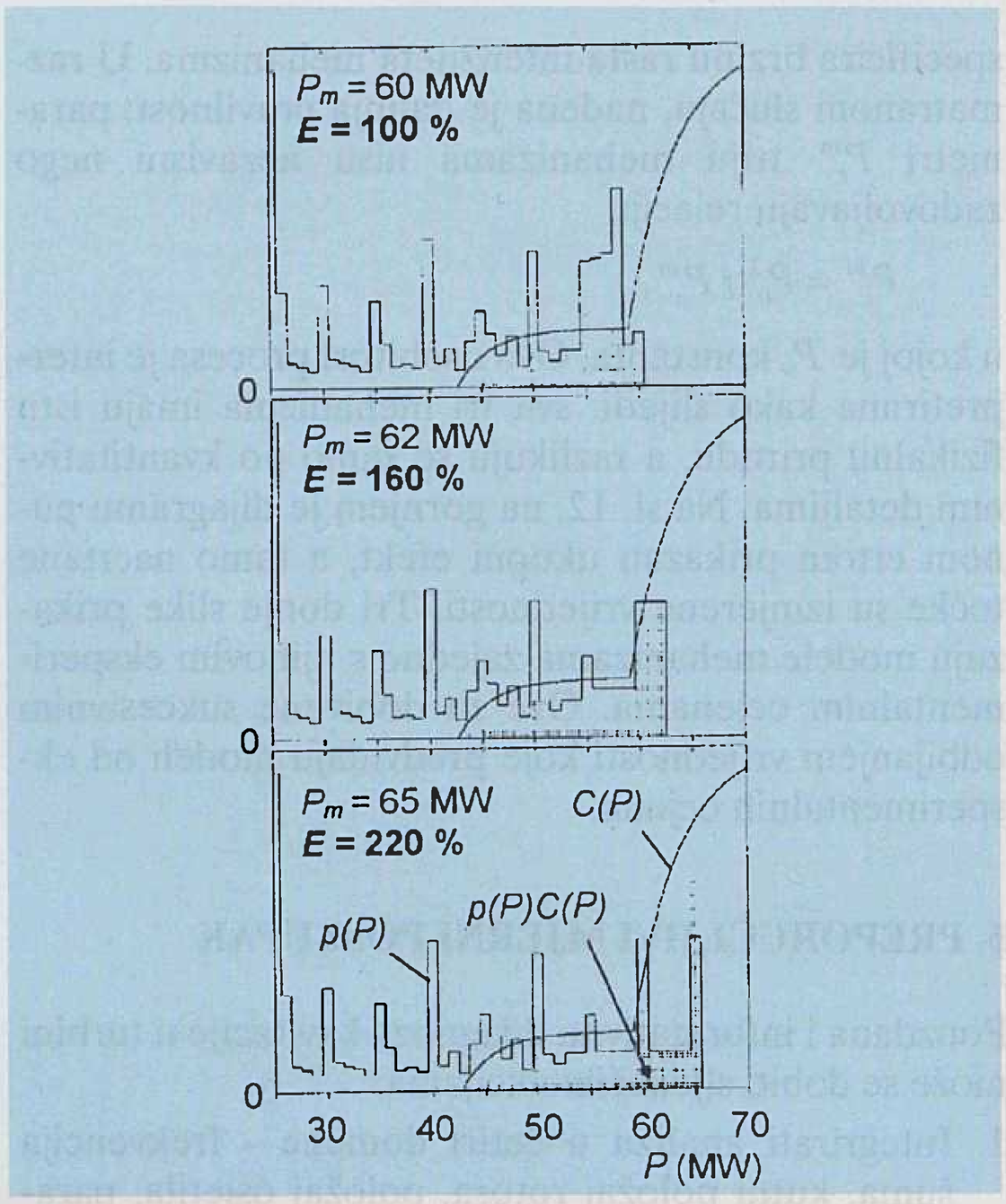


Slika 13 - Primjer optimiranja rada elektrane s ciljem miniziranja kavitacijske erozije: a - spektri kavitacijskog šuma snimljeni pri istoj snazi na raznim rotorima (njih osam u četiri dvostruke Francisove turbine); b - normirani spektri dobiveni na jednome od rotora a pri raznim snagama; c - kavitacijske karakteristike tog rotora izvedene iz normiranih spektara (intenzitet kavitacije u ovisnosti o snazi turbine; dvije vrste točaka označuju ocjene izvedene pomoću dvaju tipova osjetila). Nagla promjena nagiba kavitacijske karakteristike otkriva prag erozivnog mehanizma. Iako nominalno identični, osam rotora bili su kavitacijski jako različiti (v. sliku a), a i kritične vrijednosti snage su im se razlikovale. Ovo je omogućilo optimiranje razdiobe opterećenja u sezoni s manje vode, kad se puni kapacitet elektrane ne može iskoristiti



Slika 14 - Primjer kontrole kavitacijske uravnoteženosti turbine. Višedimenzionalna analiza omogućila je nezavisnu ocjenu intenziteta kavitacije na svakome od 380 parova lopata (19 lopata rotora, 20 lopata privodnog kola) u Francisovoj turbini snage 17 MW. Na ovom se prikazu početka i razvoja kavitacije razabiru značajne razlike među dijelovima turbine

ciranim režimima rada turbine i u ranijem njenom stanju, ali su ponekad potrebne i vrlo kratke simulacije novih režima i stanja.

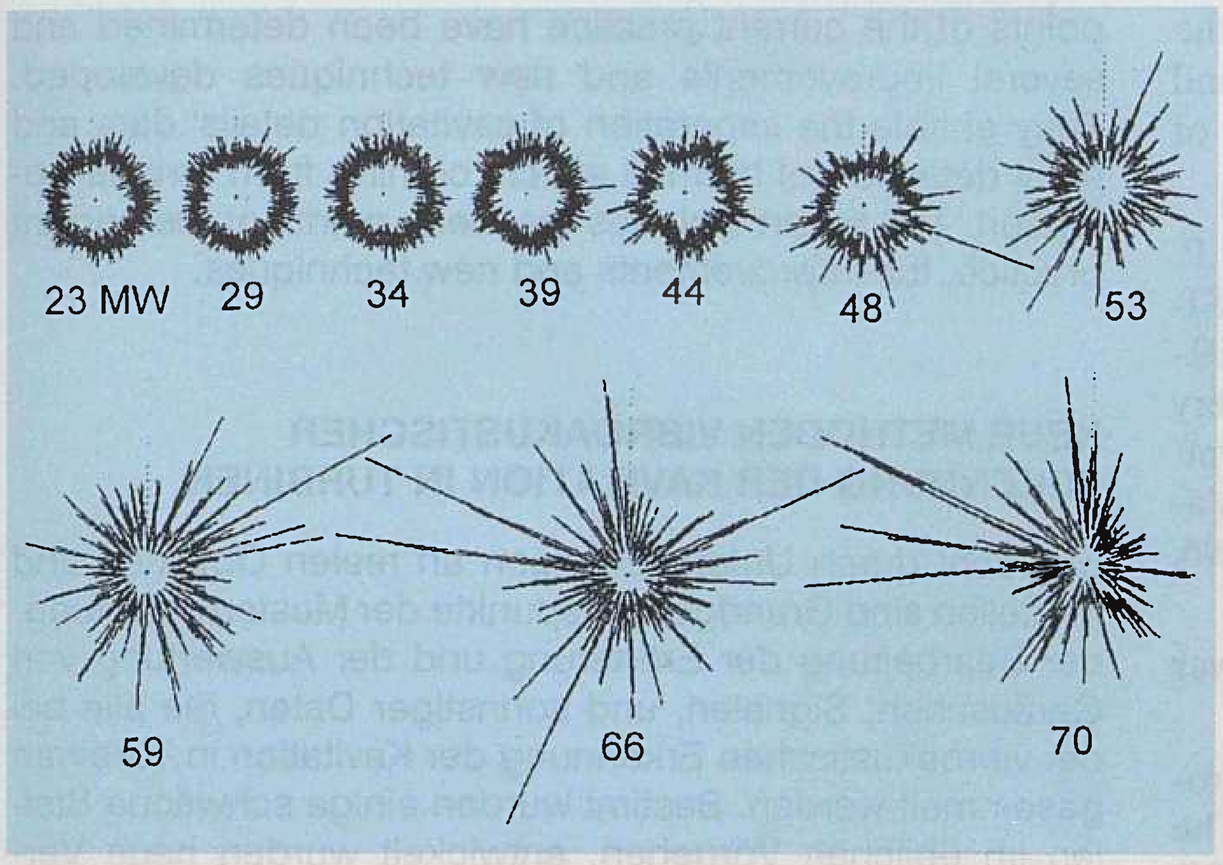


Slika 15 - Primjer prognoze erozije. Kaplanovoj turbini maksimalne snage, P_m, od 60 MW trebalo je dići snagu na 62 ili 65 MW. Nekalibrirana ocjena brzine kavitacijske erozije, $C(P)$, izvedena vibroakustički u ovisnosti o snazi turbine, P, kombinirana s aktualnom godišnjom statistikom snage, $p(P)$, prikazanom na gornjoj slici, kalibrirana je za zatečenu ukupnu eroziju, $E \sim \int p(P)C(P)dP$, od $E=100\%$. Planirane strategije korištenja snage nakon dizanja maksimalne snage turbine, prikazane u druge dvije slike, dale su tad zabilježene ocjene promjena ukupne erozije. Za dva dijela krivulje $C(P)$ utvrđeno je da opisuju dva mehanizma identificirana na sl. 1. Na višim snagama dolazi mehanizam 2, čije je podrijetlo protumačeno na sl. 8. Dakle se predviđeni strmi rast brzine erozije može spriječiti, tako da se nakon povećanja snage može očekivati praktično nulta promjena erozije, umjesto 160% ili 220%, što je predviđeno za dano stanje turbine

Algoritam rada selektivnog monitoring sustava po mjeri. Sustav se zasniva na uvidu u detalje i posebnosti kavitacije u danoj turbini a uključuje selektivnost u odnosu na dijelove turbine. To mu osigurava povećanu pouzdanost i informativnost rezultata, te visoku osjetljivost pri ranoj detekciji štetnih efekata (sl. 16).

8. ZAKLJUČAK

Najjednostavniji a često rabljeni način izvođenja vibroakustičke dijagnoze kavitacije u turbinama - jedan položaj osjetila, razina šuma u izvjesnom frekvencijskom opsegu kao estimator - može dati pogrešne rezultate. Studija problema uzorkovanja, obrade, analize i interpretacije vibroakustičkih podataka, zasnovana na višegodošnjem autorovom istraživanju i ispitivan-



Slika 16 - Na svakoj snazi turbine, krivulja modulacije kavitacijskog šuma sadrži podatke o detaljima kavitacije; ovdje je prikazan primjer jedne Kaplanove turbine. Promjene u kavitaciji, do kojih dolazi zbog porasta hrapavosti uzrokovanog abrazijom ili erozijom, te zbog oštećenja na dijelovima turbine u doticaju s vodom, odražavaju se kao novi šiljci ili promjene u postojećim šiljcima. Čak ako se te promjene teško uočavaju u srednjim vrijednostima, one se lako otkrivaju u krivuljama s razlučivanjem kutnog položaja rotora. Ovo je jedan od inovativnih načina za povećanje osjetljivosti monitoringa, koji ovaj uz to čini i informativnijim

jima u naravi i modelskim ispitivanjima, razotkrila je ovu i neke daljnje slabe točke dijagnostičke prakse. Ta studija, čiji su osnovni rezultati prikazani u ovome radu, rezultirala je u potrebnim poboljšanjima postojećih dijagnostičkih postupaka, kao i u više novih dijagnostičkih tehnika. Postizivi krajnji rezultati idu od opisivanja kavitacije koja se, primjerice na nekim dijelovima Francisovih rotora, ne vidi pri modelskim ispitivanjima, do rane detekcije štetnih efektata što dolaze tijekom eksploatacije turbine, te uvida u detalje kavitacijskih mehanizama u njoj. Postupci mjerenja, analize i interpretacije moraju biti višedimenzionalni, te osigurati razlučivanje po frekvenciji šuma, kutnom položaju rotora, položaju osjetila i varijablama što opisuju režim rada turbine.

Zahvala

Autor se zahvaljuje Stjepanu Mačkoviću, dipl. ing., za kritičke primjedbe na početni tekst rada. Istraživanje je rađeno u sklopu jednog projekta Turboinštituta, Ljubljana, Slovenija, projekta KRO ENG 1 financiranog od Ministarstva istraživanja i tehnologije Njemačke, te projekata 2-05-408 i 01920302 financiranih od Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske. Autor je zahvalan na ovoj potpori.

LITERATURA

[1] P. BOURDON, R. SIMONEAU i F. AVELLAn, u: "Bubble Noise and Cavitation Erosion in Fluid Systems", Proceedings of the ASME Symposium, New Orleans, Louisiana, USA, American Society of Mechanical Engineers, 1993, FED-Vol. 176, 51-67.

[2] M. FARHAT, P. BOURDON, P. LAVIGNE i R. SIMONEAU, u: "Proceedings of the ASME Fluids Engineering Division Summer Meeting", Vancouver, Canada, American Society of Mechanical Engineers, 1997, Vol. FEDSM'97.

[3] P. A. ABBOT, u: "Proceedings of the International Symposium on Cavitation Noise and Erosion in Fluid Systems", San Francisco, California, USA, American Society of Mechanical Engineers, FED-Vol. 88, 1989, 55-61.

[4] P. A. ABBOT I D. W. MORTON, u: "Hydroacoustics Facilities, Instrumentation and Experimental Techniques, Proceedings of the ASME Annual Meeting", Atlanta, Georgia, USA, American Society of Mechanical Engineers, NCA-Vol. 10, 1991, 75-84.

[5] J.-F. GÜLICH, "Technische Rundschau Sulzer", No. 1, 1992, 30-35.

[6] W. Knapp, Ch. Schneider i R. Schilling, u: Cavitation, Proceedings of the I Mech E International Conference, Robinson College, Cambridge, 1992, C453/048, 271-275.

[7] B. BAJIĆ i A. KELLER, u: "Proceedings of the International Symposium on Cavitation CAV'95, Deauville", France, DCN Bassin d'Essais des Carčnes, 1995, 7-13; also: Transactions of the ASME - Journal of Fluids Engineering, 118(1996)756-761.

[8] M. FARHAT, P. BOURDON i P. LAVIGNE, u: "Proceedings of the Conference Modelling", Testing & Monitoring for Hydro Powerplants II, Lausanne, Switzerland, The International Journal on Hydropower & Dams, 1996, 151-160.

[9] C. VIZMANOS, E. EGUSQUIZA i E. JOU, u: "Proceedings of the Conference Modelling", Testing & Monitoring for Hydro Powerplants II, Lausanne, Switzerland, The International Journal on Hydropower & Dams, 1996, 161-168.

[10] B. BAJIĆ, u: "Proceedings of the Conference Modelling, Testing & Monitoring for Hydro Powerplants II", Lausanne, Switzerland, The International Journal on Hydropower & Dams, 1996, 169-178.

[11] M. KAYE, A. HOLENSTEIN, PH. DUPONT i J. RETTICH, u: "Proceedings of the Conference Modelling, Testing & Monitoring for Hydro Powerplants II", Lausanne, Switzerland, The International Journal on Hydropower & Dams, 1996, 179-188.

[12] P. BOURDON, M. FARHAT, R. SIMONEAU, F. PEREIRA, P. DUPONT, F. AVELLAN i J.-M. DOREY, u: Hydraulic Machinery and Cavitation: "Proceedings of the XVIII IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Cavitation", Valencia, Spain, Polytechnic University of Valencia, 1996, Vol. 1, 534-543.

[13] J.-M. DOREY, E. LAPERROUSAZ, F. AVELLAN, P. DUPONT, R. SIMONEAU i P. BOURDON, u: "Hy-

draulic Machinery and Cavitation: Proceedings of the XVIII IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Cavitation", Valencia, Spain, Polytechnic University of Valencia, 1996, Vol. 1, 564-573.

[14] PH. DUPONT, J.-F. CARON, F. AVELLAN, P. BOURDON, P. LAVIGNE, M. FARHAT, R. SIMONEAU, J.-M. DOREY, A. ARCHER, E. LAPERROUSAZ i M. COUSTON, u: "Hydraulic Machinery and Cavitation: Proceedings of the XVIII IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Cavitation", Valencia, Spain, Polytechnic University of Valencia, 1996, Vol. 1, 574-583.

[15] B. BAJIĆ, "The International Journal on Hydropower & Dams", 3(1996)45-50.

[16] B. BAJIĆ, u: "Proceedimgs of the Conference Hydropower Into the Next Century", Portorož, Slovenia, The International Journal on Hydropower & Dams, 1997, 185-196.

[17] B. BAJIĆ, "Wasserwirtschaft", 88(1998), 26-31.

[18] B. BAJIĆ, u: "Proceedings of the Third International Symposium on Cavitation", Grenoble, France, 1998, Vol. 1, 359-362.

[19] B. BAJIĆ, u: "Proceedings of the Conference Modelling, Testing & Monitoring for Hydro Powerplants III", Aix-en-Provence, France, The International Journal on Hydropower & Dams, 1998, 641-652.

[20] B. BAJIĆ, "Wasserwirtschaft", 89(1999), 182-186.

[21] P. BOURDON, Hydro Québeck, diskusija na International Symposium on Cavitation CAV'95, Deauville, France, DCN Bassin d'Essais des Carčnes, 1995.

[22] E. J. DUMBLETON, Electricity Corporation of New Zealand, privatno priopćenje na Conference Modelling, Testing & Monitoring for Hydro Powerplants II, Lausanne, Switzerland, The International Journal on Hydropower & Dams, 1996.

NEW VIBROACOUSTIC DIAGNOSIS METHODS FOR TURBINE CAVITATION

Tests on site and models gave basic aspects of noise cause, signals work-out and analysis, as well as work-out, analysis and interpretation of the data coming from the vibroacoustic diagnosis of turbine cavitation. Some weak points of the current practice have been determined and several improvements and new techniques developed. They enable the separation of cavitation details' data and early detection of harmful effects coming from turbine operation. The report includes the weak points of the current practice, the improvements and new techniques.

NEUE METHODEN VIBROAKUSTISCHER ERKENNUNG DER KAVITATION IN TURBINEN

Erforscht durch Untersuchungen an reelen Objekten und Modellen sind Grundgesichtspunkte der Musterbewertung, der Bearbeitung der Erörterung und der Auswertung von Geräuschen, Signalen, und sonnstiger Daten, die alle bei der vibroakustischen Erkennung der Kavitation in Turbinen gesammelt werden. Bestimt wurden einige schwache Stellen im üblichen Vorgehen, entwickelt wurden neue Verfahrenstechniken und Nachbesserungen bestehender. Diese Techniken ermöglichen die Absonderung der Kavitationseinzelheiten beinhaltenden Daten, sowie eine frühe Entdeckung schädlichen Folgen welche während der Nutzungszeit der Turbine vorkommen. Der Artikel bringt eine Übersicht schwacher Stellen der Praxis, deren Ausbesserungen und neuer Techniken.

Naslov pisca:

dr. sc. Branko Bajić, dipl. ing.
znanstveni savjetnik
Brodarski institut, d.o.o.
Sektor za upravljanje sustavima i procesima
V. Holjevca 20, 10020 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1998-10-05.

UTJECAJ KYOTO PROTOKOLA NA GLOBALNA KRETANJA U ENERGETICI

Prof. dr. sc. Radmilo P r o t i ć, Zagreb

UDK 621.039: 577.4
PREGLEDNI ČLANAK

Potrošnja fosilnih goriva ima dalekosežne tehnološke, ali i ekonomske i ekološke posljedice, ako se ona promatra u nastojanju smanjenja emisije plinova staklenika. Na trećem zasjedanju ("The Third Session of the Conference of Parties") Ujedinjenih naroda o problemu promjene klime, u prosincu 1997. godine, jednoglasno je prihvaćen Kyoto protokol, koji obvezuje razvijene zemlje, njih 38 da smanje emisiju plinova staklenika (GHG_s) za 5,2% u odnosu na razinu 1990. godine, u razdoblju od 2008. do 2012. godine. Među državama obuhvaćenim Aneksom je i Hrvatska sa zaduženjem od 5%. U cilju smanjenja emisije otrovnih plinova i očuvanja okoliša potrebno je razvijati nove tehnologije i brže primjenjivati suvremene tehnologije koje su potvrdile energetsku i ekonomsku učinkovitost.

Prijelaz na veću potrošnju izvora energije koji manje zagađuje okoliš, jedan je od učinkovitih načina smanjenja emisije štetnih plinova.

Ključne riječi: energija, potrošnja energije, emisija otrovnih plinova, energetska politika, zaštita okoliša, plinovi staklenika, Kyoto protokol.

Uvod

Zaštita životne sredine od utjecaja emisije otrovnih plinova, postaje sve kompleksnija i zahtijeva mnogo znanja i dobre volje, ali i financijskih sredstava da se smanji emisija otrovnih plinova, posebno efekata plinova staklenika (GHG_s). Poželjna je učinkovita međunarodna suradnja (kooperativnost) s obzirom da emisija otrovnih plinova i njihova disperzija ne poznaju nacionalne granice. Izmjena iskustava može postati efikasan način u bržem transferu postojećih tehnologija te uvađanjem novih, koje postaju kamen temeljac u borbi protiv zagađenja okoliša.

S obzirom da se energija troši u svim područjima ljudske djelatnosti (industrija, promet, graditeljstvo, poljoprivreda, kućanstva, uslužne djelatnosti i dr.), briga za zaštitu okoliša poprima multidimenzionalan karakter.

Intenzitet emisije GHG_s zavisi od većeg broja čimbenika. Navest ćemo one najvažnije. To su: obujam potrošnje energije, izvori i oblici energije koji se koriste, podržavana energetska politika u koju su ugrađeni mehanizmi zaštite okoliša, učinkovitost primjene postojećih i brzina uvađanja novih tehnologija koje postaju pokretač racionalnog korištenja energije. Nove tehnologije su moćno, ne samo energetsko i gospodarsko sredstvo, već i političko u rukama najrazvijenijih zemalja.

Značajnu ulogu u potrošnji energije imaju tržne cijene energije koje trebaju biti jedan od elemenata usmjeravanja potrošnje.

Kyoto protokol (prosinac 1997. godine) predstavlja ozbiljan iskorak u zaštiti životne sredine u razvijenim zemljama. Međutim, mišljenja smo da će Protokol imati pozitivnog utjecaja i na zemlje manje razvijene, koje se moraju također postupno uključiti u rješavanje tog, za čovječanstvo, vrlo ozbiljnog problema.

1. DOPRINOS PLINOVA U OBLIKOVANJU EFEKATA PLINOVA STAKLENIKA ("GREENHOUSE GASES - GHG_s")

U krugu znanstvenika i stručnjaka, kao odraz svakodnevne prakse, rabi se pojam "ekologija", pretežno kao sinonim za zaštitu životne sredine od emisije otrovnih plinova.

Pojam ekologija, međutim, ima šire značenje: on je grčkog podrijetla i nastao je iz riječi "*oikos*" = *kuća, dom* + "*logos*" = *riječ, govor.* Iz tih dviju riječi izveden je pojam *ekologija,* tj. znanost o odnosima organizma prema okolini, njegovom smještaju, pojavljivanju u prostoru ili ukratko "*znanost o načinu života*". [1]

Sagorijevanje goriva fosilnog podrijetla (ugljen, nafta, prirodni plin) ali i drva i otpaci biomase i dr. izaziva veće ili manje onečišćenje atmosfere, a stupanj onečišćenja zavisi u prvom redu o količini, oblicima goriva i njihovom kemijskom sastavu, ali i o primjeni suvremene tehnologije, izvedbi uređaja ili postrojenja za pretvorbu i dr. U procesu gorenja s dimnim plinovima u atmosferu se odvode CO, CO_2, SO_2, NO_x, H_2O,

C_mH_n otrovni ugljikovodici (aldehidi i karcinogeni policiklički spojevi) te krute čestice u obliku pepela i čađe. Ugljični dioksid i vodena para nisu otrovni, ali pri dovoljno visokoj koncentraciji povećavaju apsorpciju toplinskog zračenja i tako utječu na temperaturu atmosfere. Njihova emisija zavisi o sadržaju vodika i ugljika u gorivu. Kod nepotpunog izgaranja, što je obilježje za motore s unutrašnjim sagorijevanjem (kratko trajanje procesa izgaranja) i ugljena u ložištima, teško je ostvariti povoljnu smjesu gorivo - zrak, pa uslijed toga dolazi do stvaranja CO i njegove emisije u atmosferi. Kod nepotpunog izgaranja razvijaju se otrovni ugljikovodici (C_mH_n) i oksidi dušika (NO_x).

Kyoto protokolom navedeni su plinovi staklenika (Greenhouse Gases) GHG_s koji su sastavni dio Odluke. To su: CO_2, CH_4, H_2O, HFC_s, PFC_s i SF_6.

Kao što se može zapaziti u grupi GHG_s nema plinova CFC_s. Razlog izostavljanja tih plinova leži u činjenici što je uznapredovala tehnologija proizvodnje rashladnih tijela, gdje pretežito nastaju. Kod nove tehnologije hlađenja ne upotrebljavaju se sredstva na osnovi freona koji je uzročnik plinova staklenika, već se koriste drugi kemijski elementi (NH_3-H_2O, LiBr-N_2O). U GHG_s uključena je i vodena para koja je najaktivnija komponenta u atmosferi i odgovorna je za 75 % prirodnog učinka GHG_s. Bez učinka GHG_s ili ponovnog zračenja atmosfere prosječna temperatura na zemlji bila bi za 33°C niža nego danas tako da zemlja, naš Planet, ne bi bila naseljena. [2]

Od ukupne količine plinova staklenika približno 50 % nastaje aktivnošću čovjeka. Riječ je pretežno o CO_2 (40 %), te emisiji CH_4, CO, N_2O i hlapljivih tvari sa 10 %.

Tablica 1. Koncentracija plinova staklenika (GHG_s), njihova relativna učinkovitost, god. stopa rasta te zadržavanje plinova u atmosferi i dr.

Plinovi staklenika	CO_2	CH_4	CFC_{11}	CFC_{12}	N_2O	Ostali plinovi[1]
Učin zagrijavanja Global Warning Power (GWP)[2]	1	21	3500	7300	290	Različito
Sadašnja koncentracija ppmV	353	1.72	0.00028	0.00048	0.31	Različito
Godišnja stopa rasta	0,5%	0,9%	4%	4%	0,25%	Različito
Vrijeme zadržavanja plinova u atmosferi (godina)	50-200[3]	10	65	130	150	Različito
Relativan doprinos plinova tijekom 100 godina	61%	15%	11,5%	11,5%	4%	8,5%

[1] Uključuje brojne plinove kao O_3, HFC_s, PFC_s i dr. Učin NO_x i CO uključeni su u ovaj pregled putem njihovog utjecaja na oblikovanje i destrukciju CH_4 i O_3.

[2] Učin zagrijavanja emisije od 1 kg svakog plina mjeri se u odnosu na CO_2. Te brojke su procijenjene na najbolji način na osnovi sadašnjeg sustava atmosfere, integrirane u razdoblju od 100 godina.

[3] Način na koji se CO_2 lako upija (absorbed) od oceana i biosfere, nije jednostavno proračunati - zbog toga je vrijeme zadržavanja CO_2 u atmosferi dano u tako velikom rasponu.

Izvor: Greenhouse Gas Emissions - the Energy Dimension, OECD, Paris 1991, str. 14.

Tablica 2. Doprinos plinova u oblikovanju efekata plinova staklenika (GHG_s)

	CO_2 emisija, 1988.		Efekt plinova staklenika %	
	GtC	%	Preko 1 god.	Preko 100 g.
Ugljen	2,4	37 - 28	20 - 16	23 - 17
Nafta	2,4	37 - 28	20 - 16	23 - 17
Plin	0,9	14 - 11	8 - 6	8 - 7
Fosilna goriva	5,7	88 - 68	48 - 37	53 - 41
Proizvodnja cementa	0,2	3,1 - 2,3	1,7 - 1,3	1,9 - 1,4
Sječa šuma i korištenje zemljišta	0,6 - 2,6	9 - 31	5 - 17	6 - 19
Ukupno CO	6,5 - 8,5	100	55	61
Drugi plinovi staklenika:				
CH_4			15	15
N_2O			6	4
CFC_s			24	12
Ostali plinovi*			-	8
Ukupno:			100	100

* U ostale plinove spadaju: HFC_s, PFC_s, SF_6 i drugi.

Izvor: Prema Bocenu i dr. (1990.), Shinu i dr. (1990.) te Watsonu i dr. (1990.) - Juan A. Legarreta i sur. "A General Perspective of Fuels Production and Utilization and Global Warming" - W. E. C - 15th Congress, Madrid, 20.- 25. rujna 1992, str. 229.

Tablica 3. Struktura plinova staklenika po sektorima nastanka (%)

	CO_2	CFC_s	CH_4	O_3	H_2O	Ukupno
Energija	35	-	4	6	4	49
Krčenje šuma i močvara	10	-	4	-	-	14
Poljoprivreda	3	-	8	-	2	13
Industrija	2	20	-	2	-	24
Ukupno - postotak zatopljenja (warming by gas)	50	20	16	8	6	100

Izvor: The State of the Environment, OECD, Paris, 1991, str. 21.

Internacionalna agencija za energiju (IAE) predviđa da bi ukoliko ne bi došlo do radikalnih promjena u energetskoj politici i zaštiti životne sredine, potrošnja energije u svijetu u 2010. godini bila za 50 % veća od one ostvarene u 1995. godini. Istodobno će se povećati emisija CO_2 za 50 %, a 70 % od iznosa povećanja potrošnje energije i emisije otrovnih plinova predviđa se da bi otpalo na zemlje izvan OECD-a. Navedeni podaci potvrđuju povijesnu činjenicu da prijelaz na industrijalizaciju zahtijeva veću potrošnju energije nego prateća industrijska infrastruktura.

Našu pozornost posebno privlače podaci u tablici 1 u kojoj je prikazan učinak zagrijavanja pojedinih plinova GHG_s kao i njihova koncentracija u atmosferi.

Dok je učinak zagrijavanja ("Global Warming Power" - GWP) CO_2 relativno mali u odnosu na druge plinove, dotle je njegova koncentracija izrazito visoka. Vrijeme zadržavanja u atmosferi je također znatno, pa se iz tih razloga ugljičnom dioksidu (CO_2) posvećuje izuzetna pozornost. Udjel CO_2 iznosi 50 % od efekata GHG_s.

1.1. Analiza učinka GHG_s s posebnim osvrtom na ulogu vodene pare i CO_2

Veća se pozornost poklanja povećanju GHG_s - plinova staklenika od ranih 1980-ih godina. To je prirodan fenomen zatopljenja površine zemlje prouzročen učinkom vodene pare i izvjesnih plinova u atmosferi koji imaju utjecaja na ravnotežu (balans) radijacije na zemlji.

Od sunčanih kratkih valova ("short wave") koji dosežu na zemlju, približno 2/3 je apsorbiran (upijen), a preostali se odbijaju u prostoru kao spektar. Njihovi valovi su duži od onih obojenog spektra, ali su kraći nego valovi radijacije i učinkovito djeluju na prodiranje toplote.

Plinovi staklenika apsorbiraju dio dugih valova ("long wave") radijacije koji se odbijaju na niže i zagrijavaju zemljinu površinu.

Vodena para je najaktivnija komponenta u atmosferi, pa je razumljivo da je njen utjecaj ("feedback mechanism") centralno pitanje velike neizvjesnosti klimatskih promjena. [2]

U nedavno objavljenom članku **Davida Rinda** ("Science", Vol. 281, No 5380, str. 1152) tu je situaciju pokušao objasniti slijedećim riječima: "Dokle god ne budemo u stanju da vodenu paru promatramo duže vrijeme u troposferi i stratosferi s primjerenom točnošću, da bismo ocijenili tendencije zbivanja, izvjesna neizvjesnost i dalje ostaje u tom vrlo važnom i osjetljivom klimatskom segmentu (brazdanju)." [2]

Richard Lindzen (SAD) smatra da nesuglasnost nastaje onda kad se postavi pitanje kakva je uloga interne regulacije? To je bitno za globalno zatopljenje, jer je vodena para važna pokretačka sila GHG_s. Uloga GHG_s se povećava kad vodena para dosegne nadmorsku visinu preko 3 km.

Uloga vodene pare u klimatskom sustavu je odlučujuća i u najvećoj mjeri kompleksna; njena koncentracija u atmosferi i distribucija oblaka uvelike određuju klimatske uvjete.

Ideja da bi visoka koncentracija GHG_s mogla prouzročiti globalno zatopljenje, prvi put je objavljena 1896. godine, kada je švedski kemičar **Arrhenius** izjavio da bi dvostruko povećanje razine CO_2 u atmosferi moglo povećati za 5-6°C temperaturu na površini zemlje. [2]

Promatrajući pomoću satelita od 1979. do 1998. godine kretanje temperature, **dr. John Christy** sa Sveučilišta u Alabami, došao je do zanimljivih podataka.

Krivulje temperatura su se kretale od –0,4°C u 1984. godini, do +0,7°C u 1998. godini.

S obzirom na neizvjesnost što će budućnost donijeti posebno u domeni potrošnje energije i emisije otrovnih plinova, to i dugoročne prognoze obujma zagrijavanja prati prilična doza neizvjesnosti. [2]

Činjenica je da u svezi zatopljenja Planete nije riječ samo o povećanju temperature, već i o dinamici tog povećanja, što je posebno važno.

U razmatranje problema zagrijavanja zemlje, uključila se i "The Intergovernment Panel on Climate Change" (1995) s predviđanjem da će u razdoblju od 1990. do 2100. godine doći do povećanja zagrijavanja od 2°C ili 0,18°C dekadno.

U modelima promjene klime ističe se da je za 30 % brže zagrijavanje srednjeg dijela troposfere nego površine zemlje. [2]

Povećanje razine CO_2 u atmosferi može se pripisati globalno, izgaranju fosilnih goriva, sječi šuma, proizvodnji cementa, promjenama u poljoprivredi i dr.

Koncentracija methana (CH_4) povećana je više od dva puta u proteklih 200 godina, koje nastaje iz povećanja proizvodnje riže u mokrim, vlažnim rižištima te drugih poljoprivrednih aktivnosti, odlagalištima smeća, truljenju i raspadanju poljoprivrednih proizvoda u ograđenim prostorima, jamama; zatim kao posljedica oštećenja plinovoda kad dolazi do izljeva prirodnog plina, aktivnosti u procesu rudarenja (ugljenokopi) i dr.

Ima mnogo izvora nastanka malih količina N_2O (dušikovog oksida), kao proizvoda prirode ili je nastao

ljudskom aktivnošću. Međutim, teško je kvantificirati njihove izvore. Vegetacija emitira relativno velike količine N_2O, pa je tako prihvaćeno mišljenje da taj plin nastaje pretežno u poljoprivredi i spaljivanjem biomase.

U Drugom izvješću The Intergovernment Panel on Climate Change: IPCC (1995) navodi se da iznos zatopljenja zavisi od veličine povećanja koncentracije svakog GHG_s, relativnih svojstava plinova staklenika te koncentracije ostalih plinova GHG_s koji su prisutni u atmosferi.

U posljednje vrijeme vode se polemike oko obujma apsorpcije CO_2 ("sink-to become absorbed"). Neki se slažu, kao **Barret** (1996) i **Hug** (1998) da je ona potpuna, tako da će povećanje CO_2 u atmosferi imati vrlo mali direktan učinak.

$7{,}1 \times 19^9$ ugljika koji nastaje ljudskom aktivnošću godišnje, čak 25 % od navedene količine pripisuje se ponorima emisije; iz tih razloga se smatra da bi trebalo uzeti neto emisiju, kako to zahtijeva IPCC metodologija.

Usporedba emisije vodene pare tipičnih termoelektrana, koje kao gorivo koriste ugljen sa 40 % učinkovitosti i kombiniranog plinskog ciklusa čija učinkovitost iznosi 53 % količina vodene pare nastale ljudskom aktivnošću ("anthropogenicaly") za jedinicu energije iznosi:

- ugljen (40 %) = 172,5 t/Gwh
- plin (53 %) = 286,9 t/Gwh. [2]

1.2. Struktura plinova staklenika (GHG_s), podrijetlo nastanka te udjel nekih zemalja u njihovoj distribuciji

Struktura dijela plinova staklenika prikazana je u tablici 2 iz koje se može razabrati da je udjel ugljičnog dioksida (CO_2) daleko najveći u strukturi plinova sa 50 %, na drugom mjestu sa chlorofluorokarbons sa 20 %, methan (CH_4) sa 16 %, itd.

U pogledu nastanka GHG_s može se zaključiti da na energiju otpada približno 50 % od ukupnog iznosa prikazanih plinova. Iz tih razloga, učinkovitost pretvorbe energije, posebno u proizvodnji električne energije korištenjem ugljena, nafte i prirodnog plina je strateško pitanje svake podržavane energetske politike, ne samo s tehnološkog, gospodarstvenog, nego i sa stajališta zaštite okoliša.

Tablica 4. Udio pojedinih regija i zemalja u oblikovanju plinova staklenika (GHG_s) u svijetu (u %)

OECD	37	Biv. SSSR	12
Od toga:		Brazil	10
SAD	18	Kina	7
OECD Europa	12	Indija	4
Japan	4	Ostatak svijeta	34
Ostale zemlje OECD	3	Ukupno	100,0

Primjedba: Ukupni postotak je veći od 100, nema objašnjenja u tekstu usljed čega je došlo do pogreške. Pretpostavlja se da je tome uzrok zaokruženje brojaka.

Izvor: The State of the Environment, OECD, Paris, 1991, str. 21.

Udio pojedinih regija i zemalja u distribuciji plinova staklenika zavisi od niza čimbenika. Navedimo samo neke od njih. To su: obujam korištene energije, struktura energetske potrošnje, struktura korisnika energije, razina društvenog bruto proizvoda, razina primjene novovjeke tehnologije, energetske opreme i uređaja, sustavna briga za očuvanje okoliša, itd. (tablica 4).

Kao što se može zaključiti, na zemlje OECD otpada najveći postotak emisije plinova staklenika u iznosu od 37%, u čemu SAD sudjeluju s 18%, a na Japan otpada samo 4 %.

Zanimljivo bi bilo usporediti potrošnju primarne energije u tim zemljama, iako u analizi nedostaje ključna komponenta koja glasi: dostignuta razina primjene suvremene tehnologije, uređaja i opreme u pretvorbi energije i podržavana energetska politika, posebno u domeni brige za zaštitu životne sredine.

Tablica 5. Usporedba potrošnje primarne energije u SAD-u i Japanu u 1997. godini mln. t. ekv. nafte

	Nafta	%	Prir. plin	%	Ugljen	%	Nukl. energ.	%	Hidro	%	Ukupno	%
SAD	847	39,5	568	26,5	528	24,6	171	8	30	1,4	2144	100
Japan	266	52,5	58	11,5	90	17,7	84	16,7	8	1,6	506	100

Izvor: BP Statistical Review of World Energy, June 1998, str. 38.

Međutim, makar i letimičan pogled na usporedbu upućuje na zaključak da je udio potrošnje nuklearne energije u Japanu dva puta veći nego u SAD (16,7 % prema 8 %) dok je, istodobno, udjel prirodnog plina u Japanu znatno manji i iznosi samo 11,5 % u odnosu prema 26,5 % u SAD-u. Udio potrošnje ugljena u SAD iznosi 24,6 %, a u Japanu 17,7 %.

Našu pozornost privlače također prilično visoki udjeli plinova staklenika u biv. SSSR-u (12 %), Brazilu (10 %) te Kini (7 %). Svaka od navedenih država zahtijeva posebnu analizu, jer su i uzroci različiti. Zato bismo ovom prigodom izrekli kratku i prilično šturu konstataciju: uzrok visoke koncentracije GHG_s u zemljama biv. SSSR-a je, pretežno, uporaba zastarjele tehnologije, gdje administrativno rukovođenje privredom stvara povoljne uvjete za neekonomsko privređivanje i voluntarizam u donošenju odluka o uporabi energije, također.

Glede Brazila treba konstatirati da uzročnike povećanja GHG_s, osim klasične emisije u energetskoj potrošnji, spaljivanje i sječa brazilskih prašuma je pretežni izvor plinova staklenika. U Kini, enormno korištenje ugljena, čija je primarna potrošnja u 1997. godini iznosila 682 mln. t. ekv. nafte ili 75 % od ukupne potrošnje, uzrok je većeg dijela emisije plinova staklenika.

S obzirom da je CO_2 najrasprostranjeniji plin GHG_s, u nastavku se daju podaci o njegovom podrijetlu, koji nastaje sagorijevanjem fosilnih goriva (ugljen, nafta, prirodni plin).

Tablica 6. Emisija CO_2 u svijetu po podrijetlu nastanka (by fuel)

(u %)

	1975.	1995.
Ugljen	34	38
Nafta	50	44
Prirodni plin	16	18
Ukupno	100	100

Izvor: Ecoal - World Coal Institute, London, Vol. 24, Kyoto Issue, prosinac 1997, str. 3.

Prema podacima iz tablice 6 može se zaključiti da je nafta najveći uzročnik emisije CO_2 (50 % u 1975. i 44 % u 1995. godini). Međutim, dok udjel ugljena ima tendenciju porasta sa 34 % u 1975. god. na 38 % u 1995. godini, dotle udjel nafte opada, dok prirodnog plina blago raste (16 % u 1975. god. i 18 % u 1995. godini).

Tablica 7. Emisija CO_2 po sektorima nastanka u svijetu

(u %)

	1975.	1995.
Proizvodnja el. energije i topline - javni sektor	28	34
Druge energetske grane	2	4
Promet	24	22
Preradivačka industrija i građevinarstvo	18	18
Ostalo	28	22
Ukupno	100	100

Izvor: Ecoal - World Coal Institute, Vol. 24, Kyoto Issue, London, prosinac 1997. godine, str. 3.

Geneza nastanka CO_2 po sektorima korisnika u svijetu upućuje na zaključak da je proizvodnja električne energije i topline u javnom sektoru najveći uzročnik emisije CO_2 udjelom od 28 % u 1975. te 22 % u 1995. godini.

Zanimljiv je podatak da u području Los Angelesa sa 13,5 milijuna stanovnika i gustinom populacije dvostruko većom nego u SAD-u, u onečišćenju zraka prouzročeno u cestovnom prometu otpada, grubo, 87 % CO, 59 % NO_2 i 46 % ugljikovodika. [4]

2. ULOGA KYOTO PROTOKOLA U OČEKIVANOM POBOLJŠANJU ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Na trećem zasjedanju (The Third Session on the Conference od Parties) Ujedinjenih naroda o pitanju promjene klime (UNFCCC) u prosincu 1997. godine prihvaćen je Kyoto protokol, koji obvezuje razvijene zemlje, njih 38, da smanje emisiju plinova staklenika ("Greenhouse Gases", GHG_s) u prosjeku za 5,2 % u odnosu na razinu iz 1990. godine, u razdoblju od 2008. do 2012. godine.

Među zemljama obuhvaćenim u Aneksu je i Hrvatska sa zaduženjem od 5,0 %.

Protokol stupa na snagu 90 dana nakon ratifikacije 55 zemalja navedenih u Aneksu I Protokola. Prema pisanju "Ecoal World Institute" od 27. 9. 1998. godine, nalazi se podatak da je do 25. 9. 1998. godine Protokol potpisalo 55 zemalja.

U Protokolu su navedeni GHG_s koji su predmet odluke. To su: CO_2 - ugljični dioksid, CH_4 - metan, N_2O - dušični oksid, HFC_s - florirani ugljikovodici, PFC_s - perfloro-ugljici te SF_6 - sumporni heksaflorid.

Kao što se može zapaziti u grupu GHG_s nema plinova CFC_s. Razlog je što je u proizvodnji rashladnih uređaja (hladnjaci, zamrzivači i dr.) gdje oni pretežno nastaju, tehnika i tehnologija znatno uznapredovala. Kod nove tehnologije hlađenja ne upotrebljavaju se sredstva na osnovi freona koja su uzročnik plinova staklenika, već se koriste drugi kemijski elementi (NH_3 - H_2O, LiBr - H_2O).

Prihvaćen postotak smanjenja emisije GHG_s je različit za pojedine zemlje. U najboljem položaju su Island (+10), Australija (+8), Norveška 1 % itd., gdje je emisija GHG_s ispod prihvaćenog sniženja od 5,2 % u odnosu prema 1990. godini.

Zanimljiv je slučaj Rusije i Ukrajine kod kojih registrirana emisija iznosi 0 tako da se na njih ne odnosi odredba o sniženju plinova staklenika.

Čitatelju koji nije detaljnije upućen u ekonomsku i energetsku situaciju u tim zemljama, nameće se zaključak da je briga za zaštitu životne sredine na zavidnoj razini. Međutim, istina je nešto drugačija. Razloge za relativno povoljno stanje emisije GHG_s treba tražiti, nažalost, u padu gospodarske aktivnosti što je prouzročilo i pad energetske potrošnje. Tako je u razdoblju od 1987. do 1997. godine potrošnja primarne energije u Rusiji pala za 32 %, a u Ukrajini za 42 %. [5]

Pregovori nisu obuhvatili niti se raspravljalo o međunarodnim ugovorima o cijenama energije. Za mnoge zemlje, međutim, postavlja se pitanje da li će možda, finalna cijena proizvoda biti visoka, kada se budu detaljno analizirale eventualne posljedice primjene Protokola te njegov utjecaj na gospodarski i energetski razvitak. Manje razvijene zemlje bit će u lošijem položaju na svjetskom tržištu u odnosu prema nerazvijenima. Za većinu poduzetih mjera prešutno se vjeruje da mogu pogoršati gospodarski položaj pojedinih zemalja. Treba naglasiti da se nije raspravljalo o sankcijama, ukoliko se ne provedu odluke Protokola.

Zemlje potpisnice imat će ozbiljnih poteškoća da objasne rezultate Protokola, posebno kad se suoče sa svojim zakonodavstvima i ciljevima koje postavlja Protokol.

Premda su ciljevi Sporazuma vrlo jasni, ipak su za mnoge zemlje prilično daleko i zahtijevat će ozbiljne napore da ih se ostvari.

2.1. Odjeci na tek usvojeni protokol

Zanimljive su izjave pojedinih predstavnika prisutnih zemalja na konferenciji u Kyotu. U nastavku navest ćemo nekoliko karakterističnih.

Sekretar za energiju SAD-a **Pena** smatra da globalni tretman problema klime ne bi mogao zakonski obvezati SAD, dok istodobno i zemlje u razvoju, također, ne budu obvezne smanjiti emisiju GHG_s. Bez obzira na Protokol, pregovori nisu, bar za njega završeni. On smatra da se i zemlje u razvoju trebaju značajnije uključiti u taj proces.

Drugi pak sudionik iz SAD-a **Mary Novak,** stariji potpredsjednik korporacije WEF-a, smatra da su odluke u Kyotu približno 30 % ekonomski nepovoljnije za američko gospodarstvo od onih koje je predlagao svojedobno predsjednik SAD-a Clinton (1993).

Odluke Protokola imat će nepovoljan ekonomski utjecaj s obzirom da se gospodarska aktivnost u svijetu nalazi u depresivnom ciklusu.

Robert Pridle, izvršni direktor IEA izjavljuje da promjena klime, tj. njeno poboljšanje ne mogu riješiti samo razvijene zemlje. Međutim, poticajnim mjerama treba mobilizirati pritjecanje financijskih sredstava i "čistih" tehnologija u zemlje koje se brzo razvijaju. On naglašava da je IEA spremna podržavati energičnu i učinkovitu implementaciju Kyotskog protokola.

Norveški predsjednik vlade **Kjell Magne Bondarick** kritički se osvrnuo na namjeru kompanija u svojoj zemlji, koje pripremaju izgradnju dviju termoelektrana na prirodni plin. U Norveškoj, naime, po njegovom mišljenju, njihova će izgradnja povećati emisiju CO_2 za približno 5 %.

Mišljenje Kjell Magna Bondaricka je zaista zanimljivo. S obzirom na bogatstvo norveških hidropotencijala (u 1997. u primarnoj potrošnji energije u Norveškoj, hidroenergija je sudjelovala s 50 %, ali i nafta i plin) ovakvo stajalište nema opravdanja. Postavlja se pitanje u kojem je opsegu hidropotencijal iskorišten i koji će biti novi izvor energije za proizvodnju električne energije u budućnosti. Pretpostavlja se da bi to mogao biti prirodni plin.

Predstavnik "Of Japan's Citizens Nuclear Information Center" smatra da bi Japan (zaduženje iznosi 6 %) trebao sagraditi 20 novih nuklearnih reaktora u idućih 13 godina da bi se ostvarilo zadano zaduženje, ali odmah u nastavku dodaje da je to nerealno budući da je japanska javnost protiv izgradnje novih nuklearnih termoelektrana.

Izraženo je i mišljenje da bi u međunarodnoj razmjeni i zajedničkom implementacijom suvremenih tehnologija ("fulfil accomplish") mogao postići željeni cilj (Ken Koyama - "Japan's Institute of Energy Economics").

Ako bismo željeli navedenu misao pretočiti u dnevnu praksu, to bi značilo da bi u buduće industriju koja zagađuje okoliš trebalo locirati u manje razvijene zemlje. Međutim, treba istaći da je to već praksa najrazvijenijih zemalja, npr. Japana, ali i drugih.

Usvajanje Protokola imat će znatnog odraza na energetsku situaciju, ali i na ukupno gospodarstvo zemalja potpisnica, a posebno SAD-a. Evo iz kojih razloga. Prema službenim procjenama stručnjaka, kod kojih preteže pesimizam u pogledu mogućnosti sniženja GHG_s za 7 %, proizlazi da će se emisija CO_2 u energetskom sektoru povećati čak za 34 % u 2010. godini u odnosu prema 1990. godini. Ako se uzme u računicu i zadano sniženje od 7 % te povećanje CO_2 za 34 %, objektivno se smatra da je teško ostvarivo ciljano sniženje GHG_s. Treba pri tom imati na umu da je u posljednjih 100 godina relativan doprinos CO_2 u odnosu prema drugim plinovima staklenika u svijetu iznosio 61 %. Danas, međutim, ocjenjuje se da je njegov udio oko 50 %.

Američki političari imat će dosta poteškoća da objasne svojim biračima preuzete obveze.

Ako se preuzete obveze Europske zajednice (EU) koje iznose 8 %, uz očekivano povećanje od 8 %, što ukupno predstavlja 16 % usporede s podacima za SAD, onda se može zaključiti koliko su u povoljnijoj situaciji zemlje EU.

Protokolom u Kyotu nisu obuhvaćene zemlje u razvitku. S obzirom da će one povećati potrošnju energije u budućem razdoblju, te zemlje uzgred rečeno, zbog svoje nedovoljne razvijenosti, malo pažnje posvećuju zaštiti okoliša, to će emisije otrovnih plinova znatno uznapredovati u tim zemljama. U borbi za goli život, tj. njegovu egzistenciju, briga za okoliš je od sekundarnog značenja.

Povijesno, energetska učinkovitost bila je poticaj gospodarskog rasta, odnosno opći gospodarski razvitak bio je preteča veće energetske učinkovitosti.

Smanjenje zagađenja okoliša u zemljama u razvoju treba se ostvariti uz pomoć najrazvijenijih zemalja i institucija Ujedinjenih naroda.

2.2. Hrvatska u ozračju Kyoto protokola

Sa stajališta utjecaja proizvodnje i potrošnje energije na okoliš, svakako da u strateškom planiranju značajno mjesto zauzima pitanje emisija plinova koji onečišćuju zrak.

Kao što je rečeno, Kyoto protokolom Hrvatska je zadužena da smanji emisiju plinova staklenika (GHG_s) za 5 %.

U pogledu primjene Protokola postoje izvjesne poteškoće koje će se, vjerujemo, uspješno riješiti.

Tako na primjer za smanjenje emisije NO_x još nisu utvrđene kvote. Treba se odlučiti za početnu godinu primjene Kyoto protokola (između 1985. i 1990. godine).

Vrlo je važno pitanje tretman emisije iz hrvatskih termoelektrana u republikama bivše Jugoslavije (Srbija i Bosna i Hercegovina). Napominje se da su te elektrane emitirale oko 3 mln. tona CO_2 godišnje, što je nešto manje od ukupne emisije HEP-a ili 12 % od ukupne emisije CO_2 u Hrvatskoj ostvarene u 1990. godini.

Procjene emisije teških metala vezane su uz znatno veću nesigurnost od ostalih štetnih tvari. Pretpostavlja se da će se emisija koja potječe iz neenergetskih izvora mijenjati proporcionalno emisiji energetskog sektora.

Kyoto protokolom obuhvaćeni su plinovi staklenika (GHG_s): CO_2, CH_4, N_2O, HFC_s, SFC_s i SF_6. Do sada u Hrvatskoj nije bilo obuhvaćeno bilanciranje emisije plinova HFC_s, PFC_s i SF_6, pa će ih trebati uključiti ubuduće kao bilanciranje ponora emisije, odnosno nije određena neto emisija CO_2 kako to traži IPCC metodologija ("sink - to become absorbed").

Energetski sektor u Hrvatskoj u 1996. godini imao je udio od 55 % u ukupnoj emisiji plinova staklenika (bez bilanciranja HFC_s, PFC_s, SF_6). [7]

Kao što je spomenuto u Hrvatskoj se ne vodi evidencija emisije svih plinova staklenika. Zbog toga ćemo prikazati kako se predviđa emisija CO_2 i NO_x, ali i emisija SO_2. Sumporni dioksid i njegove kiseline - sumporna i sumporasta, ugrožavaju zdravlje ljudi i životinja (neke od njih su osjetljivije na SO_2 od ljudi), oštećuju bilje i usporavaju njegov rast. Koncentracija SO_2 već od 0,6 mg/m^3 zraka pogoršava zdravlje ljudi koji boluju na dišnim organima ili imaju srčane smetnje, a kod većih koncentracija dolazi i do povećanja smrtnosti. U atmosferi emitirani SO_2 razorno djeluje na većinu građevinskih materijala - kamen, beton, metale (posebno na željezo i cink), boje i lakove, oštećuje i tekstil, kožu, papir i dr. U gradovima s povećanom koncentracijom SO_2 i njegovih spojeva u atmosferi, dolazi do znatnih oštećenja na stambenim, industrijskim i ostalim graditeljskim objektima i postrojenjima. SO_2 u kombinaciji s NO_x uzročnik je nastanka kiselih kiša ("acid rain"). Za objektivnu valorizaciju mjera koje će se poduzimati i pod kojim pretpostavkama u razvitku energetskog sektora u Hrvatskoj, u budućnosti, treba imati na umu slijedeće ciljeve u strategiji energetskog razvitka. To su:

- povećanje energetske efikasnosti u svim segmentima proizvodnje i potrošnje energije
- sigurna dobava i opskrba energijom
- diverzifikacija energetskih izvora
- korištenje obnovljivih izvora energije
- tržne cijene energije te razvitak energetskog tržišta i poduzetništva
- zaštita okoliša. [7, str. 21].

Za bolje razumijevanje projicirane potrošnje energije u narednom razdoblju, a time, istodobno, i zaštite okoliša, treba imati na umu, da se prognoza budućeg razvitka energetskog sektora zasniva na tri moguća scenarija (S - 421, S - 422, S - 423), koji su i odraz osnovnih načela buduće energetske politike do 2030. godine.

U nastavku će se izložiti, u kratkim crtama, glavna obilježja pojedinih scenarija.

S - 421 - Predviđa korištenje klasične tehnologije, bez aktivnih mjera države u reformi i strukturiranju energetskog sektora, uz usporeno uvođenje novih tehnologija.

S - 422 - Uvađanje novih tehnologija uz aktivne mjere države, a uključenjem Hrvatske u Europsku uniju imat će posebno dobre učinke u pogledu transfera tehnologija.

S - 423 - Izrazito ekološki scenarij koji polazi od pretpostavki da će globalni efekti plinova staklenika i koncept podržavanog razvitka osjetno djelovati, već oko 2010. godine, na strukturne promjene u svjetskom gospodarstvu i na izrazitu energetsku učinkovitost novih tehnologija i usmjerenje što veće potrošnje obnovljivih izvora energije uključujući i vodik.

Na osnovi predviđene potrošnje energije i predviđenih mjera koje će se poduzimati u pogledu zaštite životne sredine od nepovoljnog utjecaja otrovnih plinova i plinova staklenika, projicirana emisija SO_2, NO_x i CO_2 bit će, osim CO_2, u granicama koje se predviđaju Drugim SO_2 Protokolom i Drugim NO_x Protokolom. Ostaje otvoreno pitanje kako smanjiti emisiju CO_2, koja je znatno iznad one koju propisuje Kyoto protokol. Međutim, napominje se da je to i najveći problem s kojim se bore i najrazvijenije zemlje kao što su SAD, Japan i dr.

U nastavku se daju pregledi očekivanih emisija spomenutih plinova (tablice 8, 9 i 10).

Tablica 8. Emisija SO_2 u Hrvatskoj

1990.	180.000 tona
1995.	60.000 tona
2000.	78.000 tona
1990.	117.000 tona - Obveze prema Drugom SO_2 Protokolu nisu upitne
2010.	45.000 tona
2020.	25.000 tona

Opaska: S obzirom da nema znatnijih odstupanja emisije SO_2 po pojedinim scenarijima, to je dana aproksimacija. Emisija SO_2 je znatno smanjena po svim scenarijima. Ono što je posebno važno jest da se rapidno smanjuje emisija SO_2 nakon 2000. godine. Prema Uredbi o standardima, kakvoća loživog ulja će se i dalje poboljšavati, jer nakon 2005. za loživa ulja propisuje se da sadržaj sumpora bude manji od 1 %, a za ekstralako ulje i diesel gorivo manje od 0,2 %. Danas loživa ulja imaju sadržaj sumpora od 1 do 3 %.

Izvor: Strategija energetskog razvitka RH - nacrt - Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva i Energetski institut "Hrvoje Požar" - Zagreb, srpanj 1998, str. 27.

Tablica 9. Usporedba emisije NO_x različitih scenarija u Hrvatskoj

1990. 1995. 2000.	83.000 tona 55.000 tona 75.000 tona		
	2010.	2020.	2030.
S-421	78.000 tona	80.000 tona	96.000 tona
S-422	72.000 tona	77.000 tona	85.000 tona
S-423	70.000 tona	70.000 tona	75.000 tona
Drugi NO_x protokol predviđa 84.000 tona u 1990. godini			

Izvor: Ibidem

U emisiji NO_x najveći udio ima promet. Postupnim povećanjem udjela sve kvalitetnijih vozila emisija iz prometa se smanjuje i time se kompenzira porast mobilnosti i porast iz ložišta. Razlike između pojedinih scenarija najviše su posljedica različite zastupljenosti ugljena i različite strukture goriva u prometu.

U 2010. godini emisija NO_x je za 11 do 17 % manja od emisije iz 1990. godine, što znači da bi mogla zadovoljiti zahtjeve Kyoto protokola uz dodatno smanjenje emisije NO_x.

Tablica 10. Procjena emisije CO_2 različitih scenarija u Hrvatskoj

	1000 tona					
	1990.	1995.	2000.	2010.	2020.	2030.
S-421	23.000	15.000	20.000	30.000	35.700	44.000
S-422	23.000	15.000	20.000	27.500	31.000	37.000
S-423	23.000	15.000	20.000	25.500	29.000	33.000
Kyoto protokol	23.000	23.000	23.000	23.000	23.000	23.000

Izvor: [7, str. 28]

U 1996. godini u emisiji CO_2 najveći udio imao je energetski sektor. U procjenama je pretpostavljen porast emisije neenergetskih izvora proporcionalno emisiji energetskog sektora. Po svim scenarijima emisija u 2010. godini veća je od zahtjevane emisije iz Kyoto protokola i to za 11 do 24 %.

Tablica 11. Usporedba emisije SO_2, NO_x, CO_2 u Hrvatskoj i Europskoj zajednici [12]

	1990.			1995.			2000.			2010.		
	SO_2	NO_x	CO_2*	SO_2	NO_x	CO_2*	SO_2	NO_x	CO_2*	SO_2	NO_x	CO_2
Hrvatska	37	17	4,2	13	11	3	5	15	3,9	9	15	5
EU (12)	35	30	7,9	-	-	-	-	-	-	12 (min) 19 (max)	13 (min) 23 (max)	7,3

* *Opaska:* Količine CO_2 iskazane su u tonama po stanovniku.
Izvor: [7, str. 136, 139, 142]

Na osnovi usporednih podataka o emisiji plinova SO_2, NO_x i CO_2 u Hrvatskoj i EU [12] po stanovniku, može se zaključiti da je emisija nešto povoljnija za Hrvatsku. Međutim, treba istaći da sustavna borba za sniženje plinova staklenika tek predstoji ukoliko se ima na umu zaduženje prema Kyoto protokolu. To se posebno odnosi na emisiju CO_2 koja je približno 3 - 4 puta niža po stanovniku u odnosu na EU [12], ali je veća nego što predviđa Kyoto protokol za Hrvatsku (vidi tablicu 10).

3. MJERE KOJE SE PODUZIMAJU U CILJU SMANJENJA PLINOVA STAKLENIKA (GHG_S)

Problem zaštite životne sredine je kompleksan i zahtijeva niz aktivnosti znanstvenika i stručnjaka, uz svestranu pomoć države, ali i privrednih subjekata, posebno u energetskom sektoru, u cilju smanjenja emisije otrovnih plinova.

Mjere koje se poduzimaju mogu se svrstati u nekoliko skupina. Nabrojimo neke, važnije. To su:

- poboljšanje energetske učinkovitosti u proizvodnji i potrošnji energije, posebno u proizvodnji električne energije;
- uporaba učinkovitije opreme i uređaja u potrošnji energije, posebno u procesu izgaranja goriva;
- prijelaz na potrošnju energije koja manje zagađuje okoliš (na primjer, prirodni plin, hidroenergija, geotermalna energija, energija vjetra, biomase i dr.);
- u ekonomske mjere spadaju poticajne mjere od strane države (subvencija, "saving grace" - nadoknade, povećanje cijene energije, takse i dr.).

U posljednje vrijeme sve više dolaze do izražaja saznanja da se degradacija životne sredine ne može liječiti proklamacijama o potrebi brige za okoliš, debatama na konferencijama i sastancima.

Prihvaćanje energetske politike je važan iskorak, a daljnji koraci su odlučujući u promociji i oživotvorenju ciljeva energetske politike u svim njenim segmentima, s posebnim naglaskom na očuvanju okoliša. To nije samo pitanje etike, već duboko moralni kodeks koji nas obvezuje ne samo kao brižnost za sadašnjost, već, posebno, u kakvom će stanju naslijediti od nas energetsku budućnost naša djeca i unučad.

Ekosustav na zemlji neće biti u stanju prilagoditi se brzim promjenama, ukoliko se ritam emisije plinova staklenika (GHG_S) nastavi sadašnjom dinamikom.

Razina problema vezanih za tu problematiku iziskuje strateški pristup širokog raspona, koji svoje uporište ima u dugoročnoj viziji razvitka energije, što znači da sve mjere kratkoročnog karaktera, vezane za materiju energije, trebaju proizlaziti iz dugoročnih planova razvitka energije. [3]

Iz tih razloga potrebno je pojmovno odrediti energetsku politiku da ona sadrži potrebne strateške odrednice, s obzirom na prirodna svojstva (fizikalna i kemijska) izvora i oblika energije, koja su dugoročnog karaktera, a koja imaju presudan utjecaj na okoliš.

U proizvodnji energije jedno je od vrlo važnih područja proizvodnja električne energije, a u kogeneraciji, topline i električne energije.

O značenju električne energije za ljudski rod ne bi trebalo trošiti mnogo riječi, ali proizvodnja električne energije u termoelektranama koje kao gorivo koriste fosilna goriva (ugljen, naftu ili prirodni plin) zaslužuju posebnu pozornost.

Evo iz kojih razloga. Godišnja stopa rasta potrošnje električne energije u svijetu za razdoblje od 1980. do 1990. godine bila je 3,5 %. Predviđa se da bi u vremenu od 1990. do 2020. godine dosegla 2,3 % i znatno je iznad godišnje stope rasta primarne energije za isto razdoblje: 2,8 % odnosno 1,4 %. [8]

S obzirom na potrebe za sve većim količinama električne energije, to je učinkovitost proizvodnje jedan od primarnih zadataka u procesu transformacije (pretvorbe).

Povećana učinkovitost povoljno se odražava na smanjenje goriva potrebnog za proizvodnju kWh električne energije, smanjuju se proizvodni troškovi, a što je posebno važno, manja je i emisija otrovnih plinova kod tehnologija najnovije generacije. Iz tih razloga se naglašava da je proces izgaranja ključ tehnologija koje se očituje u energetskoj učinkovitosti. To vrijedi za sve izvore energije (naftu, plin, ugljen i dr.).

Značajke goriva, mjesto izgaranja (na primjer, plinska turbina), izmjena topline, prijenos topline, sklopovi, kontrola emisije otrovnih plinova, odlaganje otpada, sigurnost te najnaprednije kontrole procesa su nezaobilazni elementi koji imaju utjecaja na krajnju učinkovitost proizvodnje (energetsku, ekonomsku i ekološku). [9]

U tablici 12 prikazana je usporedba različitih tehnologija u proizvodnji električne energije koje koriste fosilna goriva kao i njihova učinkovitost.

Podaci u spomenutoj tablici instruktivno ukazuju od kolike je važnosti uporaba novih tehnologija i kakvoće efekata koji se postižu. Ako se ima na umu da su investicije u termoelektrane na prirodni plin upola jeftinije nego one koje koriste ugljen kao gorivo, istog kapaciteta (600 MW), onda je time zaokružen ciklus koji pokazuje znatnu prednost termoelektrana koje koriste prirodni plin u odnosu na one koje koriste ugljen ili naftu kao gorivo.

Zagađenje okoliša kod uporabe ugljena i nafte kao goriva za termoelektrane zahtijeva dodatna skupa ulaganja što ima utjecaja na povećane troškove proizvodnje.

Tehnološki razvitak kombinirane proizvodnje električne i toplinske energije (kogeneracija) omogućava stupanj toplinske učinkovitosti i preko 85 %. Kod kombinirane proizvodnje električne i toplinske energije (blok energane) postiže se ušteda primarne energije od 37 % u odnosu na odvojenu proizvodnju električne energije i toplinske energije klasičnim načinom uz istodobno sniženje emisije CO_2 za 59% i NO_x za 26%.

Treba naglasiti da danas u svijetu 90 % kapaciteta kogeneracije koristi prirodni plin kao gorivo. [9]

Visok postotak prirodnog plina koji se koristi u industriji oko 40 %, a u razvijenim zemljama i do 50 %, razlog je što se posvećuje posebna pozornost plinskoj opremi i uređajima i razvoju nove opreme čija su obilježja visoka termička učinkovitost i smanjenje otrovnih plinova.

O plamenicima koji su se pokazali učinkoviti prigodom izgaranja prirodnog plina, posljednjih godina, bit će riječi u nastavku.

High velocity burners. Plamenici u kojima se s velikom brzinom prenaša toplina u sve dijelove toplotnog tijela kod temperature između 700°C i 1300°C.

Recuperative and regenerative burners. To su plamenici gdje je sagorjeli zrak predgrijan proizvodima koji sagorijevaju. To je posebno prikladno za procese koji zahtijevaju temperature do najviše 1500°C, uz isto-

Tablica 12. Usporedne tehnologije u proizvodnji električne energije koristeći fosilna goriva i njihova učinkovitost

	Potrebna količina topline za proizvodnju kWh Btu/HHV	Emisija SO_2 lb/MWh	Emisija NO_x lb/MWh	Emisija CO_2 lb/MWh	Pepeo lb/MWh
Proizvodnja električne energije - pogon ugljen u prahu sa 95 % desulfuracije otpadnih plinova (PCw/FGD)	9700	3,84	3,88	2041	168
Izgaranje ugljena u fluidiziranom sloju pod tlakom (PFBC)	8500	3,37	0,42	1792	147
Integralna plinifikacija kombiniranog ciklusa (IGCC)	8000	0,63	0,51	1644	138
Izgaranje u kružnom ciklusu plinske turbine (+prirodni plin) (CC-Gas)	7514	0	0,58	874	0

Opis kratica: PCw/FGD - Pulverized Coal Steam With 95 % Flue Gas Desufurization
PFBC - Pressurized Fluidized Bed Combustion
IGCC - Integrated Gasification Combined Cycle
CC-Gas - Natural Gas Fired Combined Cycle
Btu = 0,252 kcal odnosno 1,0551 ky; lb = 453,59 grama; HHV = High heat value
MWh = 1000 kWh. *Opaska:* Bituminozni ugljen sa 4 % težinskog sumpora.
Izvor: N. A. Holt, D. M. Golden and I. M. Torrens - The Future Coal-based Power Plant: An Inergrated Processing Facility, str. 10-W.E.C. 15th - Congress Madrid, rujan 20.-25., 1992. str. 10.

dobnu štednju 60 - 70 % energije u usporedbi s konvencionalnim - klasičnim plamenikom. Uvađanjem u žarište cijevi omogućuje njihovu uporabu u kontroliranoj atmosferi. Maksimalna temperatura je ograničena na 1000°C, međutim uporabom novih keramičkih materijala uza proizvodnju cijevi dozvoljava povećanje temperature.

Oxygas burners. Ovi plamenici koriste kisik prigodom sagorijevanja te proizvode plamen velike brzine i temperature uz povoljnu energetsku učinkovitost.

Emisija NO_x zavisi od temperature plamena, postotka zraka u mješavini plin-zrak te vremena zadržavanja proizvoda sagorijevanja u visokim temperaturnim zonama plina.

U mjere za smanjenje emisije NO_x ubrajaju se:

- smanjenje koncentracije kisika i dušika u visokim temperaturnim zonama plamena;
- smanjenje vremena zadržavanja u visokim temperaturnim zonama;
- smanjenje temperature plamena i dr. [10]

Jedna od tehničkih metoda koja mnogo obećava i koja se primjenjuje u cilju smanjenja NO_x jest "Catalytic Combustion" - katalitičko izgaranje.

Kod katalitičkog izgaranja nastaje problem kako ukloniti (remove) toplotu u ležištu katalizatora.

Jedna od metoda koje obećavaju postizanje čistog izgaranja je i kataliza ("Catalytic Way"). Proces se sastoji iz tri transfera topline: radijacije, prijenosa topline i vodljivosti (radiation, convection, conduction), s relativno niskom temperaturom, obično između 400 - 600°C, tako da je emisija NO_x neznatna, kao i CO, te nesagorivih ugljikovodika. Prednost je i u tome što mješavina plina s manjom koncentracijom goriva sagorijeva tako da plamen ostaje slobodan (nevezan, čist).

Uporabom katalitičkog izgaranja prirodnog plina u Nizozemskoj smanjena je emisija NO_x i to u industriji za 59 %, u kućanstvu i staklenicima 98 %, ostali potrošači 85 %, ali kod proizvodnje električne energije učinak je ravan 0. [11]

Prigodom razmatranja mjera za smanjenje emisije plinova staklenika nezaobilazan je ekonomski čimbenik koji igra sve značajniju ulogu.

U centru pažnje održanog seminara pod naslovom: "The Intergovernment Panel on Climate Change" - u Oslu od 18. do 20. kolovoza 1997. godine, bila je razmatrana ekonomska dimenzija promjene klime ne samo na industriju ugljena, već i šire.

Problem zagađenja okoliša sve je više podložan zakonima tržišta.

John Weyant (Stanford University) bio je glavni autor IPCC's izvješća - Second Assessment - u kojem je prikazano 17 različitih modela u cilju stabilizacije emisije CO_2 na razini od 550 ppm.

Prikazani modeli mogu se ostvariti uz odgovarajuće troškove koji bi mogli biti i ekonomski prihvatljivi, ali, međutim, uz znatne razlike.

Weyant zaključuje da Izvješće jasno ukazuje da je ekonomski utjecaj odlučujući, posebno u razvijenim zemljama. Seminar je bio koristan, jer je približio stavove o nizu značajnih informacija ekonomske naravi u svezi s različitim prijedlozima u pogledu promjene klime.

Pojedinačni modeli izazvali su divergentna stajališta, ali je opće mišljenje da će troškovi smanjenja plinova staklenika GHG_s biti visoki zavisno od globalnog energetskog i gospodarstvenog sustava pojedinih zemalja i regija u svijetu.

Mnogi sudionici su predlagali nadoknadu ("saving grace") kao jedno od mogućih rješenja smanjenja emisije CO_2 umjesto povećanja cijena energije. Međutim, prevladalo je mišljenje da dosadašnja iskustva nisu dala dovoljno čvrste argumente za podržavanje tog oblika subvencije u potrošnji energije.

Veći broj diskutanata upozorio je na značajnu razinu troškova koje iziskuje zaštita životne sredine; oni bi se mogli kretati i do 1 % u prosjeku, GDP (društvenog bruto proizvoda), i mogu smanjiti konkurentnost na tržištu i pored povećane učinkovitosti u raznim sektorima gospodarstva.

Ipak, težište u raspravama bio je utjecaj emisije GHG_s na promjenu klime, koji bi mogao biti katastrofalan, ukoliko se na vrijeme ne poduzimaju učinkovite mjere u cilju zaštite životne sredine, koje predlažu najveći autoriteti na tom području. Međutim, odluke će donijeti političari. [12]

Sustav subvencija je posebno razvijen u SAD-u. Prema studiji Ministarstva za energiju SAD, direktne i indirektne subvencije federalne vlade kreću se između 5 do 10 milijardi dolara godišnje ili 1 - 2 % od ukupne vrijednosti proizvedene energije. Obustava subvencija imala bi negativne posljedice na cijenu energije. Međutim, one potiču (subvencije) ekonomičnost proizvodnje energije, koja više uvažava zaštitu okoliša. [13]

Prema istom izvoru za sisteme kontrole emisije otrovnih plinova nastalih uporabom energije, koja zagađuje okoliš, u SAD-u se izdvaja približno godišnje 22,4 milijarde US dolara (prosjek ostvaren u razdoblju od 1973. do 1990. godine).

Zanimljivo je da je u 1993. godini Clinton, predsjednik SAD-a, razmišljao da predloži takse na sve izvore energije, osim na nekonvencionalne, u iznosu od 22 milijarde US dolara godišnje. Prikupljena sredstva bila bi prihod budžeta. [14] Istovrsnost brojaka nije slučajna.

4. ZAKLJUČAK

Podržavana energetska politika treba sadržavati u svom konceptu, kao nezaobilazan faktor, mjere za zaštitu životne sredine od utjecaja otrovnih plinova. Što je neka zemlja razvijenija, to se više pozornosti poklanja zaštiti okoliša. Usmjeravanje potrošnje energije, tj. potrošnja učinkovitije energije, koja uz to i manje zagađuje životnu sredinu, bitan je čimbenik

konzistentne energetske politike. Korištenje različitih izvora i oblika energije uz disperziju primjene suvremene tehnologije te nastojanja pronalaska novih tehnologija, kamen su temeljac propulzivne energetske politike, koja uz manju potrošnju istodobno emitira i manje plinova staklenika.

LITERATURA

[1] BRATOLJUB KLAIĆ, "Rječnik stranih riječi", Nakladni zavod MH - Zagreb 1978, str. 354.

[2] The Revisiting the Basis - Ecoal - World Coal Institut, Vol. 27, rujan 1998, str. 1-8.

[3] L'Énergie dans la ville, OECD, Paris, 1996, str. 20.

[4] The State of the Environment, OECD, Paris, 1991, str. 218.

[5] BP Statistical Review of World Energy, London, June 1998, str. 37.

[6] Ecoal - World Coal Institute, London, Vol. 24, prosinac 1997, str. 1, 2.

[7] Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske - nacrt - RH Ministarstvo gospodarstva i Energetski institut "Hrvoje Požar" - Zagreb, 1998, str. 26, 21.

[8] D 'ERMO V. i sur., "Changes in the World Economic Structure and Impact on Energy Intensity and Energy Market", WEC 16th Congres, Tokyo 8-13. listopada 1995, str. 202.

[9] ŠUNIĆ, M.: "Efikasnost kongeneracijskih postrojenja". Energetika i marketing, Zagreb, 1996, str. 31-37.

[10] GROSPE LUIS i sur., "New Gas Technologies for Improving Energy Efficiency and Protecting the Environment", WEC - 15th Congress, Madrid 20-25. rujan 1992, str. 212, 213, 214.

[11] A. MULDER i sur., "Catallytic Combustion from Catalyst to Reactor", 20th WEC Working Committee E Copenhagen 10-13. lipanj 1997, str. 485 i 486.

[12] Ecoal-World Coal Institute, Vol. 23. rujan 1997, str. 1, 2.

[13] Examens des performance environnmentales Étas-Unis, OECD, Paris 1996, str. 137.

[14] Energy for Tommorow's World - WEC. 1993, Cogan Page (First published) st. Martin's Press, New York 1994, str. 169, 151.

THE INFLUENCE OF THE KYOTO PROTOCOL ON THE GLOBAL ENERGY MOVEMENTS

Fossil fuel consumption has long-term technological, but also economic and ecological effects, if observed within the frame of green-house gas abatement. During the Third Session of the Conference of Parties to United Nations on Climate Change in December 1997, the Kyoto Protocol was adopted unanimously, obliging the 38 developed countries to reduce the emission of green-house gases in the period from 2008 to 2012 by 5.2 per cent related to the 1990 level. Croatia was included in the Annex, with a 5 per cent obligation. In order to decrease the emissions of noxious gases and protect the environment, new technologies have to be developed and current technologies showing energy and economy efficiency have to be deployed faster.

The movement towards energy resources with less polluting effects is one of the efficient ways of noxious gases' abatement.

DER EINFLUSS DES KYOTO PROTOKOLS AUF GLOBALE REGUNGEN IN DER ENERGETIK

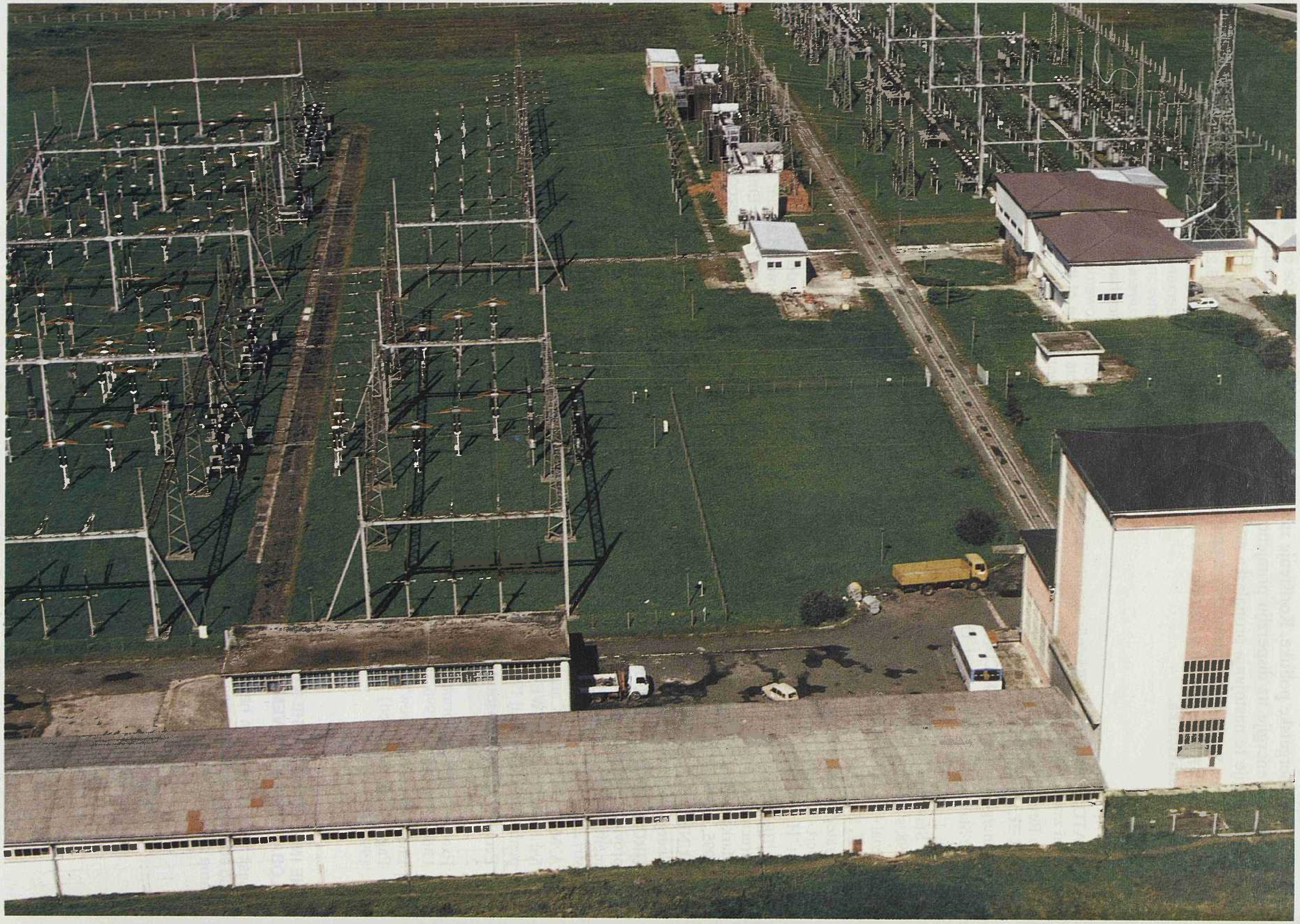
Der Verbrauch fossiler Brennstoffe hat weitreichende technologische, dazu aber - wenn vom Bestreben der Minderung von Emissionen der Treibhauseffektgase betrachtet - auch wirtschaftliche und umweltschutztechnische Folgen. Im Dezember 1997 an der dritten Tagung der Pariser Konferenz ("The Third Session of the Conference of Paris") der Vereinigten Nationen über das Klimaveränderungsproblem wurde das Kyoto Protokol, welches entwickelte Länder -deren 38 an der Zahl- verpflichtet in der Zeitspanne 2008 bis 2012 die Emission der Treibhauseffektgase (GHGs) um 5,2% bezogen auf das Niveau im Jahre 1990 zu reduzieren, einstimmig angenommen. Unter den im Anex eingefassten Ländern befindet sich auch Kroatien mit der Verpflichtung von 5%. Zwecks Minderung von Emissionen giftiger Gase und der Umwelthütung ist es notwendig neue Technologien zu entwickeln, und zeitgemässe, bezüglich der energetischen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeiten bewährteTechnologien schneller anzuwenden.

Der Übergang auf grössere Nutzung von Energiequellen, welche die Umwelt weniger beeinträchtigen, ist eine der leistungsfähigen Weisen der Minderung von Emissionen schädlicher Gase.

Naslov pisca:

prof. dr. sc. Radmilo Protić, dipl. ing.
Rudarsko-geološko-naftni fakultet Zagreb
Pierottijeva 6
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-04-13.



BUG 2000.

Franjo K l e č i n a, Zagreb

UDK 621.039:681.3
STRUČNI ČLANAK

Dano je kratko objašnjenje Problema 2000. godine i pregled mogućih postupaka i akcija za rješavanje tog problema

Ključne riječi: problem, 2000., godina, Y2K, Bug, datum, programi, računala.

1. UVOD

Korijeni "Problema 2000. godina" (popularno nazvan Bug 2000. ili Y2K) sežu u doba kad se nastojalo štedjeti memoriju što je moguće više, bilo zbog uštede radne memorije ili uštede periferne memorije za trajnu pohranu podataka.

Štednja je ostvarena tako da je pri zapisu datuma godina označavana s dvije zadnje znamenke umjesto sa četiri, a pretpostavljalo se da su prve dvije znamenke 19. Dobit je bila u bržem dohvatu i obradi datumskih podataka te uštedi memorijskog prostora koje je bilo vrlo skupo. Unos podataka je ubrzan jer su se unosile samo dvije zadnje znamenke godine. Posljedica je da će svi sustavi (uređaji i programi) koji su tako pamtili datum i manipulirali s njim na dan 01.01.2000. godine zapravo pokazivati 01.01.1900. godine. Također, stari algoritmi za računanje prijestupne godine nisu uključivali sva pravila za izračunavanje prijestupne godine, što će rezultirati pojavom da će oni 29. veljače 2000. godine pokazati kao 1. ožujak.

Po istom principu radili su se procesori i programska podrška, a razrješenje prelaska na novo tisućljeće se odgađalo za neka bolja vremena. Nije se očekivalo da će mnoga strojna i programska rješenja ostati tako dugo u uporabi.

No vrijeme za uvažavanje neosporne činjenice prelaska u novo tisućljeće je na isteku i potrebno je učiniti zadnji napor da informatička i komunikacijska tehnologija ispravno funkcionira i nakon 31.12.1999. Što će se i u kojoj mjeri zbiti s nastupanjem 2000. godine ovisi o zahvatima na postojećem računalnom sustavu, programskoj podršci i rješenjima, stupnju integracije i ugrađenosti računalnog sustava u poslovni, proizvodni i upravljački sustav.

2. BITNE KARAKTERISTIKE PROBLEMA

Kao bitne karakteristike problema može se istaknuti:

- opća prisutnost problema u svim poduzećima i ustanovama bez obzira na geografski položaj ili udaljenost te informatičku opremljenost,
- odražava se na svim područjima obrade informacija: korištenje računalne i komunikacijske opreme, računalnih programa, podatka i dokumenata, te računalom podržanih procesnih i upravljačkih sustava koji koriste podatke s datumskim vrijednostima, tj. poslovnu i tehničku primjenu obrade podataka,
- rok za otklanjanje mogućih problema je svakim danom sve kraći,
- relativno visok rizik ovisno o području uporabe informacijske tehnologije,
- otklanjanje problema predstavlja trošak koji nije u direktnoj funkciji poboljšanja funkcioniranja informacijske strukture, nego samo otklanjanje rizika od njegova neispravna rada.

3. KORACI K RAZRJEŠENJU PROBLEMA

Problem 2000. godine prepoznat je u gotovo svim zemljama svijeta. Kako problem zahvaća sve aspekte života i rada cijele nacije, prepoznat je i kao nacionalni problem te je u svrhu što cjelovitijeg i usklađenijeg rješavanja tog problema Hrvatska Vlada donijela "Odluku o osnivanju Povjerenstva Vlade Republike Hrvatske za rješavanje Problema 2000." Ovo Povjerenstvo je donijelo "Nacionalni program rješavanja Problema 2000. godine" i "Plan provedbe Nacionalnog programa rješavanja Problema 2000. godine". Sve informacije o radu Povjerenstva te savjeti kako riješiti neke od prob-

lema, mogu se naći na Internetu na adresi **http://www.2000.hr/**.

Prema dokumentu Nacionalnog programa ukupno područje na koje se rasprostire djelovanje ovog problema sadrži tri sustavne cjeline:

- informacijsko - računalni sustavi i baze podatka
- infrastrukturni sustavi
- automatizirani/procesni sustavi.

3.1. Informacijsko-računalni sustavi i baze podatka

Ovo područje obuhvaća računalne i ostale informacijske sustave, baze podatka, informacijsku i dokumentacijsku građu, registre. Oblici štetnog djelovanja Problema 2000. godine mogu se manifestirati na različite načine jer neispravni programi mogu pogrešno izračunavati razdoblja, imati pojavu negativnih vrijednosti (npr. 00-84), te time prosljeđivati pogrešno izračunate vrijednosti drugim programima. Pogrešno obrađen (shvaćen) datum može izazvati prestanak rada programa, dati pogrešan rezultat te čak oštetiti ili uništiti pojedinačne ili skupine podataka. Problem je izražen i kod razmjene dokumenata koji sadrže datumske podatke, a koji su osnova za izvođenje određenih pravnih ili poslovnih akcija.

Područja na kojima je najviše izražen navedeni problem su: banke i osiguravajuća društava, zdravstvo, državne institucije.

Iz navedenog zaključujemo da se može očekivati vrlo visok rizik od neispravnog rada informacijskih sustava ukoliko se ne učine koraci da se ti rizici smanje na prihvatljivu mjeru.

3.2. Infrastrukturni sustavi

Područje infrastrukturnih sustava pokriva temeljnu nacionalnu infrastrukturu koju tvore sustavi:

- prometa (cestovni, vodeni, zračni, željeznički, poštanski)
- veza (telefonija i drugi telekomunikacijski sustavi, radio, televizija)
- energetike (proizvodnja i distribucija električne energije, nafte, plina, vode)
- policija
- obrana.

Djelovanje infrastrukturnih sustava osnovica je djelovanja svih vitalnih društvenih i gospodarskih djelatnosti. Oni se međusobno isprepleću i pogrešno djelovanje jednog sustava se negativno odražava u manjoj ili većoj mjeri i na druge sustave. Osim toga u vezi su i sa sustavima izvan granica države te mogu biti pod utjecajem pogrešaka iz vana ili sami generirati pogreške prema van.

3.3. Automatizirani/procesni sustavi

U ovom području obuhvaćena je računalna i druga elektronska oprema i uređaji koji u svojim sklopovima sadrže dijelove koji vrše mjerenja, bilježenja i obrade vremenskih podataka za izvršenje programiranih radnji. Pogreške se mogu javiti u vidu:

- zaustavljanja ili neizvršavanja određenih operacija,
- nastavka izvođenja nekih operacija unatoč nastanku uvjeta za njihov prekid, itd.

4. TEMELJNA NAČELA POLITIKE RJEŠAVANJA PROBLEMA 2000. GODINE

Prema dokumentu Nacionalnog programa cjelokupni sustav rješavanja Problema 2000. godine temelji se na sljedećim načelima:

- *načelo odgovornosti,* svaki subjekt u upravi, gospodarstvu, javnim djelatnostima i infrastrukturnim djelatnostima dužan je utvrditi ispravnost/usklađenost informacijskih sustava, računalne i druge elektroničke opreme, programa i dokumenata u skladu s normom usklađenosti s godinom 2000. te kod utvrđenih neusklađenosti pristupiti rješavanju Problema 2000. godine;

- *načelo zaštite i sigurnosti*, odnosi se na zaštitu nacionalnih i gospodarskih interesa i resursa te zaštite integriteta i prava fizičkih i pravnih osoba. Integritet države, gospodarskih i drugih pravnih subjekata i građana ne smije biti ugrožen uslijed neusklađenosti s godinom 2000.;

- *načelo transparentnosti,* traži otvorenost i dostupnost informacija i rješenja;

- *načelo etične promidžbe*, odnosi se na etičnost korištenja usklađenosti, odnosno neusklađenosti nekog poslovnog subjekta s godinom 2000.

5. NEKE METODE RJEŠAVANJA PROBLEMA

Ukoliko do ovog momenta niste ništa poduzeli o pitanju Problema 2000. godine tad se standardno preporučuju sljedeći koraci: donesite odluku da sva oprema koja se nabavlja mora imati certifikat kojim se garantira da ima riješen Problem 2000. godine, a zatim odmah organizirajte Tim za rješavanje Problema 2000.

Njegov zadatak bi bio:

1. Inventura informacijskih sustava i tehničke opreme radi ispitivanja njihove prilagođenosti 2000., i to:

a) vlastitog informacijskog sustava
- hardvera (sva računala i mreže)
- softvera (sistemskog i aplikacijskog, vlastitog i nabavljenog sustava baze podataka, te softvera za mreže)
- baze podataka,

b) tehničke opreme (od uredske opreme do procesnih uređaja u najširem značenju te riječi)

c) vanjskih informacijskih sustava bitnih za funkcioniranje poduzeća (dobavljači, ZAP, banke i osiguravajuća društva, kupci, javna poduzeća...).

Kod utvrđivanja stanja informatičke opreme preporučljivo je koristiti neki od poznatih programa za testiranje. Naime, postoji cijeli niz računalnih programa za različite platforme koji vrše testiranje strojne i programske opreme na osjetljivost na Problem 2000. godine.

2. Izrada procjene rizika

Procijenite štete koje bi mogle nastati u slučaju zastoja u radu informacijskih sustava i/ili tehničke opreme.

3. Izrada plana prilagodbe informacijskih sustava i tehničke opreme te njegovo izvršenje

U cijelom ovom poslu valja procijeniti prioritete i troškove zahvata te vrijeme kao nedostajući resurs, pa je stoga preporučljivo:

- izabrati optimalnu strategiju za rješavanje problema,
- utvrditi prioritete,
- utvrditi ekonomsku računicu jer je ponekad nabava novog profitabilnija nego nadogradnja ili promjena starog,
- ukoliko nemate dovoljno iskustva u rješavanju problema angažirajte stručnjake.

4. Provjera rada informacijskih sustava i tehničke opreme

Datumi koji mogu poslužiti za testiranje su:
01.01.1999., 09.09.1999., 31.12.1999., 01.01.2000., 29.02.2000., 01.03.2000., 31.12.2000., 01.01.2001., 29.02.2004., 01.03.2004.

5. Izrada plana rada u nepredviđenim situacijama

6. KRITERIJI ZA USKLAĐENOST SUSTAVA S 2000. GODINOM

Usklađenost sustava s 2000. godinom može biti podvrgnuta sljedećim kriterijima:

- Niti jedna vrijednost tekućeg datuma neće prouzročiti bilo kakav prekid operacija.
- Funkcionalnost bazirana na datumu mora biti konzistentna za datume prije, za vrijeme i poslije 2000. godine.
- U svim sučeljima i bazama podatka, svi datumi moraju nositi oznaku stoljeća na eksplicitan način ili koristeći neki od algoritama koji problem rješavaju.
- 2000. godina mora biti prepoznata kao prijestupna godina.

7. NEKE METODE ZA SOFTVERSKO RJEŠAVANJE PROBLEMA

Postojeće aplikacije se mogu izmijeniti na puno načina, ali svaki od njih zahtijeva i određene troškove i ima određene prednosti i nedostatke.

1. Proširivanje datuma na pune četiri znamenke

Ova metoda zahtijeva i promjenu baze i programskog koda. Trajno rješava problem, ali traži velika ulaganja.

2. Dodavanje oznake stoljeća

Za 20. i 21. stoljeće se dodaje poseban znak. Potrebne su promjene i u bazi i u programskom kodu, ali zauzima manje memorije.

3. Fiksno uokvirivanje

Ovim postupkom se izbjegavaju promjene u bazi, a za određivanje točne godine koristi se sljedeća logička petlja:

if YY 40
then YYYY ="19" đđ YY
else YYYY = "20" đđ YY

Javljaju se problemi sortiranja i indeksiranja.

4. Metoda pomičnog okvira

Ovom metodom zahtijeva se promjena samo programskog koda, ali ne i podataka u bazi. Nedostatak je da pokriva samo datume unutar intervala od 100 godina. To je modificirana metoda fiksnog uokvirivanja gdje su konstante pomaci u prošlost i budućnost od **tekuće godine**, a same granice intervala koji je moguće procesirat se mijenjaju u skladu s tekućom godinom.

Npr.
if YYYY = 1996 then 1916 to 2015 može biti procesirana;
ili
if YYYY = 2007 then 1927 to 2026 može biti procesirana.

5. Enkapsulacija

Oduzima se konstantan broj godina od datuma, procesira se matematička operacija nad datumom, i na kraju se rezultatu pribroji konstanta. Konstanta je 28 jer su svakih 28 godina dani u tjednu isti za bilo koji dan u godini. Ovaj algoritam radi za razdoblje od 1929. do 2027. godine. Isto ne daje trajno rješenje u svim segmentima obrade datuma.

8. OTKLANJANJE PROBLEMA NA PC-IMA

PC računala spadaju među najraširenije vrstu opreme koja se dugo zadržala u širokoj uporabi i kod koje postoje jasne naznake o očekivanim problemima pri prelasku na 2000. godinu.

Mogući problemi na PC računalima mogu se podijeliti na:

- probleme RTC (Real Time Clock) - sata realnog vremena
- probleme BIOS-a (Basic Input/Output System)
- probleme u korištenju aplikacija (operacijskih sustava i korisničkih programa).

8.1. Problemi RTC (Real Time Clock) - sata realnog vremena

RTC je sat realnog vremena iz kojeg operacijski sustav računala pri svakom uključivanju očitava sistemsko vrijeme. U starim AT računalima će 2000. godina biti

prepoznata kao 1900. te će on pokazivati najraniji datum za koji je programiran, tj. 1980. Ovu pogrešku je ponekad moguće ispraviti nekim od softverskih rješenja ili unosom datuma kod svakog uključivanja stroja. Postoji i jeftino hardversko rješenje ugradnjom posebne kartice koja vrši kontrolu i ispravku sistemskog datuma.

8.2. Problemi BIOS-a (Basic Input/Output System)

BIOS je osnovni program u kojem su pohranjeni podaci o konfiguraciji računala, uređajima s kojima procesor može komunicirati itd. U starijim računalima BIOS je bio pohranjen u ROM (Read Only Memory) memoriji koja se ne može naknadno mijenjati, a od 1994. godine u EEPROM (Electrically Eraseable Programmable Read Only Memory) čipu koji dopušta mijenjanje sadržaja memorije. Podaci u EEPROM-u se mijenjaju posebnim programom zvanim "fleš". Potrebno je saznati oznaku BIOS-a, datum proizvodnje i proizvođača te s odgovarajuće Web stranice skinuti novu verziju te je implementirati u EEPROM.

8.3. Problemi u korištenju aplikacija (operacijskih sustava i korisničkih programa)

Preporučljivo je kontaktirati s proizvođačima programske podrške (sistemske i korisničke) i od njih dobiti pismenu potvrdu o spremnosti programa za 2000. godinu. Vlastitu programsku podršku potrebno je testirati prema ranije opisanim načelima.

9. ZAKLJUČAK

Cilj ovog članka je još jednom upozoriti na potrebu poduzimanja odgovarajućih mjera za izbjegavanje smetnji u poslovanju kod prelaska u vrijeme iza 31.12.1999. godine.

Da bi se umanjile posljedice informatičkog prelaska na 2000. godinu još uvijek nije kasno da se učine zadnji napori radi sprječavanja pojave opisanih problema.

Sa sviješću da je vremena sve manje, potrebno je odmah prijeći u realizaciju otklanjanja uzroka koji mogu dovesti do ozbiljnih smetnji u poslovanju, procesu proizvodnje i pružanja usluga.

LITERATURA

[1] Povjerenstvo Vlade Republike Hrvatske za rješavanje Problema 2000. godine: "Nacionalni program rješavanja Problema 2000. godine", Zagreb, veljača 1999. godine,

[2] Povjerenstvo Vlade Republike Hrvatske za rješavanje Problema 2000. godine: "Plan provedbe Nacionalnog programa rješavanja Problema 2000. godine", Zagreb, veljača 1999. godine,

[3] N. SEVERIN: “Problem 2000”, Info – Trend , broj 76/12/1998, Zagreb,

[4] Web stranice:

http://www.2000.hr/, http://www.hgk.hr/,

http://www.y2k.gov/, http://www.ibm.com/ibm/year2000/, http://www.microsoft.com/technet/year2k/.

BUG 2000

A short explanation of the Year 2000 Problem is given as well as a list of possible procedures and actions to solve this problem.

DER BUG 2000

Das Problem 2000 wurde kurze erklärt, und eine Übersicht möglicher Verfahren und Eingriffe zur dessen Lösung dargestellt.

Naslov pisca:

Franjo Klečina, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-04-29.

ZAKONSKA REGULATIVA IZ 1998. GODINE

Tijekom 1998. godine doneseno je niz zakona i odluka. Neki od njih odnose se na djelatnost elektroprivrede. U nastavku je dan pregled zakona interesantnih za stručno osoblje elektroprivrede:

- Pravilnik o načinu osnivanja i rada tehničkih odbora (NN 86/98., str. 1930.)
- Odluka o izmjeni Odluke o visini naknade za prostore koje koriste objekti za proizvodnju električne energije (NN 24/98., str. 437.)
- Odluka o izmjeni Odluke o visini naknade za prostore koje koriste objekti za proizvodnju električne energije (NN 74/98., str. 1657.)
- Popis elektrana, jedinični iznosi naknada, popis gradova i općina na čijem području su elektrane smještene (pročišćeni tekst) (NN 99/98., str. 2441.)
- Pravilnik o državnim etalonima (NN 47/98., str. 978.)
- Odluka o davanju suglasnosti na statut Hrvatskog zavoda za zaštitu od zračenja (NN 49/98., str. 1014.)
- Pravilnik o uvjetima za ovlašćivanje znanstvenih mjeriteljskih laboratorija (NN 47/98., str. 979.)
- Pravilnik o uvjetima za potvrđene mjeriteljske laboratorije za ispitivanje i ovjeravanje mjerila mase (NN 56/98., str. 1272.)
- Pravilnik o općim uvjetima koje moraju zadovoljiti ovlašteni laboratoriji i ovlaštene pravne osobe za provedbu potvrđivanja i načinu provedbe postupka ovlašćivanja (NN 83/98., str. 1864.)
- Izvješće o okolišu u RH (sažetak) (NN 88/98., str. 1958.)
- Pravilnik o tehničkom nadzoru električnih postrojenja, instalacija i uređaja namijenjenih za rad u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN 69/98., str. 1549.)
- Pravilnik o temeljnim zahtjevima za opremu, zaštitne sustave i komponente namijenjene eksplozivnoj atmosferi plinova, para, maglica i prašine (NN 69/98., str. 1552.)
- Pravilnik o izgledu i uporabi potvrdbenog (certifikacijskog) znaka (NN 88/98., str. 1956.)
- Uredba o javnoj raspravi u postupku donošenja prostornih planova (NN 101/98., str. 2486.)
- Pravilnik o sadržaju, mjerilima i kartografskih prikaza, obveznim prostornim pokazateljima i standardu elaborata prostornih planova (NN 106/98., str. 2806.)
- Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prostornom uređenju (NN 68/98., str. 1533.)
- Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o naknadi za uporabu radijskih frekvencija i načinu plaćanja (NN 6/98., str. 98.)
- Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o naknadi za uporabu radijskih frekvencija i načinu plaćanja (NN 84/98., str. 1868.)
- Program statističkih istraživanja RH za 1998. godinu (NN 16/98., str. 238.)
- Uputa o izmjenama i dopunama Upute za provođenje dijela Programa statističkih istraživanja RH koji se odnosi na plaće i materijalna prava zaposlenika u 1997. godini (NN 37/98. str. 808.)
- Pravilnik o stručnoj spremi, radnom iskustvu, programima, sadržajima i načinu polaganja stručnog ispita stručnjaka zaštite na radu (NN 127/98., str. 3232.)
- Odluka o osnivanju Tehničkog potpornog centra kao vodeće tehničke skupine u slučaju nuklearne nesreće (NN 157/98., str. 3804.)
- Objava o brisanju iz Popisa pravnih osoba, radnji i stručnih službi koje imaju ovlast za kontrolu i održavanje vatrogasnih aparata (NN 112/98., str. 3168.)
- Dopuna Popisa pravnih osoba, radnji i stručnih službi koje imaju ovlast za kontrolu i održavanje vatrogasnih aparata (NN 1212/98., str. 3168.)
- Uredba o klasifikaciji voda (NN 77/98., str. 1754.)
- Uredba o opasnim tvarima u vodama (NN 78/98., str. 1774.)
- Pravilnik o obračunu i plaćanju naknade za korištenje voda (NN 94/98., str. 2328.) – Ispravak (NN 108/98., str. 2854.)
- Odluka o izmjeni Odluke o utvrđivanju granica vodnih područja (NN 98/98., str. 2425.)
- Odluka o izmjeni Odluke o utvrđivanju slivnih područja (NN 98/98., str. 2426.)
- Nacionalna klasifikacija zanimanja (NN 111/98., str. 2894.)
- Dopuna Popisa pravnih osoba koje imaju ovlast za ispitivanje uvezenih uređaja za gašenje požara (112/98., str. 3169.)
- Dopuna Popisa pravnih osoba koje imaju ovlast za ispitivanje stabilnih instalacija za dojavu, gašenje i sprječavanje širenja požara (NN 112/98., str. 3170.)
- Dopuna Popisa pravnih osoba koje imaju ovlast za ispitivanje ispravnosti sustava za detekciju zapaljivih plinova i para (NN 112/98., str. 3170.)
- Popis pravnih osoba kojima je izdana suglasnost za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša (NN 15/98., str. 230.)

SBK

PROGRAM PROSTORNOG UREĐENJA RH

Zakonom o prostornom uređenju (Narodne novine, br. 30/94. i 68/98.) utvrđena je obveza donošenja Programa prostornog uređenja Republike Hrvatske. Na sjednici Sabora 9. svibnja ove godine donesena je Odluka, odnosno Program prostornog uređenja RH. Ovi dokumenti objavljeni su u Narodnim novinama, br. 50 od 21. svibnja ove godine. Stupanjem na snagu ove odluke prestaje važiti Odluka o donošenju Prostornog plana SRH (Narodne novine, br. 12/89.).

Programom su utvrđeni osnovni ciljevi prostornog razvoja Republike Hrvatske:

- osnažiti prostorno razvojnu strukturu Države
- povećati vrijednost i kvalitetu prostora i okoliša
- racionalno koristiti i zaštiti nacionalna dobra
- uvažiti zajednička obilježja i osobitosti područja
- razvijati infrastrukturne sustave.

Od osnovnih ciljeva i usmjerenja prostornog razvoja potrebno je istaknuti da pri razmještaju resursa treba uspostaviti realan policentričan model prostornog razvoja sa snažnijom afirmacijom srednjih i manjih gradova, te poticati razvoj središnjih naselja s funkcijama prema stupnju centraliteta, osobito u područjima rijetke naseljenosti, velikih udaljenosti između naselja i na područjima izvan glavnih prometno-razvojnih koridora. Osim toga treba provoditi mjere usporavanja rasta velikih gradova uz osnaživanje mreže srednjih i manjih gradova kao i lokalnih središta radi stvaranja uvjeta za kvalitetan razvoj na svim područjima. Također je nužan izbor razvojnih programa i tehnologija koje će očuvati kvalitetu prostora i okoliša. Razvoj treba planirati u granicama prihvatljivog opterećenja prostora, neprihvaćanjem zastarjelih i štetnih tehnologija te dosljednim provođenjem načela održivog razvoja. Nadalje, korištenje i namjenu prostora treba temeljiti na stručnim i znanstvenim osnovama i cjelovitom uvidu u značajke prostora, usklađeno s europskim kriterijima-standardima, osobito za zaštitu prirodnih resursa i okoliša. Potrebno je osigurati svrhovito korištenje resursa i to prvenstveno racionalnim korištenjem prostora za izgradnju, očuvanjem fizičke i funkcionalne cjelovitosti te kvalitete poljoprivrednog i šumskog zemljišta. Potrebno je na cijelom području RH razvijati infrastrukturne sustave sukladno razvojnim potrebama i europskim mjerilima te pri tome postići, između ostalog, sigurno i kvalitetno prometno povezivanje te osiguranje opskrbe vodom. Na temelju potpisanih međudržavnih ugovora treba donijeti nacionalne propise koji će regulirati ovo područje prometa.

Kod rekonstrukcije i izgradnje novih objekata, zahvate treba izvoditi po najvišim tehnološkim, ekonomskim i ekološkim kriterijima.

Programom se detaljnije utvrđuju pojedini sustavi (zračni promet, telekomunikacijski promet, energetski sustav itd.).

Kako su za elektroprivrednu djelatnost od bitnog značaja odredbe Programa prostornog uređenja u dijelu koji se odnosi na energetski sustav, u nastavku se taj dio donosi u cijelosti, kako je u Programu prostornog uređenja prikazan.

"3.2 Energetski sustav

Daljnji razvoj energetskog sektora polazi od postojećeg stanja i okolnosti, predviđenih potreba proizvodnje za opskrbu stanovništva i djelatnosti te težnje da se postigne potrebna sigurnost i europski standardi. Unaprjeđenje postojećih i izgradnju novih energetskih postrojenja pratit će odgovarajući prijenosni sustavi s ciljem sigurnosti opskrbe i uravnoteženja sustava na cijelom teritoriju Države.

3.2.1. Proizvodni energetski sustav

❑ **(3-16)**

Programske osnove proizvodnje energije polaze od težnje da Hrvatska postigne 90 % zadovoljenja potreba iz izvora na vlastitom teritoriju, modernizacijom i proširenjem postojećih te izgradnjom novih kapaciteta. Radi uravnoteženja potrošnje i proizvodnje po područjima, treba izgraditi, prema podacima Ministarstva gospodarstva (PROHES i Strategija energetike Republike Hrvatske), novih 1500 MW do 2010. godine, a do 2020. godine još 600 MW.

Razvoj je određen etapama: prioriteti do 2010. godine, prijelazno razdoblje do 2015. godine u kojem treba osigurati supstituciju za elektrane koje će do tada izaći iz sustava. Dugoročni razvoj treba odrediti prema okolnostima i relevantnim mjerilima u domaćim i svjetskim relacijama.

❑ **(3-17)**

Intervencije na postojećim proizvodnim energetskim postrojenjima odnose se na poboljšanje učinkovitosti postojećeg sustava i to:

- zadržavanje svih postojećih lokacija energetskih objekata (eksploatacijska polja nafte i plina s pripadajućim naftovodima i plinovodima, Jadranski naftovod, hidroelektrane i termoelektrane, dalekovodi i transformatorske stanice)
- kod rekonstrukcije ili zamjene postrojenja, zahvate izvoditi po najvišim tehnološkim , ekonomskim i ekološkim kriterijima uz saniranje i uređenje okoliša elektrane
- poboljšanje tehnologije i zamjenu energenata gdje je to moguće
- zadržavanje energetskih objekata koji su nas povezivali sa susjedim zemljama (Slovenija, RBiH, Mađarska, SR Jugoslavija).

❑ **(3-18)**

Nova proizvodna energetska postrojenja predviđena su u tri područja: šire područje srednje i sjeverne Dalmacije, šire područje istočne Slavonije, šire područje Zagrebačke i Sisačko-moslavačke županije. Predviđa se izgradnja minimalnih instaliranih snaga 350 MW za termoelektrane, odnosno oko 120 MW za hidroelektrane.

Kapacitete i njihov razmještaj utvrđivat će se sustavno na razini daljnjeg planiranja cjelovite državne mreže kroz strategiju razvoja energetskog sustava uvažavajući potrebe sigurnosti i učinkovitosti. U daljnjoj provedbi treba:

- zagovarati otvoreni pristup, odnosno određenu internacionalizaciju izgradnje energetskih postrojenja
- razmotriti sve predložene potencijalne lokacije za nove energetske objekte uz određenu novelaciju, radi postupka optimalizacije opskrbe energijom do 2015. godine i pri odabiru primjenjivati *Kriterije za lociranje termoelektrana i nuklearnih objekata u Republici Hrvatskoj*
- osigurati nove lokacije za povezivanje / zajedničku izgradnju, prvenstveno hidroelektrana s Mađarskom, odnosno s RBiH
- stvoriti uvjete za korištenje dopunskih izvora na županijskoj ili općinskoj razini
- osigurati odgovarajuće nadoknade lokalnoj zajednici za energetske objekte
- izraditi i provoditi nove plinske projekte (*npr. GEA-Gas Energy Adria, Adria LNG, plinifikacija Dalmacije / alternacija kopno ili more // podmorskim plinovodom ili plinonoscima ///).*

Posebnu pozornost treba posvetiti izboru energenata. Hidropotencijali će se ispitati i koristiti (uz postojeće) na rijekama Sava, Drava i Lika. Treba računati na korištenje plina gdje god je moguće, bilo kao domaći ili uvozni energent. Do 2015. godine u Republici Hrvatskoj neće se graditi niti istraživati, odnosno ispitivati izgradnja termoenergetskih objekata na ugljen kao i nuklearnih energana.

❑ **(3-19)**

Prioriteti za povećanje proizvodnje odnose se na:

- rekonstrukciju, modernizaciju i proširenje postojećih kapaciteta
- provođenje mjera štednje
- smanjenje gubitaka u sustavu
- racionalizaciju korištenja energenata.

U prvoj fazi treba iznaći optimalan način za povećanje proizvodnje kroz poboljšanje djelovanja postojećeg sustava. U

tom cilju treba utvrditi mogućnost korištenja najpovoljnijeg i dostupnog energenta s gospodarskog i ekološkog gledišta kao i pokrivanje potreba na kritičnim dijelovima sustava.

Za nove objekte treba izvršiti sustavnu pripremu u svim fazama (izbor lokacija, energenata, tehnologija, uz potrebna daljnja istraživanja). S tim ciljem se predviđa:

- izvršiti rekonstrukciju TE-TO Zagreb, TE-TO Osijek, TE Sisak i TE Jertovec
- završiti započete gradnje (TE Plomin)
- istražiti i na temelju rezultata istražnih radova odrediti najpovoljniju lokaciju za termoenergetske objekte na obalnom području i u istočnoj Slavoniji
- istražiti mogućnost opskrbe plinom i izraditi plan plinifikacije Dalmacije, Istre i Like.

Prioritete izgradnje novih proizvodnih jedinica treba konačno utvrditi u okviru Strategije energetskog razvoja, a moraju biti utemeljeni na gospodarskoj, sigurnosnoj i ekološkoj opravdanosti.

❑ **(3-20)**

Temeljne odrednice za odabir lokacija novih termoenergetskih objekata uvažavaju dosad korištene *Kriterije za izbor lokacija termoelektrana i nuklearnih objekata (Zaključak Vlade Republike Hrvatske, Narodne novine, 78/92.)* i naglašavaju slijedeće prostorno planerske postavke:

- svaki objekt mora zadovoljavati ekološke kriterije u odnosu na dozvoljene emisije štetnih tvari
- prioritet imaju lokacije koje nisu u konfliktu sa zaštitom prirode i područjima vrijednim za turizam i rekreaciju.

Tijek gospodarskog i tehničko-tehnološkog razvoja zahtijeva preispitivanje postojećih kriterija za odabir potencijalnih područja i izgradnju energetskih objekata. Cijeni se potrebnim uvesti dodatne kriterije za odabir i izgradnju, koji proizlaze iz novih razvojnih, gospodarskih i tehničko-tehnoloških saznanja kao i pojačane skrbi o prostoru i zaštiti okoliša.

Temeljem rečenog za sve lokacije moraju se obaviti dodatne kriterijske provjere u skladu s novouspostavljenim kriterijima. Ukoliko se s gospodarskog gledišta pokažu opravdanim, treba izvršiti usklađivanje s novim kriterijima, prvenstveno s eliminacijskim kriterijima, a posebno s onim koji se odnose na ograničenja koja proizlaze iz režima stroge zaštite.

Posebni kriteriji i obveze s gledišta prostornog razvoja odnose se na:

- očuvanje vrijednosti prostora za prioritetne djelatnosti područja
- moguće korištenje ekološki povoljnijih energenata (plin)
- izbjegavanje dodatnog opterećenja već opterećenog prostora
- prvenstveno otklanjanje konflikata i usklađenje s interesima zaštite prirodne baštine, uz potrebnu valorizaciju krajolika i relevantnih ekoloških komponenata
- prednost u lociranju imaju devastirani prostori i prostori bez drugih djelatnosti koji bi se izgradnjom termoelektrane sanirali
- mogućnost za zapošljavanje i gospodarsku dinamiku depopulacijskih područja.

Za konačni izbor treba uvažavati posebnu osjetljivost i nedostatak energije na području dijela Hrvatskog jadranskog priobalja.

❑ **(3-21)**

Korištenje drugih izvora energije i dopunska rješenja s ciljem poboljšanja ukupnih bilanci i sigurnosti opskrbe, te štednji energije, a obuhvaća sustave postavljene u Nacionalnim programima za:

- izgradnju malih postrojenja: sustav malih• elektrana (MAHE) sunčana energija (SUEN), bioenergija (BIEN), energija vjetra (ENWIND), geotermalna energija
- programi tehnoloških unaprjeđenja za: korištenje plina (PLINCRO), uvođenje kogeneracijskih postrojenja (KOGEN), uvođenje centralnih toplinskih sustava u naselja (KUEN-CTS), unaprjeđenje toplinske izolacije objekata, povećanje energetske efikasnosti (MIEE).

S gledišta prostornog uređenja i osiguranja uvjeta u prostoru, smjernice za uspostavu sustava malih hidroelektrana za lokalne potrebe treba ugraditi u županijske prostorne planove, uz uvažavanje očuvanja prostora i krajolika te osiguranja potrebnog biološkog minimuma vode i protoka za druge svrhe.

3.2.2. Prijenosni energetski sustavi

❑ **(3-22)**

Intervencije na postojećim energetskim prijenosnim postrojenjima treba provoditi tako da se zadrže postojeće građevine i sustavi u već izgrađenim koridorima, a kod izvođenja rekonstrukcija ili zamjena postrojenja, zahvate izvoditi po najvišim tehnološkim, ekonomskim i ekološkim kriterijima (npr. zamjena vodiča boljih svojstava kako ne bi trebalo proširivati koridor i drugo).

Treba zadržati sve koridore koji se koriste u povezivanju sa susjednim državama (Slovenija, Mađarska, RBiH, SR Jugoslavija / odnosi se na magistralne elektroenergetske i plinske mreže).

❑ **(3-33)**

Planiranje novih energetskih prijenosnih postrojenja temeljiti na ispitivanju mogućnosti da se tehnološkom zamjenom u postojećim koridorima postigne traženi efekt povećanja prijenosnih kapaciteta sustava, uz provođenje mjera:

- izgraditi i pojačati magistralnu mrežu / vezu prema Mađarskoj
- izgraditi novu 400 kV mrežu od RHE Obrovac do RP Sisak kao novi elektroenergetski koridor
- u postojećem koridoru Sisak – Ernestinovo – granica SRJ izgraditi novu 400 kV poveznicu
- proširiti plinsku mrežu u Državi, te u suradnji sa županijama osigurati na županijskoj razini vođenje pojedinih trasa energetskih sustava (osobito plinske mreže koje se predviđaju izgrađivati u plinom još neopskrbljenim područjima / Istra, Lika, Dalmacija).

U izgradnji primjenjivati najrelevantnije ekološke kriterije i koristiti postojeće koridore i prostore što je najviše moguće i težiti što manjem zauzimanju novih površina.

U prvoj fazi projektiranja obvezno je predložiti barem dvije mogućnosti vođenja pojedine trase energetskih prijenosnih postrojenja.

❑ **(3-24)**

Prioriteti se odnose na obnovu u ratu razorene mreže i uključenje u sustav Republike Hrvatske svih dijelova mreže, dovršenje poveznog dalekovoda između Dubrovnika i ostalog dijela mreže Dalmacije te završetak izgradnje dalekovoda prema Mađarskoj.

SBK

ZAKON O GRADNJI

U studenom 1992. godine stupio je na snagu Zakon o građenju (Narodne novine 77/92.). Zakonom je regulirano područje projektiranja, građenja i održavanja građevine. Određena su tehnička svojstva koja su bitna za građevinu te propisan postupak izdavanja građevne dozvole, uporabne dozvole i dozvole za uklanjanje građevine. Također je propisan i postupak inspekcijskog i upravnog nadzora u smislu primjene Zakona. U svibnju 1995. godine ovaj Zakon je dopunjen s cjelovitim odredbama o inspekcijskom nadzoru Narodne novine 33/95.).

Zbog promjena u političkom i gospodarskom sustavu Republike Hrvatske kao i nužnosti usklađenja hrvatskih propisa s propisima razvijenih europskih zemalja radi njezina bržeg uključenja u europske integracije, bilo je potrebno cjelokupno područje koje uređuje pitanje građenja i projektiranja, urediti na posve nov način.

Tome je prethodilo donošenje nekoliko zakona:

- **Zakon o hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine broj 47/98.)**
- **Statut hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine broj 40/99.)**
- **Kodeks strukovne etike hrvatskih arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine broj 40/99.)**
- **Zakon o prostornom uređenju (Narodne novine 68/98.).**

U svibnju ove godine donešen je novi Zakon o gradnji (Narodne novine broj 52/99. od 26. svibnja 1999. godine) koji se primjenjuje od 1. listopada ove godine. Danom stupanja na snagu ovog Zakona prestaje važiti Zakon o građenju (Narodne novine broj 77/92., 82/92., 26/93., 33/95 i 91/96.).

Zakonom se obvezuje ministar na donešenje određenog broja propisa u roku od jedne godine. Do stupanja na snagu tih propisa, ukoliko nisu u suprotnosti s odredbama ovog Zakona, ostaju na snazi odredbe:

- **Pravilnika o programu i načinu polaganja stručnih ispita za obavljanje poslova u izgradnji objekata** (Narodne novine broj 23/98.)
- **Pravilnika o kontroli projekta** (Narodne novine broj 47/93.)
- **Pravilnika o davanju ovlaštenja za kontroli projekta** (Narodne novine broj 53/93. i 101/93.)
- **Pravilnika o uvjetima, načinu i obrascu vođenja građevinskog dnevnika** (Narodne novine broj 59/93.)
- **Pravilnika o načinu zatvaranja i označavanja zatvorenog gradilišta, odnosno građevine** (Narodne novine broj 49/95.)
- **Pravilnika o službenoj iskaznici građevinskog inspektora i građevinskog nadzornika** (Narodne novine broj 44/95. i 56/95.)
- **Pravilnika o načinu vođenja očevidnika o obavljenim inspekcijskim pregledima građevinske inspekcije** (Narodne novine broj 1/98.).

Primarni zadatak novog Zakona o gradnji je organiziranje gradnje na način da građevina izdrži sva predvidljiva djelovanja koja se javljaju pri uobičajenoj uporabi tijekom cijelog životnog vijeka. Zakonom se propisuju sve bitne tehničke značajke, kako bi se postigao odgovarajući stupanj kvalitete. Zakonom je obuhvaćeno područje projektiranja, i to od faze koncipiranja preko izrade idejnog i glavnog projekta radi izdavanja građevne dozvole, tijekom gradnje i korištenja do konca njezinog životnog vijeka. Osim gradnje uređuje se i rekonstrukcija, održavanje građevine te uklanjanje dotrajalih građevina i to samo u bitnim pitanjima. Sva ostala pitanja se uređuju pravilima struke, normizaciji i autonomnoj regulativi.

Pri utvrđivanju bitnih zahtjeva za građevinu prihvaćene su smjernice Europskog savjeta o izjednačenju upravnih i pravnih propisa na području građevinskih proizvoda (COUNCIL DIRECTIVE of 21. December, 1988. on the approximation of laws regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products 82/106/EEC i 89/EEC) i temeljni dokumenti EEC (List EU 94/C 62/1). Treba napomenuti da su spomenute smjernice donesene radi usklađivanja nacionalnih zakonskih propisa svih članica Europske unije, pa je njihovim preuzimanjem učinjen značajan korak u usklađivanju naše regulative sa zemljama EU. Smjernice 89/106/EEC određuju šest bitnih zahtjeva za građevinu, koji su ugrađeni u Zakon o gradnji. To su:

- mehanička otpornost i stabilnost (uključena je pouzdanost i zaštita od korozije)
- protupožarna zaštita
- higijena, zdravlje i zaštita okoliša
- sigurnost u korištenju
- zaštita od buke
- ušteda energije i toplinska zaštita.

Zahtjevi kvalitete temelje se također na navedenim smjernicama. Kao dokaz uporabljivosti građevine služi:

- potvrda o sukladnosti (certifikat)
- dobavljačeva izjava o sukladnosti.

Građevni proizvodi, za koje nisu doneseni tehnički propisi i norme ili bitno od njih odstupaju, uporabljivi su ako imaju:

- tehničko dopuštenje ili
- svjedodžbu o ispitivanju.

Dokumentacija objekta se sastoji od idejnog, glavnog i izvedbenog projekta. Idejni projekt je potreban za dobivanje načelne dozvole i lokacijske dozvole. Glavni projekt je potreban za dobivanje građevne dozvole. Isto tako zakon određuje koji se objekti mogu graditi bez građevne dozvole.

Uporabna dozvola se izdaje nakon obavljenog tehničkog pregleda te na temelju nje nadležni sud upisuje građevinu u zemljišne knjige.

Inspekcijski nadzor nad primjenom ovog Zakona i drugih propisa koji uređuju gradnju i postupanje s građevinama obavlja građevna inspekcija u Ministarstvu - Uprava za inspekcijske poslove.

SBK

IZ IZVJEŠĆA DRŽAVNOG ZAVODA ZA STATISTIKU

Od prvog siječnja 1997. godine primjenjuje se pri izradi statističkih izvješća nova Nacionalna klasifikacija djelatnosti NKD, utemeljena na europskoj klasifikaciji NACE, Rev 1 koja je obvezna za države članice Europske unije. Upisom u Registar svakom se poslovnom subjektu dodjeljuje sedmeroznamenkasti matični broj, a dijelu poslovnog subjekta određuje se četveroznamenkasti redni broj uz matični broj. Svim poslovnim subjektima i njihovim dijelovima dodjeljuje se i šifra djelatnosti prema NKD-u. Područje E obuhvaća:

- ❑ Odjeljak 40 – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom
- ❑ Odjeljak 41 – Skupljanje, pročišćavanje i distribucija vode

➢ Na dan 31. ožujka ove godine poslovni subjekti prema područjima NKD – Područje E čine:

- Ukupno 160 poslovnih subjekata, a od toga su:
  - 109 poslovnih subjekata prema Zakonu o trgovačkim društvima
  - 49 poslovnih subjekata prema Zakonu o poduzećima i Zakonu o zadrugama
  - 2 ustanove (tijela, udruge, fondovi i organizacije).

➢ Poslovni subjekti prema Zakonu o trgovačkim društvima i područjima NKD-a, stanje 31 ožujka 1999 godine – Područje E:

- Ukupno 109, od toga su:
  - 6 dioničkih društava
  - 102 društva s ograničenom odgovornošću
  - 1 komanditno društvo.

➢ Poslovni subjekti prema Zakonu o trgovačkim društvima, po područjima NKD-a i oblicima vlasništva, stanje 31. ožujka 1999 godine - Područje E čine:

- Ukupno 109, od toga su:
  - 81 u državnom vlasništvu
  - 22 u privatnom vlasništvu
  - 6 u mješovitom vlasništvu.

➢ Poslovni subjekti prema Zakonu o trgovačkim društvima, po područjima NKD-a i podrijetlu kapitala - Područje E čine:

- Ukupno 109, od toga su:
  - 103 s kapitalom domaćeg podrijetla
  - 2 s kapitalom stranog podrijetla i
  - 4 s kapitalom mješovitog podrijetla.

➢ Poslovni subjekti prema Zakonu o poduzećima, Zakonu o zadrugama, po područjima NKD-a - Područje E čine:

- Ukupno 49, od toga su:
  - 35 javna poduzeća
  - 2 društvena poduzeća
  - 2 dionička društva
  - 10 društva s ograničenom odgovornošću.

Statističke jedinice za mjesečna i godišnja izvješća jesu trgovačka društva razvrstana u područja C, D i E u Registru poslovnih subjekata. Pri određivanju statističkih jedinica poštivan je i teritorijani princip na razini županija, tj. jedna statistička jedinica obuhvaća samo jednu županiju, pa je Hrvatska elektroprivreda dužna ispuniti toliko izvješća koliko ima županija, iako je jedan poslovni subjekt.

Između statističkih podataka objavljenih u mjesečnim i godišnjim izvješćima Državnog zavoda za statistiku izabrani su najinteresantniji podaci za Područje E – odjeljak 40: Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom

Obuhvaćeni su:

- podaci o proizvodnji električne energije sa indeksima fizičkog obujma proizvodnje
- podaci o neto i bruto plaći te broju zaposlenih djelatnika
- indeksi cijena industrijskih proizvoda.

Promatra se trogodišnje razdoblje od 1996 . do 1998 . godine, za koje su iskazani godišnji i mjesečni podaci te prva tri mjeseca 1999 . godine.

Proizvodnja električne energije

Karakteristike proizvodnje električne energije iskazane su pomoću indeksa fizičkog obujma industrijske proizvodnje te apsolutnih vrijednosti proizvodnje električne energije za trogodišnje razdoblje. Radi lakšeg sagledavanja trendova prikazani su podaci o godišnjim i mjesečnim vrijednostima za 1996., 1997. i 1998. te za prva tri mjeseca u 1999. godini.

Indeksi fizičkog obujma industrijske proizvodnje za odjeljke izračunati su po Laspeyresovoj formuli. Temelj za izračunavanje indeksa su podaci o proizvodnji u naturalnom izrazu prema nomenklaturi industrijskih proizvoda i pondera za te proizvode koji predstavljaju dodanu vrijednost za jediničnu proizvodnju u kojoj se proizvod iskazuje.

Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za ukupno izračunati su na temelju indeksa odjeljaka i stopa kojom odjeljci sudjeluju u ukupnoj dodanoj vrijednosti u području industrije. Znak "¯" ispred brojčane vrijednosti označava godišnji prosjek.

U tablici 1 i dijagramom na slici 1 prikazani su mjesečni indeksi fizičkog obujma proizvodnje za 1996., 1997. i 1998. godinu te za prva tri mjeseca u 1999. godini. Godina 1995. uzeta je s indeksom 100.

Treba napomenuti da se indeksi odnose prema novoj klasifikaciji na opskrbu električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40).

Tablica 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje (1995. = 100)

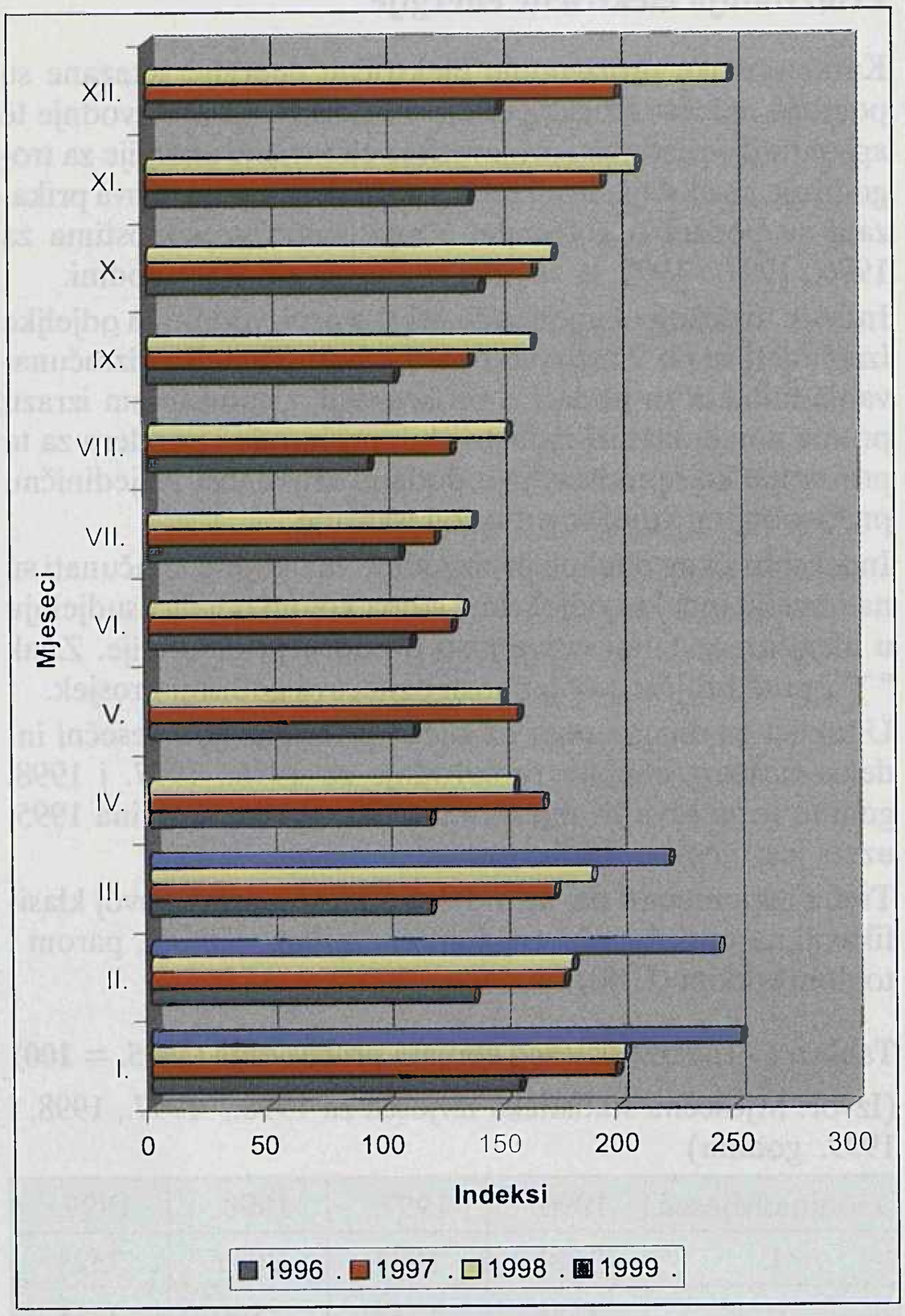
(Izvor: Mjesečna statistička izvješća za 1996., 1997., 1998. i 1999. godinu)

Godina/Mjesec	1996.	1997.	1998.	1999.
I.	1581	1993	2031	2523
II.	1384	1773	1809	2433
III.	1202	1736	1895	2225
IV.	1206	169	1562	
V.	1134	1581	151	
VI.	1126	1302	1351	
VII.	108	1233	1394	
VIII.	947	130	1541	
IX.	1059	1382	1647	
X.	1429	1655	1737	
XI.	1388	1952	210	
XII.	1507	2011	2492	

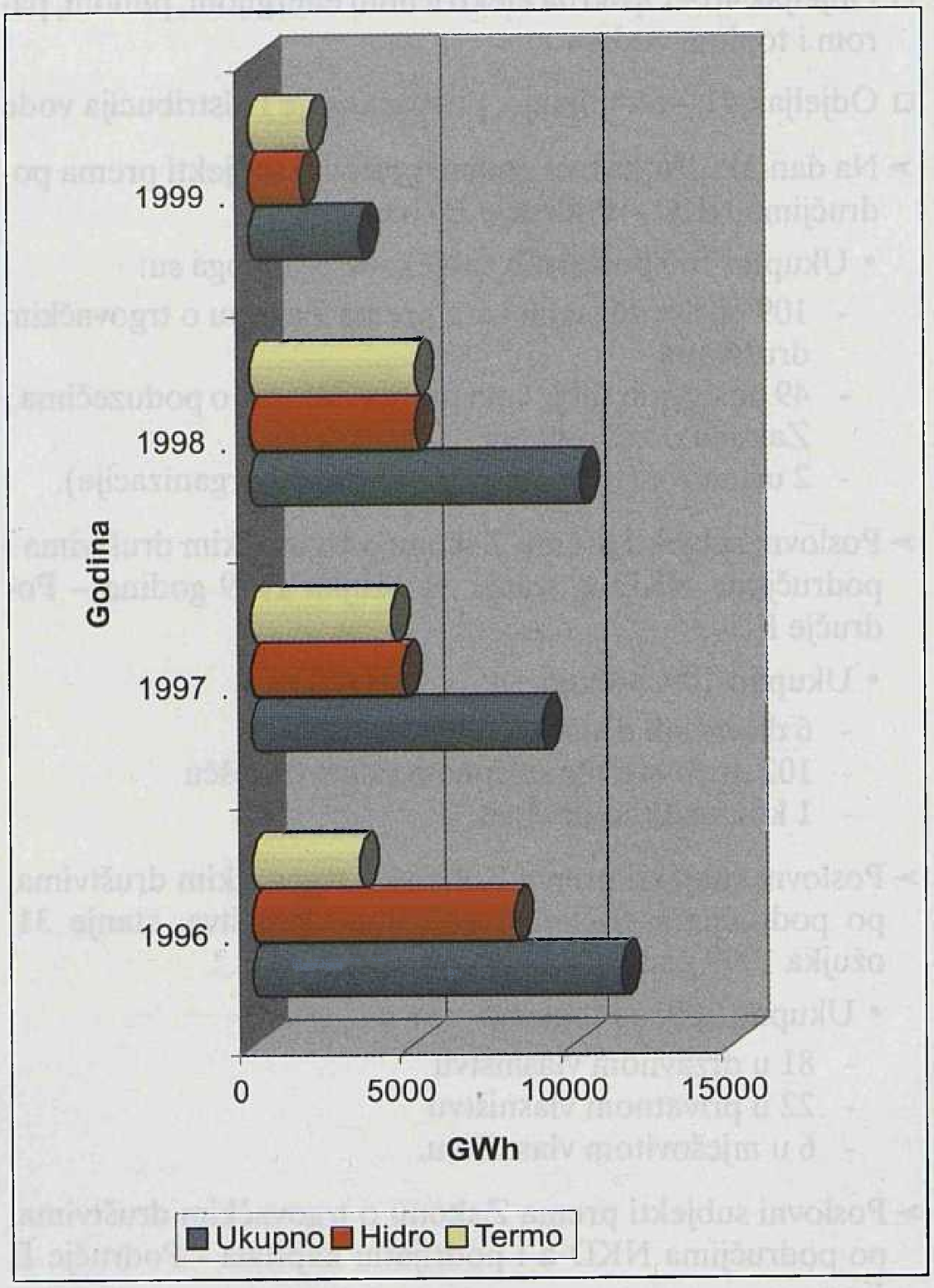
Ako se promatra prvo tromjesečje kroz navedene četiri godine, najviši indeksi su ostvareni u ovoj godini. Ako se promatraju mjeseci pojedinačno, viši indeksi ostvaruju se u siječnju kroz sve godine i padaju prema kraju drugog tromjesečja.

Apsolutni iznosi proizvedene električne energije prikazani su u tablici 2. Prikazana je mjesečna i ukupna godišnja proizvodnja električne energije. Uz ukupnu proizvodnju prikazana je i proizvodnja u hidroelektranama i termoelektranama.

Na slici 2a prikazana je struktura proizvodnje električne energije (ukupno, hidro, termo) po godinama za razdoblje od 1996. do 1999. godine. Slika 2b prikazuje ukupnu proizvodnju električne enrgije u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima, a slike 2c i 2d prikazuju proizvodnju električne energije u hidroelektranama i termoelektranama u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima.



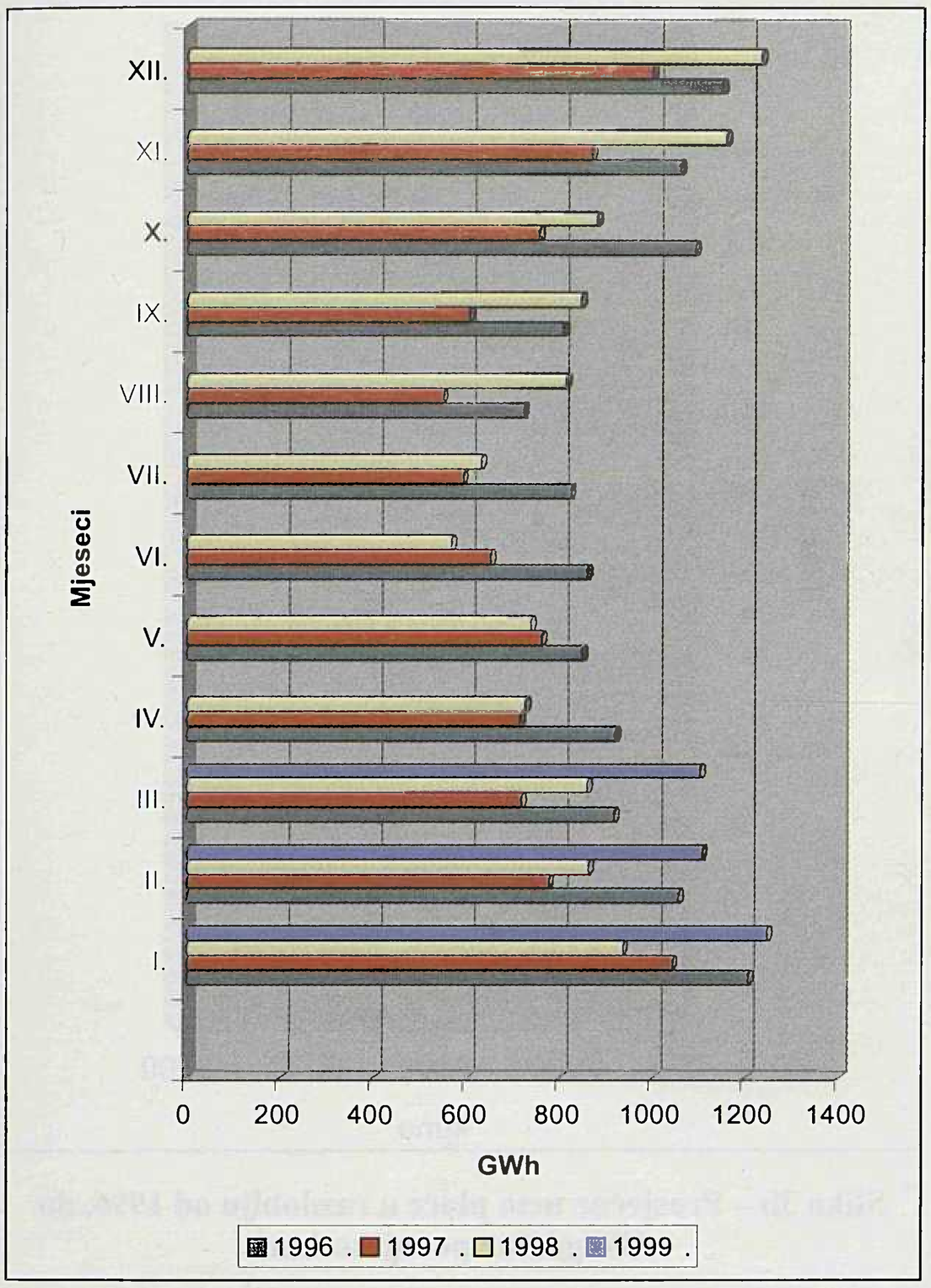
Slika 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje (1995. = 100 %)



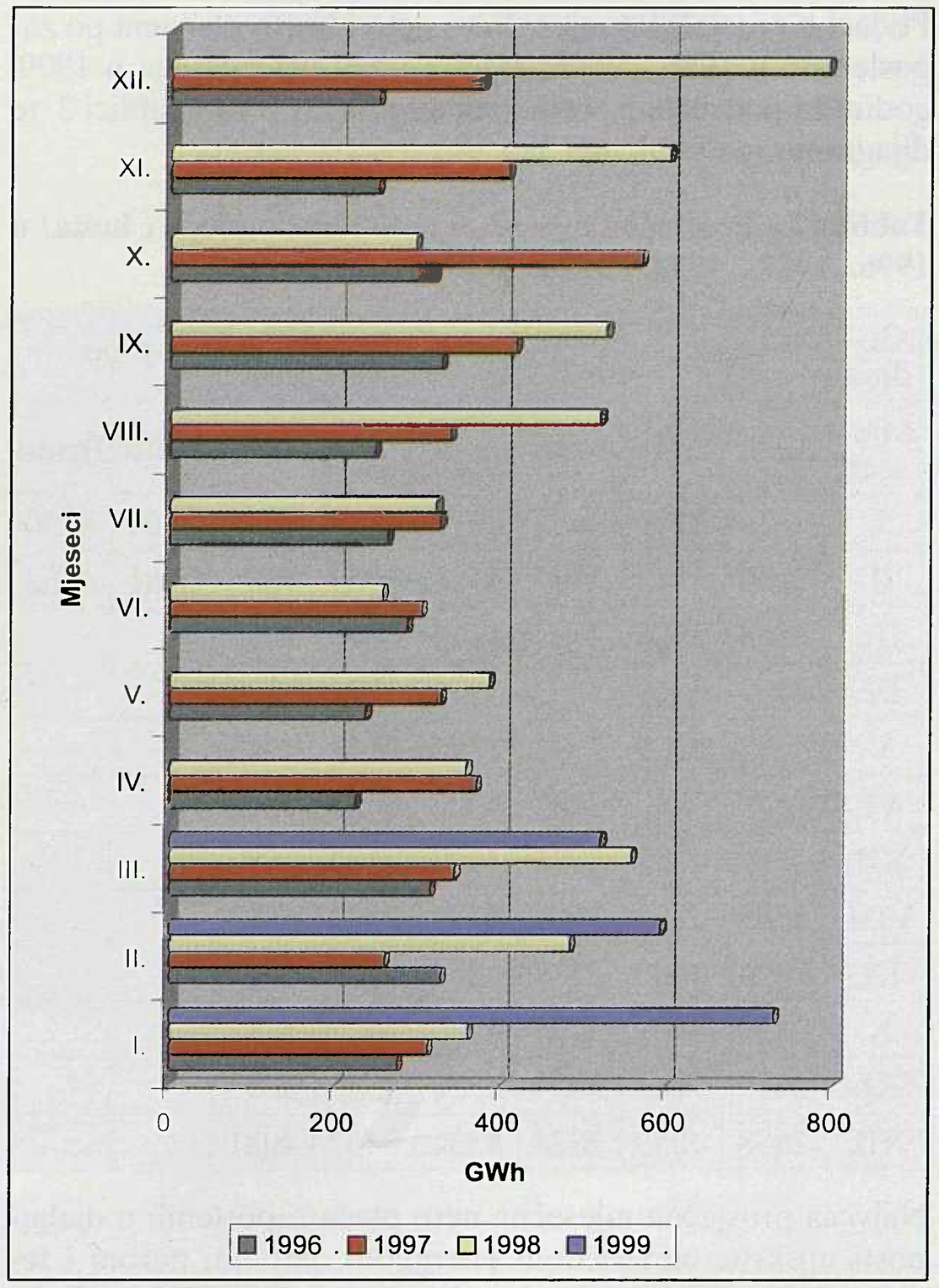
Slika 2a - Struktura proizvodnje električne energije u razdoblju od 1996. do 1999.

Tablica 2 - Struktura proizvodnje električne energije (MWh) po mjesecima u 1996., 1997., 1998. i 1999. godini

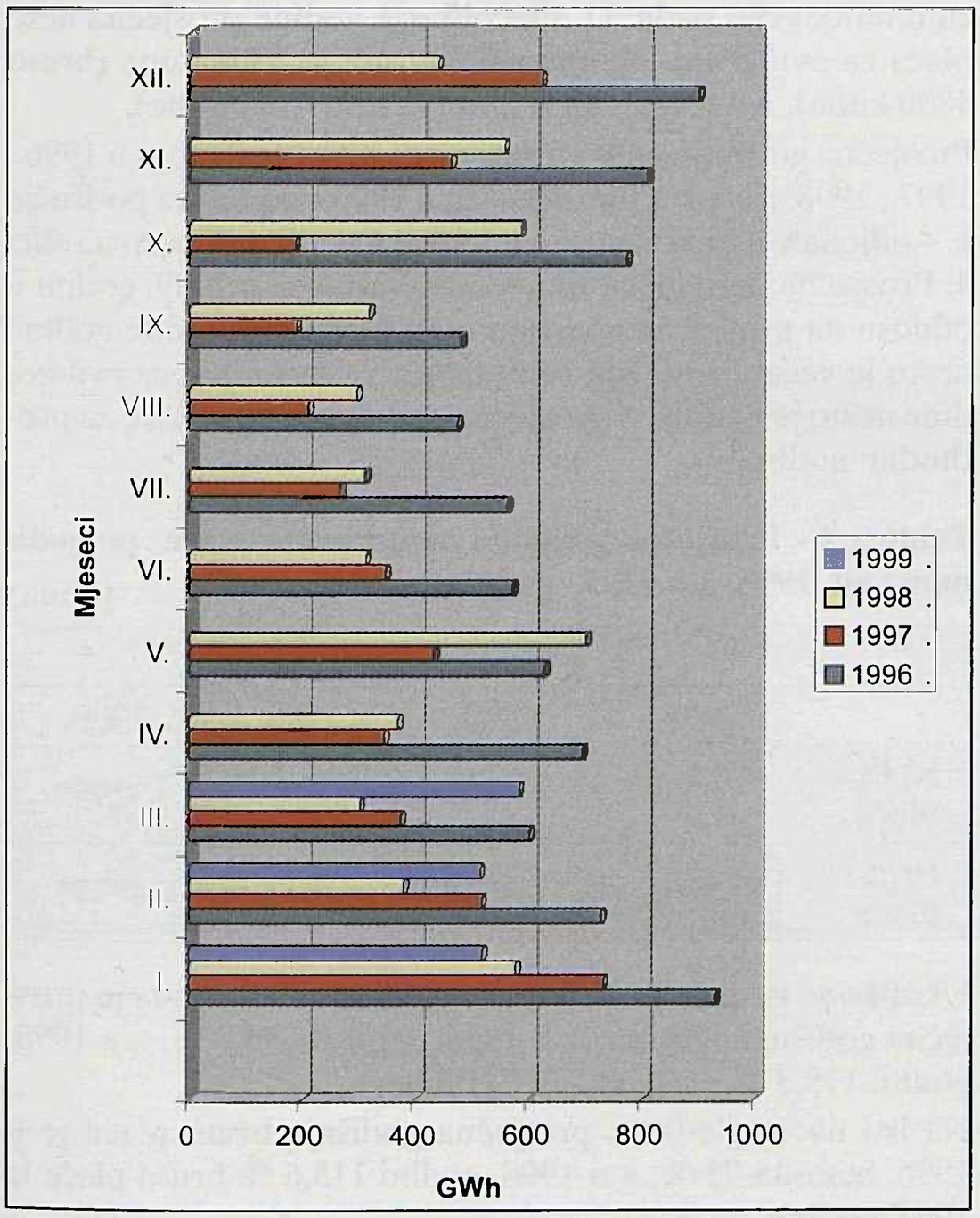
Godina	1996.			1997.			1998.			1999.		
Mjeseci	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE
I.	1204636	928578	276049	1042000	730650	311350	935636	575153	360483	1245272	516697	728575
II.	1054494	727272	327222	776169	516192	259977	861484	377914	483570	1106040	513392	592648
III.	915902	600623	315279	718006	373923	344083	858792	301152	557640	1102058	581814	520244
IV.	919351	694125	225226	714235	343692	370543	726690	368485	358205			
V.	846461	627322	237139	759619	431702	327917	738153	699617	38536			
VI.	858342	571162	287180	651068	347073	303995	567286	311057	256229			
VII.	823025	560168	262857	591852	265140	326712	631404	309164	322240			
VIII.	721779	473939	247840	548288	209870	338418	812894	294167	518727			
IX.	806929	478664	328265	605494	188493	417001	844185	317474	526711			
X.	1089414	770883	318531	755209	186356	568853	880065	584179	295886			
XI.	1058012	807280	250732	868306	460800	407506	1156526	554981	601545			
XII.	1148171	897889	250282	997316	620568	376748	1230894	437516	793378			
Ukupno	11446516	8137905	3326602	9027562	4674459	4353103	10244009	5130859	5113150			



Slika 2b - Ukupna proizvodnja električne energije u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima



Slika 2d - Proizvodnja u TE u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima



Slika 2c - Proizvodnja u HE u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima

Prosječne neto i bruto plaće i zaposleni djelatnici

Državni zavod za statistiku u okviru godišnjih programa istraživanja prikuplja podatke putem izvješća, koji se u poslovnim subjektima popunjavaju na temelju evidencija o plaćama. Istraživanjem o plaćama zaposlenih u poslovnim subjektima obuhvaćene su neto i bruto plaće zaposlenih koji imaju zasnovan radni odnos, bez obzira na vrstu radnog odnosa i duljinu radnog vremena. U podatke o prosječnim neto plaćama od prosinca 1994. godine uključena je i naknada za topli obrok.

Mjesečna neto plaća obuhvaća plaće zaposlenih za izvršene poslove na osnovi redovitog radnog odnosa i naknade za:

- godišnji odmor
- bolovanja do 42 dana
- državne blagdane
- plaćeni dopust
- obavljanje građanskih dužnosti
- čekanje i zastoj bez krivnje zaposlenog
- odsustvo za stručno obrazovanje
- obnašanje vojne obveze.

Mjesečna bruto plaća obuhvaća sve vrste neto isplata na osnovi redovitog radnog odnosa i zakonom propisana obvezna izdvajanja, doprinose, poreze i prireze.

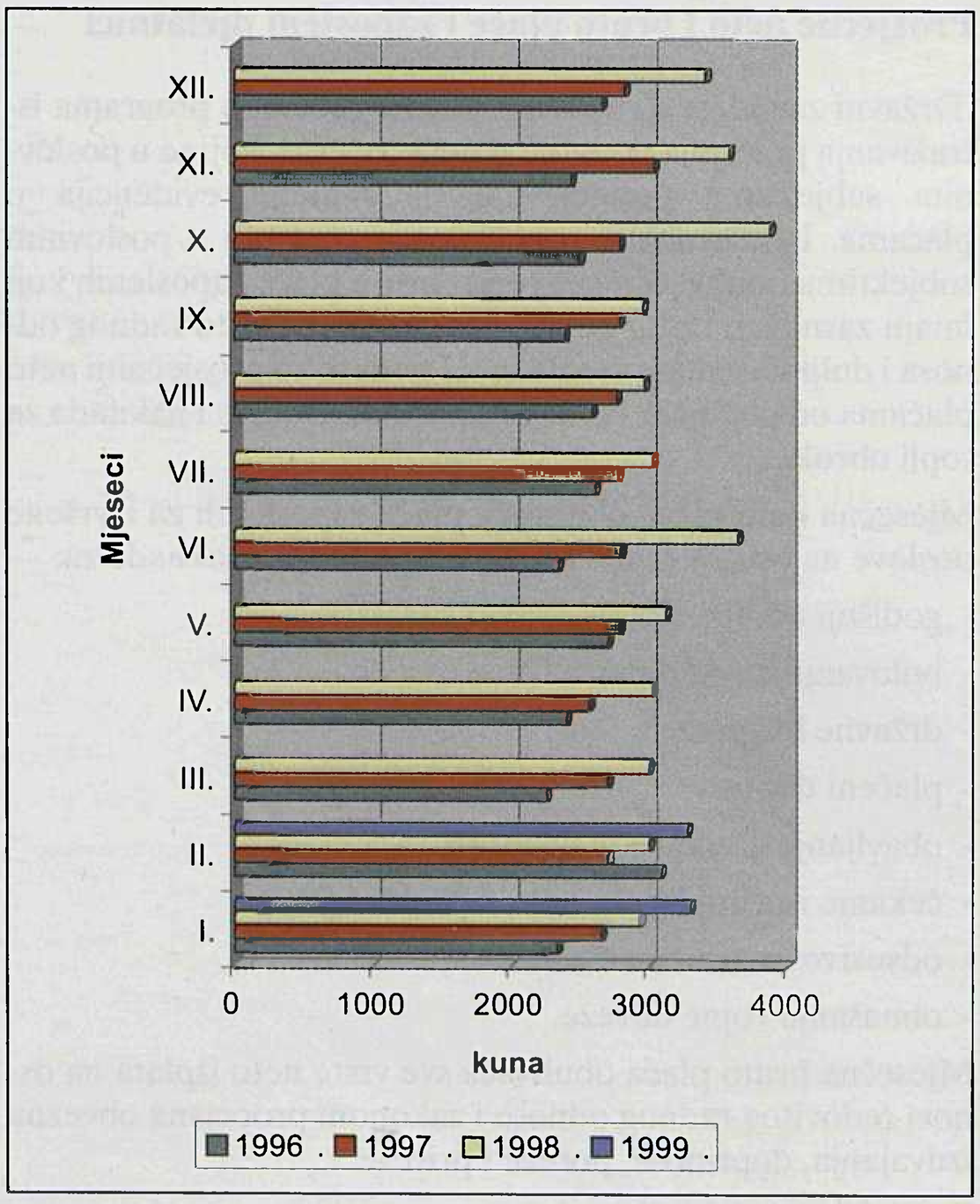
Prosječna neto i bruto plaća po zaposlenom izračunava se dijeljenjem ukupnih isplata s brojem zaposlenih koji su primili isplate.

Podaci o prosječnim mjesečnim neto i bruto plaćama po zaposlenom u 1996., 1997., 1998. i prva dva mjeseca u 1999. godini za područje E – odjeljak 40 prikazani su u tablici 3 te dijagramima na slikama 3a i 3b.

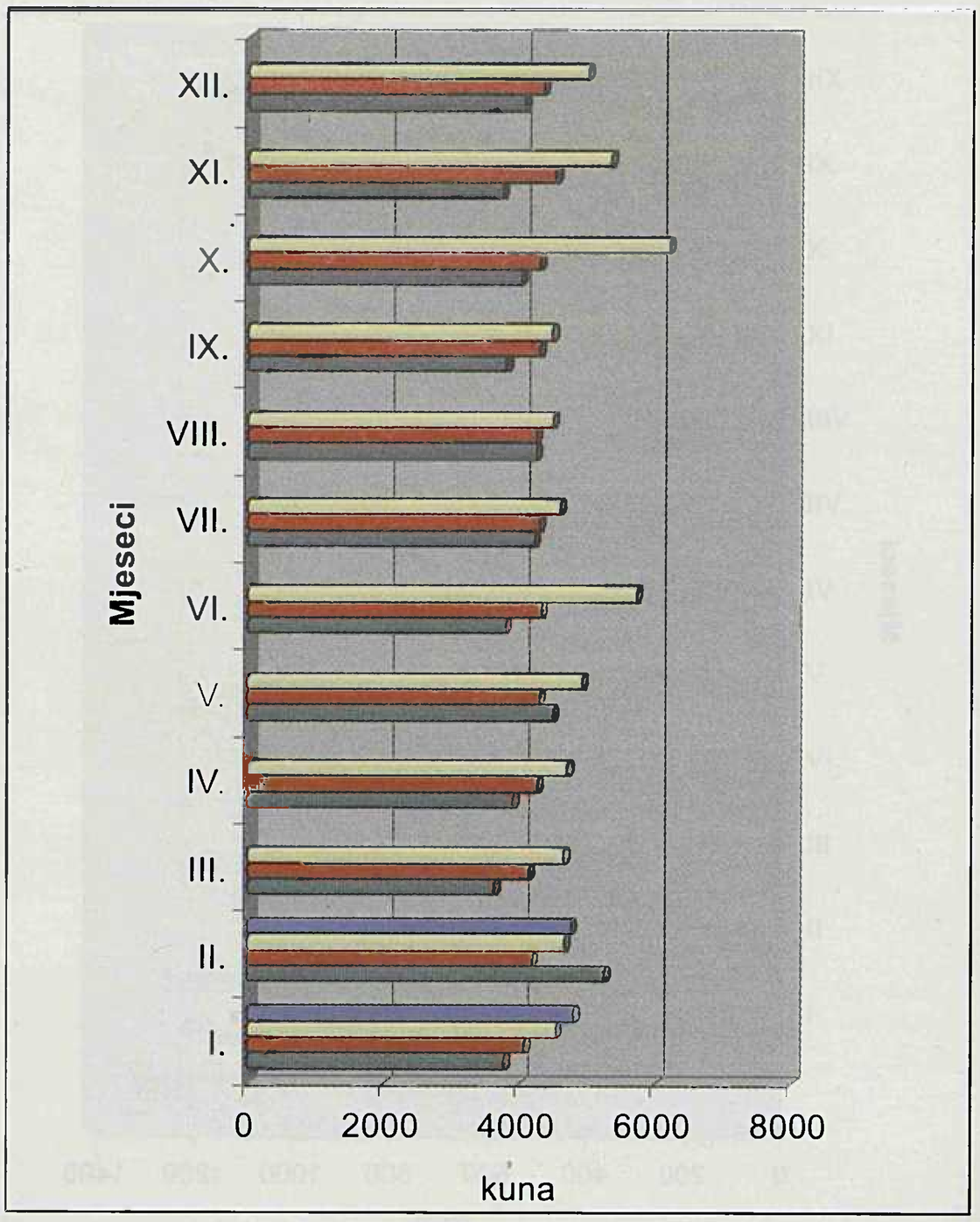
Tablica 3 - Prosječna mjesečna neto i bruto plaća (kuna) u 1996., 1997., 1998. i 1999. godini

Godina	1996.		1997.		1998.		1999.	
Mjeseci	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto
I.	2336	3775	2663	4073	2935	4530	3304	4800
II.	3086	5248	2709	4178	3005	4665	3281	4753
III.	2265	3624	2707	4135	3001	4652		
IV.	2409	3898	2567	4256	3028	4699		
V.	2705	4485	2792	4294	3127	4915		
VI.	2352	3780	2805	4322	3644	5721		
VII.	2617	4222	2784	4288	3022	4580		
VIII.	2588	4228	2769	4245	2973	4494		
IX.	2396	3800	2788	4297	2962	4473		
X.	2498	4009	2796	4287	3877	6182		
XI.	2439	3742	3034	4526	3580	5343		
XII.	2658	4053	2824	4334	3407	4981		

Najveća prosječna mjesečna neto plaća zaposlenih u djelatnosti opskrbe električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ostvarena je u listopadu u 1998. godini u iznosu od 3877 kuna, dok je najmanja iznosila 2265 kuna u ožujku 1996. godine.



Slika 3a - Prosječne bruto plaće u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima



Slika 3b – Prosječne neto plaće u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima

Istodobno je najviša bruto plaća iznosila 6182 kune, a najmanja 3624 kune.

U prva dva mjeseca u 1999. godini neto i bruto plaće pokazuju tendenciju pada. U siječnju ove godine prosječna neto plaća za ovu grupu djelatnosti iznosila je 3304 kune (bruto 4800 kuna), a u veljači 3281 kunu (bruto 4753 kune).

Prosječna godišnja neto i bruto plaća po zaposlenom u 1996., 1997., 1998. i za prva dva mjeseca u 1999. godini za područje E – odjeljak 40 prikazana je u tablici 4 te dijagramom na slici 4. Prosječna neto plaća za prva dva mjeseca u 1999. godini u odnosu na prosječnu godišnju neto plaću prethodne godine nešto je veća. Prosječna bruto plaća za dva mjeseca ove godine nešto je manja od prosječne godišnje bruto plaće za prethodnu godinu.

Tablica 4 - Prosječne godišnje neto i bruto plaće po godinama od 1996. do 1999. godine

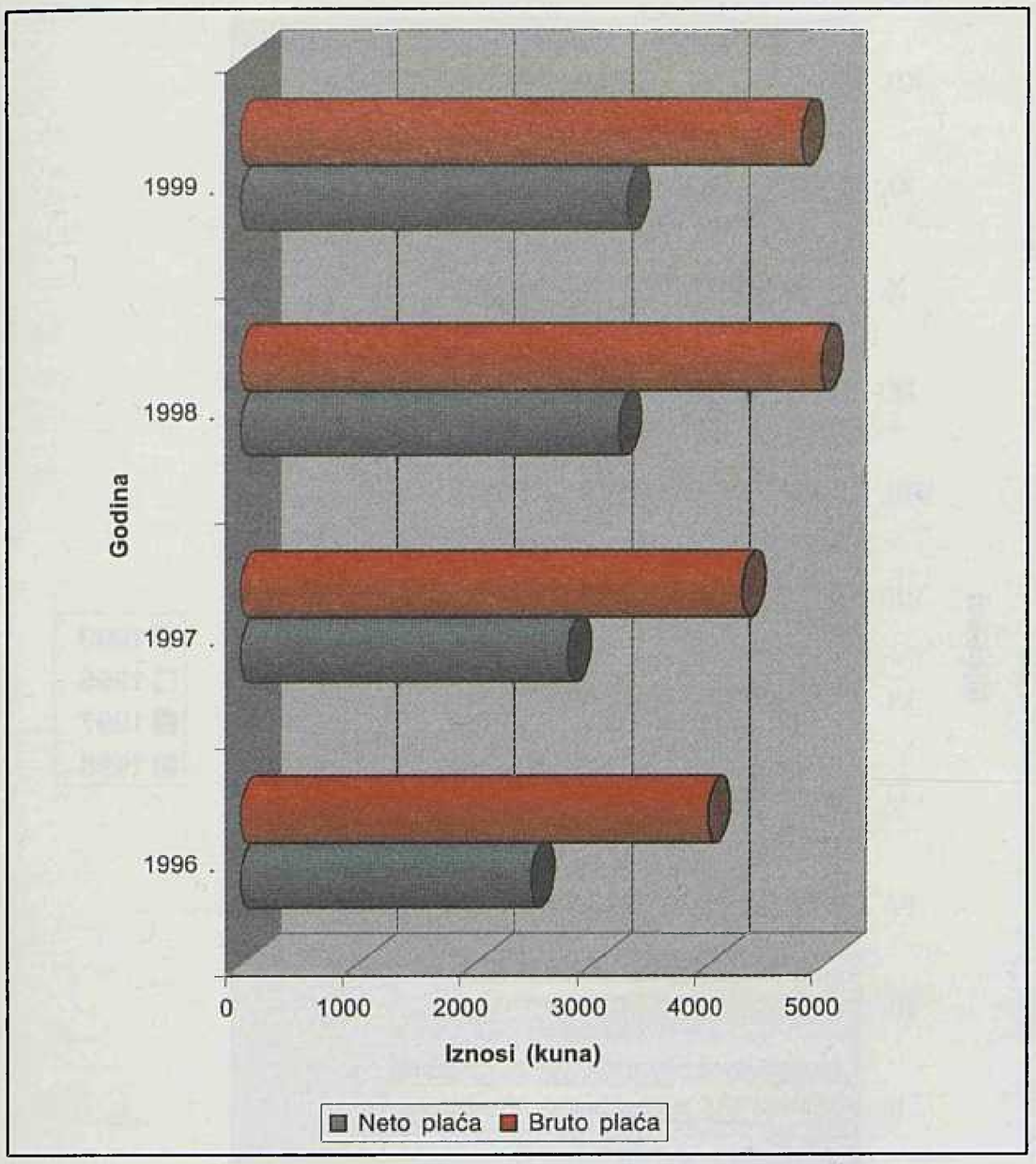
(kuna)

	Prosjek			
	1996.	1997.	1998.	1999.
Neto plaća	2474	2786	3213	3295*
Bruto plaća	3973	4270	4935	4777*

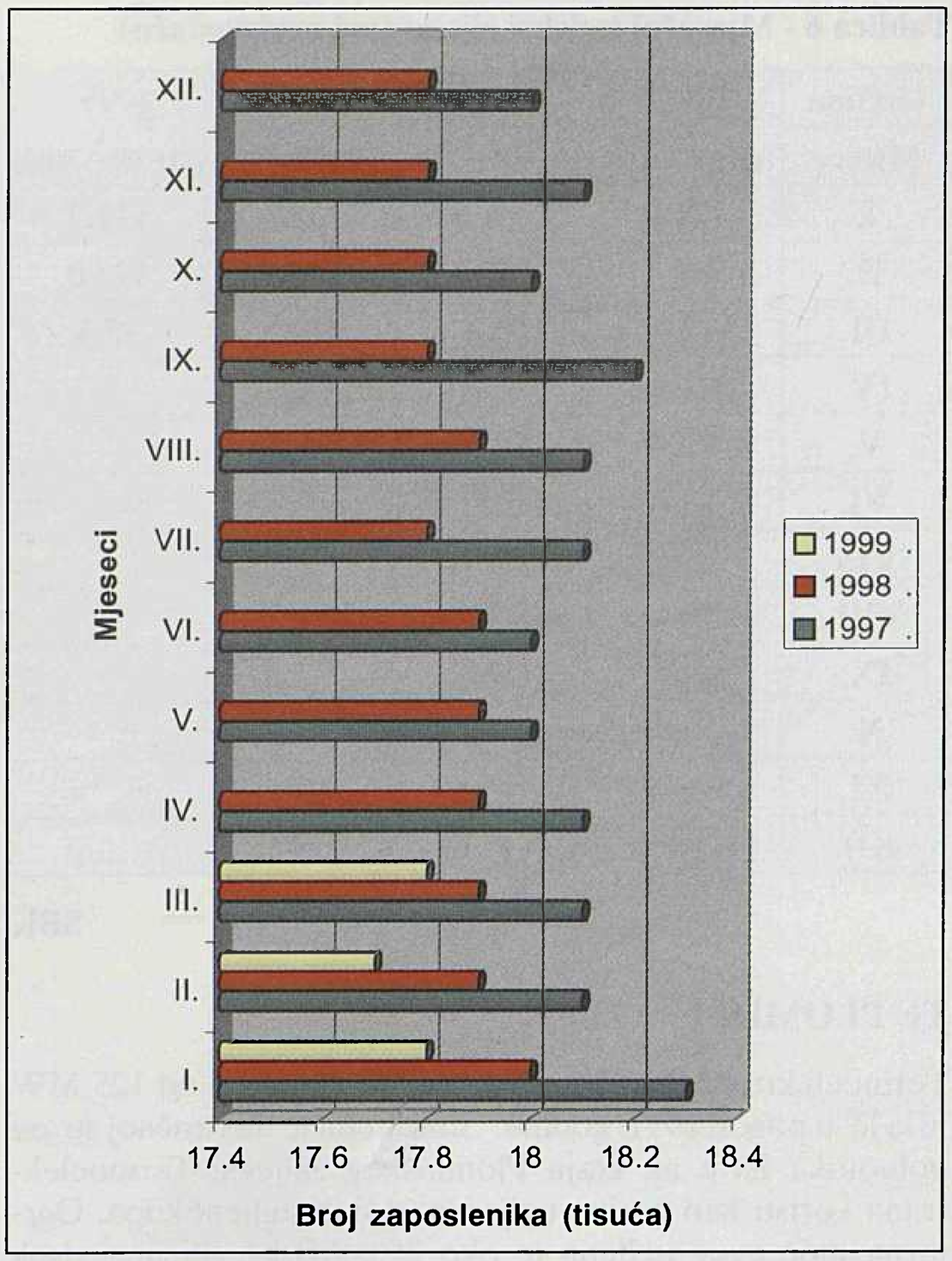
Ukoliko se godina 1997. uzme s indeksom 100, onda je prosječna godišnja neto plaća u 1996. iznosila 88,8 %, a u 1998. godini 115,3 % plaće iz 1997. godine.

Na isti način gledano, prosječna godišnja bruto plaća je u 1996. iznosila 93 %, a u 1998. godini 115,6 % bruto plaće iz 1997. godine.

* za dva mjeseca



Slika 4 – Prosječne godišnje neto i bruto plaće od 1996. do 1999. godine



Slika 5 – Prosječan broj zaposlenika (u tisućama) po mjesecima u 1997., 1998. i 1999. godini

Prema definicijama, korištenim u Anketi o radnoj snazi koje se temelje na metodologiji Međunarodne organizacije rada, zaposlenici su osobe koje rade za poslodavca u državnom ili privatnom sektoru i za svoj rad primaju naknadu u novcu ili naturi. Razlikuju se od zaposlenih koji mogu biti umirovljenici, studenti, kućanice i sl.

U tablici 5 te dijagramom na slici 5 prikazan je prosječan broj zaposlenika u Području E – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom u 1997. i 1998. godini. Podaci su iskazani kao godišnji prosjek podataka prikupljenih polugodišnjim izvješćem sa stanjem 31. ožujka i 30. rujna. Podaci o zaposlenima za mjesečno stanje rezultat su obrade podataka redovnog mjesečnog izvješća.

Tablica 5 - Prosječan broj zaposlenika (u tisućama) po mjesecima u 1997., 1998. i prva tri mjeseca u 1999. godini

Godina / Mjeseci	Broj zaposlenika (u tisućama)		
	1997.	1998.	1999.
I.	18.3	18	17.8
II.	18.1	17.9	17.7
III.	18.1	17.9	17.8
IV.	18.1	17.9	
V.	18	17.9	
VI.	18	17.9	
VII.	18.1	17.8	
VIII.	18.1	17.9	
IX.	18.2	17.8	
X.	18	17.8	
XI.	18.1	17.8	
XII.	18	17.8	

Kao što je iz tablice 5 vidljivo prosječan broj zaposlenih djelatnika u području E – 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ima tendenciju pada. U siječnju 1997. bilo je zaposlenih djelatnika 18300, a u prosincu 1998. godine 17800.

Cijene kod proizvođača

Državni zavod za statistiku od siječnja 1998. godine prikuplja cijene industrijskih proizvoda pri proizvođačima prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti i prema novoj Nomenklaturi industrijskih proizvoda i usluga, a indeks se izračunava prema područjima i odjeljcima Nacionalne klasifikacije djelatnosti.

Opći indeks cijena po područjima (E) i odjeljcima (40) utvrđuje se ponderiranim postupkom, pri čemu se za pondere uzima vrijednost proizvoda prodanih na domaćem tržištu.

U tablici 6 te dijagramom na slici 6 prikazani su mjesečni indeksi cijena električne energije u trogodišnjem razdoblju od 1996. do 1998. godine, te za prva tri mjeseca u 1999. godini.

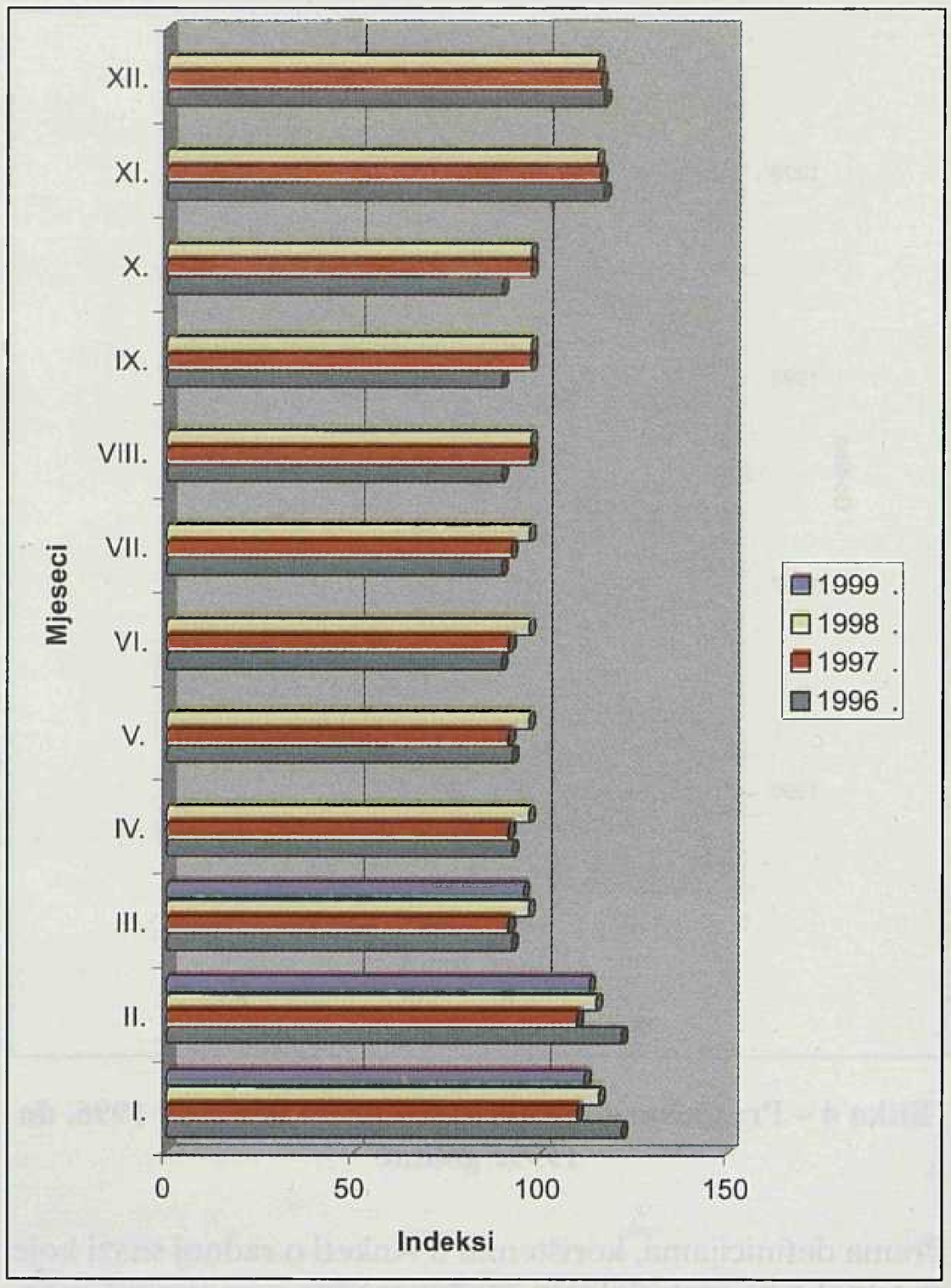
U 1996. godini najveći indeks je iznosio 121,4 u siječnju i veljači, a najmanji u iznosu 89,4 u ljetnim mjesecima. U 1997. godini najveći indeks u iznosu 115,6 ostvaren je u studenom i prosincu, a najniži od 91,4 u razdoblju od ožujka do lipnja. U 1998. godini najveći indeks u iznosu 115,6 je ostvaren u siječnju, a najmanji od 96,7 u razdoblju od ožujka do srpnja.

Uzevši u obzir trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine najveći i najniži indeks cijena ostvaren je u 1996. godini, najveći u siječnju i veljači, a najmanji od lipnja do listopada iste godine.

Tablica 6 - Mjesečni indeksi cijena (pri proizvođaču)

Godina	1996.	1997.	1998.	1999.
Mjesec	(Ø1995.=100)	(Ø1996.=100)	(Ø1997.=100)	(Ø1998. =100)
I.	121.4	109.8	115.6	111.7
II.	121.4	109.8	114.9	113.0
III.	92.4	91.4	96.7	95.3
IV.	92.4	91.4	96.7	
V.	92.4	91.4	96.7	
VI.	89.4	91.4	96.7	
VII.	89.4	92.1	967	
VIII.	89.4	97.2	97.2	
IX.	89.4	97.2	97.2	
X.	89.4	97.2	97.2	
XI.	116.5	115.6	1149	
XII.	116.5	115.6	114.9	

SBK



Slika 6 –Mjesečni indeksi cijena električne energije

TE PLOMIN 1

Termoelektrana TE Plomin 1 s jednim blokom od 125 MW ušla je u pogon 1971. godine. Smještena je na istočnoj strani poluotoka Istre na kraju Plominskog zaljeva. Termoelektrana koristi kao gorivo ugljen iz raških ugljenokopa. Ogrjevna moć ovog ugljena je oko 25,0 MJ/kg, ali ima visok sadržaj sumpora (do 12 %). I ostale karakteristike ugljena su takve da su postavljale specijalne uvjete na kotlovsko postro-

Tablica 1a - Osnovni podaci TE Plomin 1

Snaga elektrane		125	MW
Kotao			
	- tip kotla	jednocijevni "Sulzer" s prisilnom cirkulacijom	
	- učin kotla	385	t/h
	- temperatura napojne vode na ulazu u kotao	226	°C
Turbina			
	- snaga	125	MW
	- parametri svježe pare • tlak • temperatura	 12,45 535	 MPa °C
	- parametri međupregrijane pare • tlak • temperatura	 2,65 535	 MPa °C
	- garantirani specifični potrošak	12,45	MJ/kWh
Generator			
	- snaga - faktor snage - napon - brzina vrtnje agregata	156 cos φ= o,8 13,8 3000	MW kV min^{-1}
Blok transformator			
	- snaga - prijenosni omjer	150 13,8/121	MVA kV

jenje, koje nije u potpunosti uspjelo. Ugljen iz raškog ugljenokopa dopremao se transporterima s kosim tornjem do bunkera. Uz transportere, neposredno do strojarnice, izgrađen je deponij ugljena.

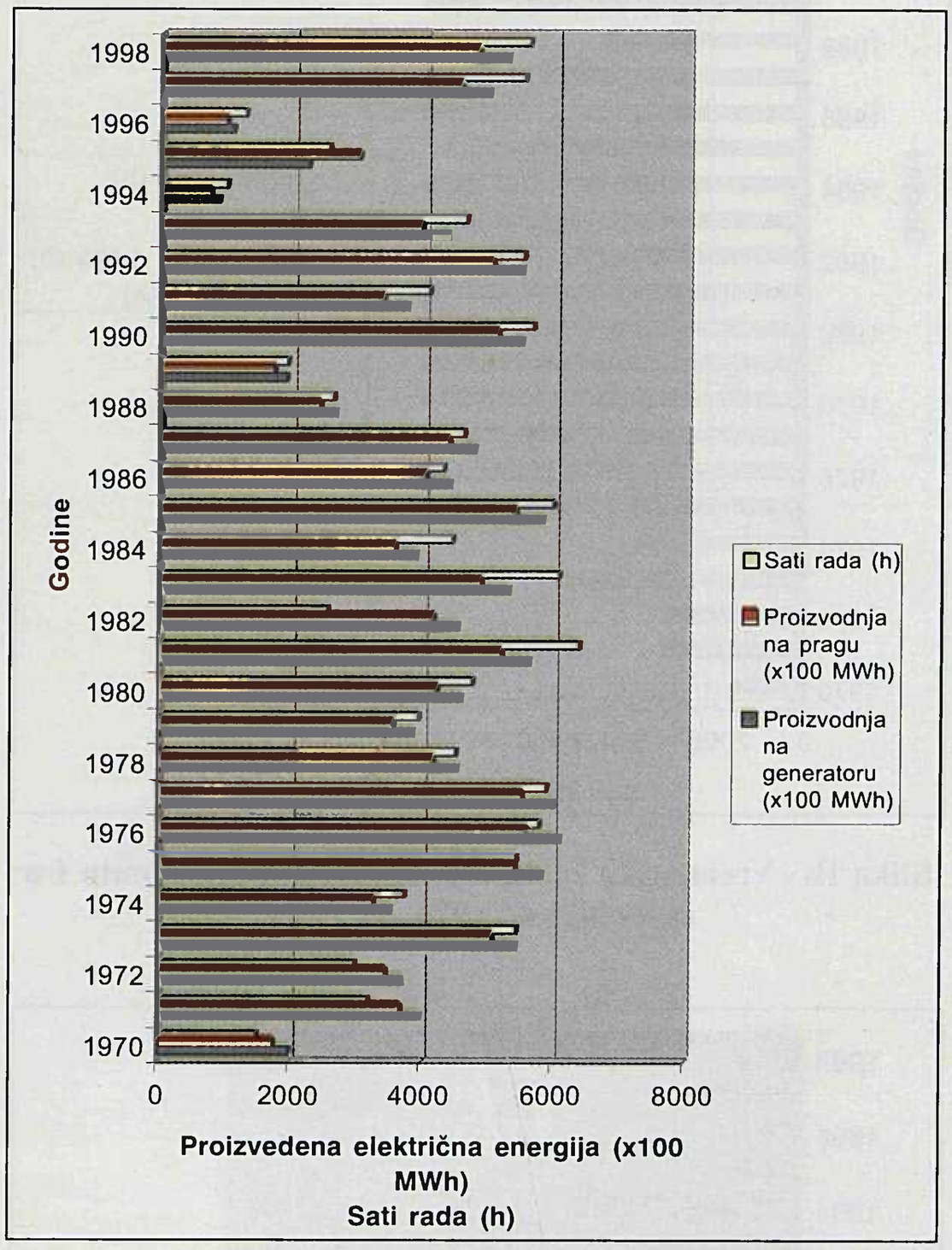
Osnovni podaci TE Plomin 1 prikazani su u tablici 1a.

Prema statističkim podacima, korištenje kapaciteta termoelektrane tijekom dosadašnjeg rada, od 1971. do početka 1999., po godinama, prikazano je u tablici 1b te dijagramom na slikama 1a, 1b, 1c i 1d. Prikazana je proizvodnja električne energije na generatoru i pragu elektrane, te sati rada, trajanja kvara i remonta kao i rezerva.

Tablica 1b - Korištenje kapaciteta TE Plomin 1

Godina	Proizvodnja električne energije na:		Sati rada	Kvar	Remont i njega	Rezerva
	generatoru (MWh)	na pragu (MWh)	(h)	(h)	(h)	(h)
1970.	198205	174443	1513	0	0	0
1971.	397998	367627	3184	0	0	0
1972.	371918	345334	2975	0	0	0
1973.	544176	505843	5442	0	0	0
1974.	352977	325377	3742	0	0	0
1975.	582819	540494	5426	1043	1971	0
1976.	608786	560354	5789	744	1875	345
1977.	600009	550792	5884	626	1593	657
1978.	452876	415695	4504	340	1455	2461
1979.	386045	354285	3946	325	1230	3259
1980.	458492	422088	4748	471	641	2924
1981.	562291	518931	6373	588	1366	433
1982.	452876	415695	2554	2523	2556	1127
1983.	530484	488751	6061	1150	521	628
1984.	389721	356602	4446	1236	2136	966
1985.	581488	541052	5988	1576	369	290
1986.	441928	404792	4309	912	3233	306
1987.	476928	43932	4614	1534	1391	1221
1988.	267477	242581	2635	621	414	926
1989.	191189	17267	1940	4738	1144	938
1990.	549953	51219	5667	1123	1648	322
1991.	375514	339465	4087	1817	1650	1206
1992.	549607	503808	5511	1689	1436	148
1993.	435723	396745	4630	1363	1942	1275
1994.	87009	74978	988	1952	3592	2228
1995.	224177	302597	2538	562	2276	3384
1996.	110369	98237	1282	287	3834	3381
1997.	498089	455826	5506	967	396	1891
1998.	527066	482842	5588	489	131	2221
Ukupno	12206190	10297652	121870	28676	38800	32537

Kao što je vidljivo iz dijagrama na slici 1a, najveća proizvodnja na pragu ostvarena je u 1976. godini u iznosu 608786 MWh. Proizvodnja iznad 500000 MWh ostvarena je u godinama 1977., 1975., 1985., 1981., 1990., 1973. i 1992. Najmanja proizvodnja, oko 100000 MWh ostvarena je u 1994. godini u iznosu od 87009 MWh te u 1996. u iznosu od 110369 MWh. Ukupno proizvedena električna energija u TE Plomin 1 iznosi približno 1226190 MWh.



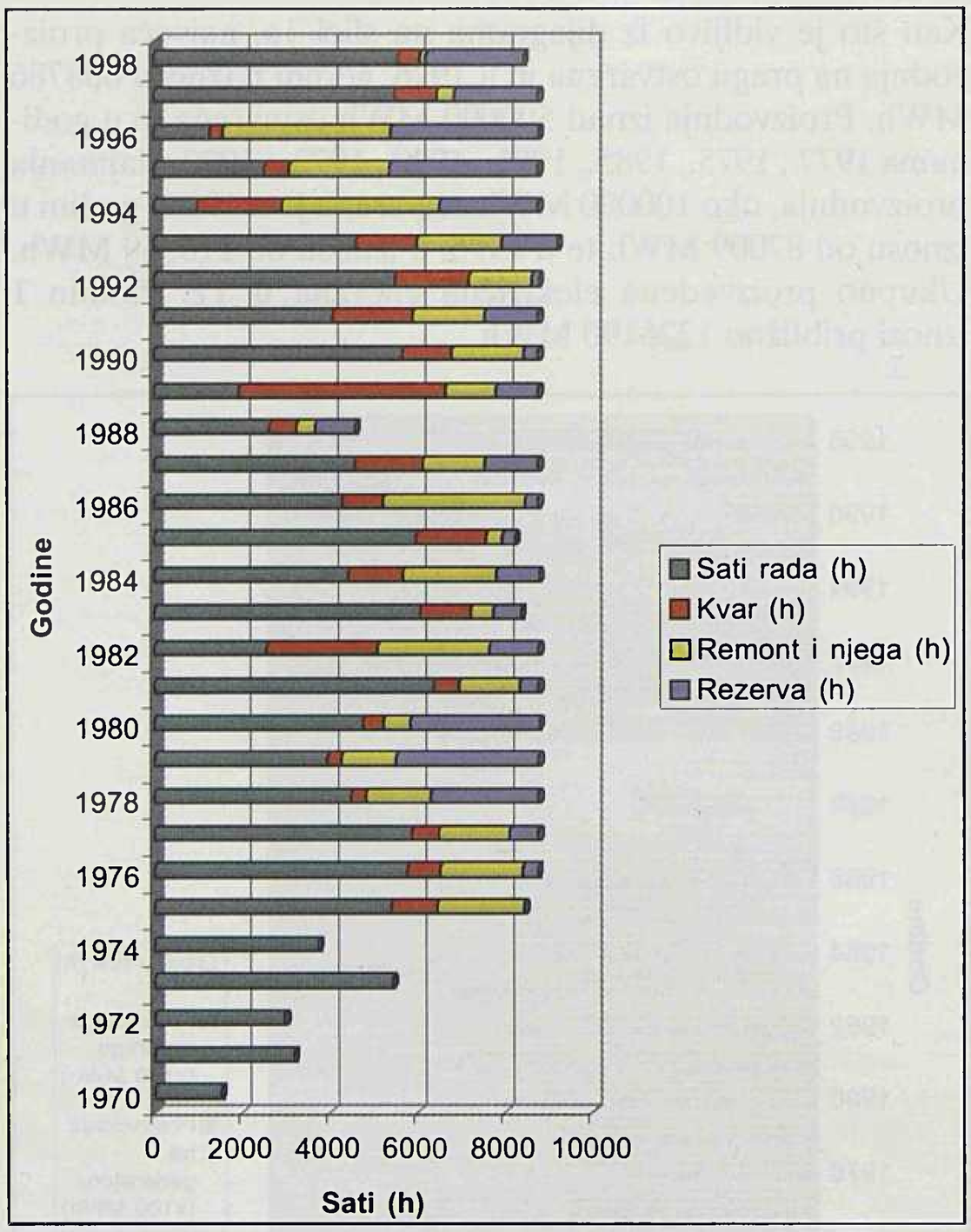
Slika 1a - Proizvodnja električne energije TE Plomin 1 u razdoblju od 1971. do 1998. godine po godinama

Na slici 1b prikazano je vremensko korištenje kapaciteta elektrane za sate rada, trajanja kvara, remonta i njege te rezerva. TE Plomin 1 je radila ukupno 121870 sati. Stajanje zbog kvara je trajalo ukupno 28676 sati, dok je ukupno za remont i njegu utrošeno 38800 sati.

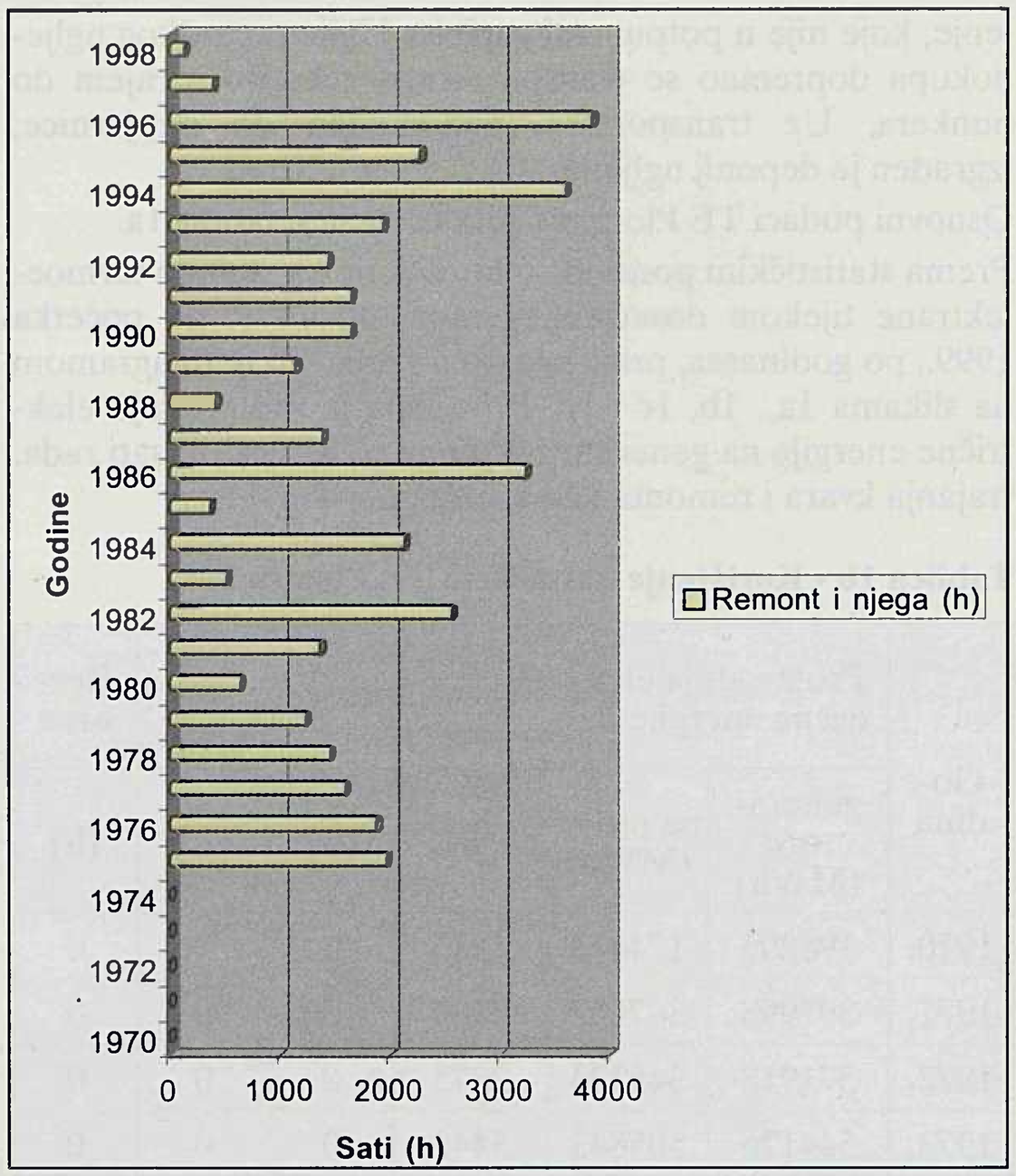
Na slici 1c prikazano je trajanje kvara po godinama za razdoblje od 1971. do 1998. godine. Svake godine od 1997. zbog kvara postrojenje je bilo izvan uporabe manji ili veći broj sati. Najduže ukupno godišnje vrijeme stajanja zbog kvara bilo je u 1989. godini u iznosu od 4738 sati te u 1982. godini u iznosu od 2532 sata. Većim dijelom vrijeme stajanja zbog kvara je bilo ispod 1000 sati godišnje.

Vrijeme utrošeno na remont i njegu prikazano je u slici 1d, koja pokazuje da je postrojenje redovito održavano.

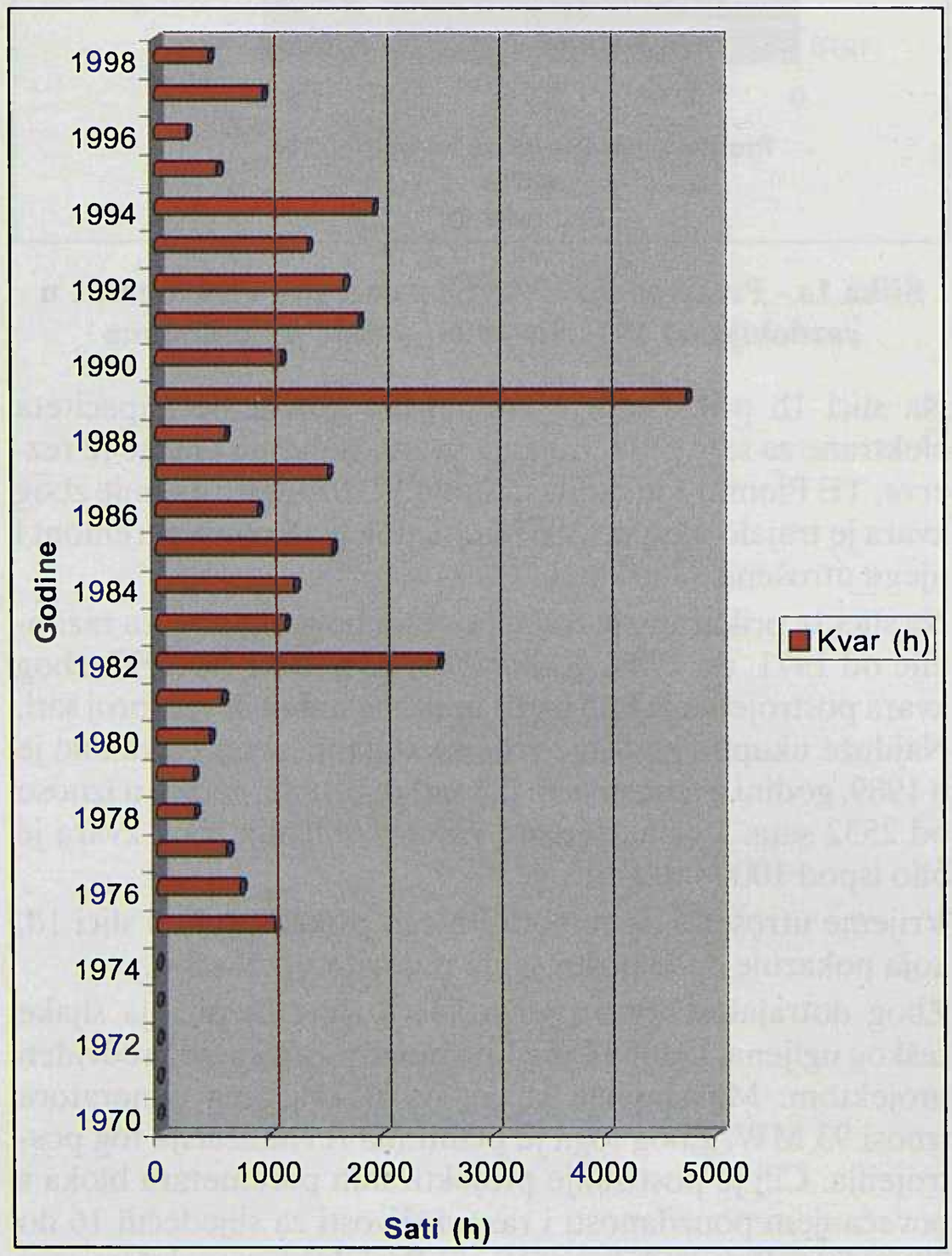
Zbog dotrajalosti postrojenja kao i zbog lijepljenja šljake raškog ugljena, kotao bloka 1 ne može postići učin predviđen projektom. Maksimalna snaga na stezaljkama generatora iznosi 93 MW. Zbog toga je planirana revitalizacija tog postrojenja. Cilj je postizanje projektiranih parametara bloka s povećanjem pouzdanosti i raspoloživosti za slijedećih 16 do 20 godina. Prema dokumentaciji Projekti termoelektrana u Hrvatskoj - Revitalizacju koju je izradio Elektroprojekt 1996. godine, predviđeno je da nakon revitalizacije blok 1 radi



Slika 1b - Vremensko korištenje kapaciteta TE Plomin 1 u razdoblju od 1970. do 1998.



Slika 1d - Utrošeno vrijeme na remont i njegu (h) u razdoblju od 1971. do 1998.



Slika 1c - Dužina trajanja kvara (h) po godinama u razdoblju od 1971. do 1998.

pretežno u temeljnom režimu. Predviđena je rekonstrukcija kotlovskog postrojenja u dijelovima koji su bitni za prijelaz na loženje kamenim ugljenom. Ukoliko bi se koristio domaći plin iz podmorja, postoji mogućnost dogradnje plinske turbine. Ispušni plinovi iz plinske turbine koristili bi se za zagrijavanje glavnog toka napojne vode u odgovarajućem izmjenjivaču, čime bi se smanjila potrošnja ugljena.

Revitalizacijom i rekonstrukcijom treba se postići slijedeće:

- smanjenje pogonskih troškova
- zadovoljenje ekoloških kriterija
- postizanje projektiranog učina i projektiranih parametara kotla, odnosno projektirane snage bloka
- povećanje korisnog stupnja djelovanja kotla za približno 2 %
- poboljšanje specifičnog potroška topline
- povećanje pogonske pouzdanosti i raspoloživosti
- produljenje životnog vijeka bloka za daljnjih 100000 do 120000 pogonskih sati

  -osiguranje tehničkog minimuma u noćnom i prazničkom pogonu
- skraćenje potrebnog vremena za održavanje opreme
- mogućnost korištenja uvoznog kamenog ugljena (H_u = 24 - 30 MJ).

Ove godine obavljen je remont tijekom kojeg je obavljena zamjena elektrofiltara prilagođenog novom ugljenu s nižim postotkom sumpora. Umjesto domaćeg ugljena u budućnosti će termoelektrana koristiti uvozni ugljen s manjim postotkom sumpora.

Zbog visokog postotka sumpora (do 12 %), odnosno ekoloških razloga, ugljen iz raškog ugljenokopa Tupljak, neće se više koristiti kao gorivo u TE Plomin 1. Uz ekološke razloge tu su i ekonomski razlozi, a i niz drugih koji su doveli do zatvaranja ovog ugljenokopa, posljednjeg u Republici Hrvatskoj. U svibnju ove godine prestalo je kopanje ugljena u Tupljaku, koji je radio gotovo 400 godina.

SBK

JE LI NOVA TEHNOLOGIJA POZITIVNO DJELOVALA NA ŽIVOTNE PRILIKE ?

Komisija EU provela je anketu pitajući, je li nova tehnologija djelovala pozitivno ili negativno na životne prilike stanovnika zemalja EU. Koliko je ispitanika odgovorilo pozitivno za pojedina područja, u postocima, vidi se iz sljedećeg pregleda.

Pronalasci u području	Pozitivno odgovorilo %
Telekomunikacije	81
Informatička tehnika	76
Energija sunca	73
Novi materijali	64
Biotehnologija	50
Napredak u svemiru	49
Tehnika gena	43

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 9

Mrk

RUSKO PLINSKO GOSPODARSTVO

U Rusiji se do devedesetih godina plinsko gospodarstvo razvijalo vrlo dinamično. U osamdesetim godinama proizvodnja plina narasla je 2,5 puta. Udio plina u primarnoj energiji povećan je u razdoblju od 1980. - 1995. godine 2,5 puta, a udio u potrošnji primarne energije se udvostručio. Unatoč padu proizvodnje iza 1990. godine zemni plin u bilanci primarne energije zemlje ima danas udio od 50 %. Daljnji razvoj plinske industrije ima mnoge probleme. Osim nastanka novih država i raspoloživosti transportne infrastrukture poteškoće su u budućem razvoju domaće potrošnje plina i izvoza plina u Europu i azijsko - pacifičko područje.

Kako se razvijalo rusko plinsko gospodarstvo od 1980. do 1996. godine vidi se iz slijedeće tablice.

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Proizvodnja 10^9 m^3	254	462	641	643	640	618	607	585	590
Udio u primjeni %	20,7	31,7	40,0	42,6	45,0	46,4	50,0	50,3	50,2
Udio u potrošnji %	25,0	34,6	41,3	42,6	44,0	45,0	48,7	50,4	50,3

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 9

Mrk

KASPIJSKA REGIJA I ENERGETSKI IZVORI

Europa uvozi više od polovine potrebnih energenata, u prvome redu naftu i zemni plin. Uvoz ima tendenciju porasta. Glavni su dobavljači zemlje Zaljeva i Rusije, gdje se nalazi 70 % svjetskih zaliha nafte i zemnog plina. Otvaranjem istoka na tržištu energenata pojavljuju se novi samostalni ponuđači. Za Europu je posebno zanimljiva regija oko Kaspijskog mora. U tablicama 1 i 2 navedene su zalihe nafte i zemnog plina (za Iran, Uzbekistan i Rusiju samo dio koji obuhvaća promatrana regija).

Tablica 1

	Rezerve 10^9 barela		
	Sigurne	Moguće	Zajedno nafta
Azerbejdžan	3,6	27	30,6
Kazahstan	10,0	85	95,0
Turkmenija	1,5	32	33,5
Uzbekistan	0,2	1	1,2
Rusija	0,2	5	5,2
Iran	0	12	120
Ukupno	15,5	162	177,5

Tablica 2

	Rezerve 10^9 m^3		
	Sigurne	Moguće	Zajedno zemni plin
Azerbejdžan	0,3	1,0	1,3
Kazahstan	1,5	2,5	4,0
Turkmenija	4,4	4,5	8,9
Uzbestikan	2,1	1,0	3,1
Iran	0	0,3	0,3
Ukupno	8,3	9,3	17,6

Premda je ova regija odavno poznata po naftnim nalazištima, bivši SSSR više je pozornosti davao Sibiriji. Novonastale države oko Kaspijskog mora vide svoj napredak upravo u korištenju svojih energetskih izvora. Do sada je EU imala relativno slab utjecaj u tom području no treba zajednički surađivati i omogućiti izgradnju koridora istok - zapad. Uz europsku pomoć treba izgraditi infrastrukturu za transport energenata. Do ostvarenja takvog cilja još ima mnogo problema. Budući da su potrošači orijentirani na druga područja, treba povoljnim cijenama omogućiti uspjeh i privrednom natjecanju. Drugi je problem što energetska regija nema pristup na otvoreno more. Osim toga, poteškoće su i političke prirode jer bi se i susjedne zemlje željele također okoristiti energetskim bogatstvima, a s njima je suradnja teška. Za europske ulagače ova je regija još prilično nesigurna.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 10

Mrk

ELEKTROPRIVREDA RUSIJE

Nakon raspada bivšeg SSSR-a Rusija je još uvijek jedan od najvećih proizvođača električne energije, treća u svijetu, iza SAD i Japana. Za opskrbu ove velike zemlje električna energija ima naročito značenje zbog svog relativno lakog prijenosa, pa joj se i danas posvećuje najveća pozornost. Porast uporabe i nadalje se očekuje, no glavni je problem financijske prirode. Mogući je put privatizacija elektroprivrede i promjena tarifnog sustava, što bi moglo privući inozemne investicije.

Proizvodnja električne energije znatno je pala nakon godine 1990. Tada je proizvodnja iznosila 1082 TWh, a 1996. je pala

na 847 TWh. Dok je potrošak po stanovniku i godini (1996.) 5726 kWh, sličan potrošku u industrijski razvijenim zemljama, intenzitet potrošnje prema bruto produktu vrlo je velik, što pokazuje koliko Rusija zaostaje za zapadnom Europom. U tablici 1, u usporedbi sa Njemačkom, naveden je brutoprodukt i potrošak električne energije po inozemnom bruto produktu.

Tablica 1

	Bruto produkt 10^9 USD	Potrošak el. en. GWh	kWh po stan. i pod.	Po jedinici b.p. kWh/USD
Rusija	440	847000	5726	1.92
Njemačka	1700	445000	5494	0,25

Kolika je instalirana snaga i proizvodnja ruskih elektrana 1996. u GWh, odnosno TWh i kako se planira do 2005. godine vidi se iz tablice 2.

Tablica 2

	Inst. snaga u GW		god.proizvodnja u TWh	
	1996.	2005.	1996.	2005.
HE i pumpne HE	44,4	48,5	156	180
TE kondenzacijske	65,3	72,4	224	249
Toplane	84,3	96,6	358	457
NE	21,3	42,4	109	134
Ukupno	215,3	259,9	847	1020

Kao što se iz tablice 2 vidi, još 2005. godine ne predviđa se proizvodnja iz godine 1990.

Ruske TE na plin i naftu postižu korisnost od 39 %, a one na ugljen 37 %. TE su zastarjele i u lošem stanju. Planira se da se do 2005. godine obnovi 180 GW u TE, 21 GW u HE i 3,1 GW u NE. Nove se hidroelektrane prvenstveno grade u području Sibira.

U Rusiji su na 9 mjesta u pogonu 29 nuklearna bloka koji proizvode 13,1 % električne energije potrebne zemlji. Dobar dio ovih elektrana je građen prema sigurnosnim normama koje danas više ne zadovoljavaju. Na sastanku grupe G-7 u Münchenu 1992. godine zaključen je međunarodni program za poboljšanje sigurnosti ruskih nuklearki. Zbog financijskih razloga radovi na povećanju sigurnosti počeli su tek 1995. godine. Procjenjuje se da su minimalni troškovi za najhitnija poboljšanja oko 1,7 milijardi USD. U međuvremenu ti su troškovi u nekoliko navrata ponovno računati pa su najnoviji podaci za ukupne troškove prema američkim proračunima 5,1 milijardi USD, a prema ruskim 2,8 milijardi USD.

Pozitivan utjecaj na sigurnost ruskih nuklearnih elektrana ima "sigurnosno partnerstvo" između zapadnoeuropskih i ruskih stručnjaka i u izmjeni pogonskih iskustava i edukaciji osoba.

U međuvremenu u Rusiji su se razvili novi tipovi reaktora pod utjecajem zapadnih tehnologija sa stupnjem sigurnosti svjetske razine. Ovi će novi tipovi biti nadomjestak starim koji će se staviti izvan pogona. Na temelju ruskih iskustava s reaktorima na ledolomcima i nuklearnim podmornicama na završetku su razvoja mali rektori, oko 40 MW. koji će biti korišteni za udaljena izolirana područja npr. krajnjeg sjevera.

Korištenje obnovljive energije vrlo je slabo. Predjeli udaljeni od javne mreže koriste prvenstveno dizelske motore. Najviše se koriste geotermički energetski izvori, dok su ostali obnovljivi izvori tek na početku.

Rusija ima jedinstveni elektroenergetski sustav gdje su povezani Ukrajina, Kazahstan, Bjelorusija, Moldavija, Letonija, Litva, Estonija, Georgija, Armenija i Azerbejdžan. Energija se izvozi u Finsku, Sjevernu Koreju i Mongoliju. Posljednih se godina razvija i elektroprivredna suradnja sa zapadnim zemljama. Planira se osnivanje elektroenergetskog sustava crnomorskih zemalja, baltički elektroenergetski prsten koji bi obuhvatio izolirani Kalinjingrad (Königsberg), nadalje u radu je studija o visokonaponskom istosmjernom prijenosu Rusija - Bjelorusija - Poljska - Njemačka duljine 1800 km, snage 4000 MW. Jedan je od ciljeva također povezivanje ruskog jedinstvenog sustava sa zapadnoeuropskim elektroenergetskim sustavom. Zbog veličine zemlje vrlo je razvijen prijenosni sustav najviših napona 330 kV, 400 kV, 750 kV i 1150 kV. Ovaj posljednji ima zadaću prijenos električne energije iz sibirskih elektroenergetskih izvora u Europu. Na kraju treba istaknuti da je najveći problem ruske elektroprivrede u financiranju rekonstrukcija i novogradnji u čitavom elektroenergetskom sustavu.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 10

Mrk

TERMOELEKTRANE U KINI

Narodna republika Kina ima 1,2 milijarde stanovnika, što je petina svjetskog pučanstva. Ona je danas u svijetu druga po potrošku primarne energije, iako je potrošak po stanovniku daleko ispod svjetskog prosjeka. Kina ima vrlo dinamičan privredni razvoj, što se odnosi i na elektroprivredu. Dok je godine 1995. bila ukupna instalirana snaga elektrana 200 GW, planira se da će u godini 2000. iznositi 300 GW.

Kinesko energetsko gospodarstvo najvećim se dijelom temelji na ugljenu. Od početka devedesetih godina Kina je najveći svjetski proizvođač ugljena. Tri četvrtine elektroenergetskih potreba pokriva se ugljenom. Vodne su snage također značajne, dok je udio nuklearne energije ispod 1 %. Termoelektrane se grade danas s velikim blokovima, no 1995. godine još je 20 % instalirane snage bilo u termoelektranama ispod 20 MW. Ova su postrojenja pretežno stara, s niskom korisnosti, pa su predviđena za gašenje.

Povećanje instalirane snage elektrana ostvaruje se vrlo brzo, što se vidi iz pregleda za godine 1995. - 1997. gdje je navedeno povećanje instalirane snage elektrana u dotičnoj godini u GW.

		1995.	1996.	1997.
Novoinstalirana snaga	GW	15,3	19,3	17,7
Od toga TE na ugljen	GW	12,7	18,0	14,5.

U slijedećim godinama predviđa se rast instalirane snage elektrana:

godina	2000.	540 GW
	2020.	100 GW
	2050.	1650 GW.

Koliko će se predviđanje ostaviti može biti diskutabilno, no svakako će ugljen biti glavni energent za termoelektrane.

Prema tehničko - gospodarskom kriteriju mogu se TE građene posljednjih godina svrstati u tri grupe. U prvoj su grupi elektrane s podkritičnim parametrima pare, projekti-

rane i građene uz pomoć zapadnih zemalja, podižu se redovito u obalnom industrijskom području. U drugu se grupu mogu svrstati termoelektrane s nadkritičnim parametrima pare, dobavljene iz Rusije. Njima je korisnost slična prvospomenutim elektranama. Na koncu treba spomenuti tip elektrana s klasičnim parametrima pare. To su postrojenja potpuno kineske proizvodnje s nešto nižom korisnosti od uvoznih. Prvenstveno se grade uz rudnike ugljena.

Kineski planovi za budućnost predviđaju gradnju blokova velikih snaga (do sada su to blokovi od 300 MW i 600 MW), povećanje korisnosti, manju emisiju štetnih plinova i gradnju postrojenja s nadkritičnim parametrima pare.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 10

Mrk

KABELSKA VEZA ŠVEDSKA - POLJSKA

Švedska je vlada odobrila gradnju kabelske veze, snage 600 MW, kojom će Švedska opskrbljivati Poljsku električnom energijom. Ovu prijenosnu vezu izgradit će švedsko - švicarska tvrtka ABB, po principu "ključ u ruke". Vrijednost je projekta oko 2 milijarde švedskih kuna, a stavljanje u pogon se predviđa koncem godine 1999.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 9

Mrk

ISKORIŠTENJE VJETRA I SUNCA

Energija vjetra i sunca sve se više iskorištava u Njemačkoj, pa se time povećava potražnja za odgovarajućim postrojenjima.

Njemačko tržište uređaja za iskorištenje vjetra, nakon dvije godine stagnacije, opet je u usponu. Stanje vjetroelektrana u 1997. godini u 5 država EU vidi se iz slijedećeg pregleda:

	Ukupno 1997.	Novo tijekom 1997.
	MW	MW
Njemačka	2075	525,0
Danska	1111	286,1
Španjolska	427	211,0
Nizozemska	341	44,3
V. Britanija	311	39,9

Prema planskim podacima proizvođača vjetroelektrana u godini 1998. bit će proizvedeno i instalirano oko 900 MW vjetrenjača. Time bi koncem godine bilo u Njemačkoj instalirano ukupno oko 3000 MW na vjetroelektrana. Ovakav porast znatno je ojačao položaj njemačke industrije vjetro - postrojenja.

Sličan porast bilježe i uređaji za iskorištenje sunca, bilo termički bilo fotonaponski.

U razdoblju od godine 1990. do 1997. instalirano je preko 100.000 termičkih kolektora ukupne površine 760.000 m^2.

Fotonaponski uređaji također su u usponu, ali još su daleko od potpuno komercijalne uporabe. Gradnja instalacija fotonaponskih uređaja još je uvijek financijski potpomognuta od države, pokrajine ili elektroprivrede.

Tijekom godine 1997. u Njemačkoj je instalirano 14,0 MW novih fotonaponskih uređaja, od toga je 11,0 MW bilo vezano na javnu električnu mrežu. Ukupna snaga takvih uređaja u Njemačkoj, koncem 1997. godine, bila je 42 MW.

U SAD planiraju do godine 2010. ugradnju više od 500000 solarnih energetskih sustava na zgrade. Snage pojedinih jedinica kretala bi se od 5 kW do 10 kW. Na temelju toga očekuje se godišnje tržišni potencijal od 2500 MW do 5000 MW.

U Japanu je tijekom godine 1997. instalirano 35,4 MW snage fotonaponskih uređaja. Godine 1998. ukupno je u Japanu izgrađeno 91,0 MW uređaja solarnih elektrana. Cilj je japanske vlade da do godine 2000. instalira 400 MW, a do godine 2010. oko 5000 MW. Smatra se da je ovakav plan teško ostvariv i uz veliko naprezanje japanske industrije.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 10

Mrk

PROIZVODNI SPECIFIČNI TROŠKOVI ELEKTRIČNE ENERGIJE PRI ISKORIŠTENJU OBNOVLJIVIH IZVORA

Specifični proizvodni troškovi električne energije iz vjetro i solarnih elektrana još su uvijek znatno viši od troškova iz klasičnih elektrana.

Proizvodni troškovi ovise o mnogo čimbenika (amortizacija, vijek trajanja), a kod iskorištenja obnovljive energije i od meteoroloških uvjeta na dotičnom mjestu. U Njemačkoj takve razlike mogu biti i preko 30 %. Da se ipak dobije pregled proizvodnih troškova pri iskorištenju obnovljive energije, za njemačke prilike, sakupljeni su podaci o specifičnim troškovima iz mnogih studija i elaborata učinjenih posljednjih 3 do 4 godine. U prosjeku dobiveni minimalni i maksimalni troškovi kreću se u odnosu 1 : 2. Podaci su sređeni i prikazani tabelarno u slijedećem pregledu.

Energetski izvor	Vrijeme	Proizvodni troškovi u DEM/kWh
Fotonaponske ćelije	Sada	0,9 - 2,54
	>2020	0,44 - 1,0
na krovu	Sada	1,44 - 2,54
	>2020	0,44 - 1,0
na slobodnom	Sada	0,67 - 1,61
	>2020	0,59 - 0,88
Solarna termija		
žljebasti kolektor	Sada	0,23 - 0,62
	>2020	0,19 - 0,25
	>2020	0,16 - 0,27
Vjetar		
a) 150 kW - 1,5 MW		
v = 6,5 m/s, 10 m		0,06 - 0,12
v = 5,5 m/s, 10 m		0,08 - 0,18
v = 4,5 m/s, 10 m		0,11 - 0,27
Voda		
< 100 kW		0,19 - 0,34
100 - 500 kW		0,13 - 0,26
500 - 1000 kW		0,8 - 0,16
Biomasa		
dodatno loženje		0,11
samo biomasa		0,24

Proizvodnja električne energije u solarnotermičkim elektranama dolazi u obzir samo u područjima bogatim suncem, pa za Njemačku treba dodati i troškove prijenosa.

Kombinirana uporaba obnovljive energije i kovencionalne proizvodnje predstavlja mogućnost koja mnogo obećava.

Sniženje troškova proizvodnje može se postići sagorijevanjem biomase sa fosilnim gorivima.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 11

Mrk

ŠVICARSKA OTVARA SLOBODNO TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Švicarska je odlučila da se uključi u europsko slobodno tržište električnom energijom, polazeći od činjenice da posjeduje različite strukture, povoljan geografski položaj i jaku povezanost električnom mrežom sa zemljama Europe. Glavni cilj otvaranja švicarskog tržišta u području električne energije je poboljšanje gospodarskog stanja na temelju europskog tržišnog natjecanja. Švicarska se elektroprivredna poduzeća otvaraju za sve, ali oni traže prijelazno razdoblje od nekih 10 godina, za vrijeme kojeg će se postupno otvarati tržišta.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 11

Mrk

EKSTERNI TROŠKOVI ENERGETSKIH OBJEKATA

Uz proizvodnju i korištenje energije dolazi do nepoželjnih utjecaja na okoliš i zdravlje ljudi. Velik dio tih utjecaja ne nastaju pri njihovu uzročniku, npr. elektrani, već u širem okruženju. Pri donošenju odluka o energetskim objektima treba uzeti i takve izvanjske efekte, koje treba uočiti i analizirati i na koncu procijeniti kolike će troškove izazvati dotičnom energetskom objektu. Npr. ako se radi o elektrani, proizvodne troškove terete i eksterni troškovi. Prema podacima koje su objavili stručnjaci Instituta za primjenu i racionalno korištenje energije iz Stuttgarta (IER), eksterni su troškovi različitih tipova elektrana navedeni kako slijedi:

TE na kameni ugljen	2,1 - 10,5 Pt/kWh
TE na smeđi ugljen	2,2 - 12,8
TE sa pl. turbinom	1,5 - 7,6
Kombi postrojenje	0,7 - 3,7
Nuklearna elektrana	0,07 - 1,3
Fotonaponska elektrana	0,11 - 0,9
Vjetroelektrana	0,05 - 0,2.

Ove eksterne troškove valja pribrojiti proizvodnim troškovima, kako bi se dobila prava slika o ekonomičnosti objekta.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 12

Mrk

IZVORI ZAGAĐENJA ZRAKA

Prema njemačkim podacima (izvor UBA) zagađenje zraka štetnim plinovima vrlo je različito, kako prema izvorima zagađenja, tako i prema sastavu štetnih plinova. U slijedećem su pregledu dani podaci prema izvorima i sastavu štetnih plinova za Njemačku u 1996. godini. Sastav štetnih plinova dan je u postotcima, a na kraju su dane stvarne količine tih plinova koje su godišnje emitirane.

Izvor	CO_2%	CO%	NO_x%	SO_2%	Org. spojevi %
Promet	20	55	60	2	32
Elektrane	38	1	20	62	0
Industrija	19	20	11	22	7
Kućanstva i ostalo	23	24	9	14	61
Ukupno	100	100	100	100	100
	$910x10^6$	$6,71x10^6$ t	$1,86x10^6$ t	$1,85x10^6$ t	$1,87x10^6$ t

Kao što se iz pregleda vidi, iz elektrana su najveće emisije ugljičnog dioksida i sumpornog dioksida, dok je promet najveći zagađivač ugljičnim monoksidom.

Energiewirtschlaftliche Tagesfragen, 1998, br. 12

Mrk

ENERGENTI ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Prema podacima udruge njemačkih elektrana (VDEW), ugljen i uran bili su također u 1998. godini glavni energenti u proizvodnji električne energije u Njemačkoj. Udio električne energije proizvedene u nuklearnim elektranama iznosio je 33 %, prema 36 % u godini 1997. Smeđi i kameni ugljen sudjelovali su u proizvodnji svaki po 27 %. Pomoću zemnog plina proizvedeno je 7 % električne energije prema 6 % u godini 1997. Iz obnovljivih izvora i to vode, vjetra, biomase, smeća i sunca dobiveno je samo 4 % proizvodnje, a još manje, oko 1 % iz umjetno proizvedenih plinova, lož ulja i drugih.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 10

Mrk

REZULTATI UČINKOVITIJE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

U Njemačkoj je u ovom desetljeću raslo gospodarstvo brže od potroška električne energije. Taj trend pokazuje elektroenergetski intenzitet tj. potrošak električne energije po 1000 DEM domaćeg brutoprodukta. Od ujedinjenja Njemačke do godine 1998. potrošak je pao za 8 %. U godini 19991. potrošeno je po 1000 DEM domaćeg brutoprodukta 188,8 kWh u godini 1998. to je iznosilo 172,9 kWh. To je objavio VDEW u Frankfurtu. Glavni je razlog takvog pada veća učinkovitost uporabe električne energije.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 10

Mrk

PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA

Njemački proizvođači električne energije izdali su za obnovljivu energiju u 1998. godini 2,8 milijardi DEM (1996. 1,7 DEM). Od toga 46 % otpada na planiranje, gradnju i pogon ekonomičnih postrojenja za proizvodnju električne energije iz energije vode, vjetra i biomase. Ukupno 48 % plaćeno je kao naknada privatnim proizvođačima električne energije,

proizvedene iz obnovljivih energetskih izvora i predanu u javnu električnu mrežu. Za razvoj, demonstracijska postrojenja i programe za uvođenje na tržište utrošeno je 6 % od ukupne svote za godinu 1998.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 10

Mrk

NOVA TVRTKA ABB - ALSTOM POWER

Poznate elektrotehničke tvrtke ABB i Alstom osnovale su (ožujak 1999.) novu tvrtku pod imenom "ABB - Alstom Power", sa sjedištem u Bruxelesu. Smatra se da će se novu tvrtku bolje uklopiti u privatizaciju i slobodno energetsko tržište. Nova će tvrtka preuzeti od Alstoma aktivnosti u sektoru energetike, bez nuklearne tehnike i gradnju plinskih turbina snage preko 20 MW. Poduzeće će poslovati širom svijeta, u više od 100 država, sa oko 54000 uposlenika.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 10

Mrk

U NJEMAČKOJ SE UGRAĐUJE VIŠE TOPLINSKIH CRPKI

U Njemačkoj je sve veći broj ugradnje toplinskih crpki za grijanje prostorija. Tome pogoduje prijelaz na slobodno energetsko tržište, pa su i elektroprivredna poduzeća prisiljena obratiti više pozornosti željama potrošača. Ipak još uvijek ovakav način grijanja ima marginalnu ulogu. Sa 47500 uređaja (1997.), to je tek 0,2 %. Potražnja, međutim, za toplinskim crpkama raste, pa je ugradnja novih uređaja veća za 22 %. Dobavljači se trude da novi tipovi uređaja budu što pouzdaniji, uz veću korisnost, a to znači što manju potrošnju električne energije za jednaki toplinski efekt.

Kao poticaj za veće korištenje toplinskih crpki održava se u svibnju 1999. godine u Berlinu međunarodni kongres o toplinskim crpkama. Tom prigodom skupa, uz niz stručnih predavanja, organizirana je izložba gdje će preko 20 poduzeća izložiti različite tipove toplinskih crpki, različitih po snazi i načinu korištenja.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 10

Mrk

KANALIZACIJA – IZVOR TOPLINE ZA TOPLINSKE CRPKE

U Švicarskoj (Zürich - Wipkingen) je sagrađen, kao pilot - projekt, prvi veliki uređaj na komercijalnoj osnovi, gdje toplinska crpka koristi toplinu otpadnih voda u kanalizaciji. Za dovođenje topline u toplinsku crpku ubetonirane su cijevi od nehrđajućeg čelika u dno kanala otpadnih voda. Snaga prenošenja topline iznosi 4,25 kW/m. Dobivenu toplinu crpka digne na 65^0 C i pod tom temperaturom topla se voda distribuira potrošačima.

U spomenutom su švicarskom pilot - projektu cijevi položene na duljini od 200 m, čime je moguće izvući toplinsku snagu od 850 kW, koja ulazi u toplinsku crpku.

Osim uštede klasičnih goriva, npr. nafte, osjetno se snizuje emisija CO^2.

Ovakav je uređaj povoljan za grijanje naselja koje godišnje troši oko 1000 MWh toplinske energije. Povoljni se investicijski troškovi mogu postići intenzivnom suradnjom svih partnera, uključivo i potencijalne potrošače.

Ovim se konceptom mogu, uz povoljne prilike, postići proizvodni troškovi primjereni uvjetima slobodnog energetskog tržišta.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 11

Mrk

CENTAR ZA ISPITIVANJE TOPLINSKIH CRPKI

Sve veća potražnja za postrojenjima toplinskih crpki s jedne strane i mnoštva tipova koji se nude na tržištu s druge, tražili su neku ustanovu koja će biti neutralna i kvalificirana da dade mišljenje i atest o kvaliteti proizvoda. Kao uzor za takav posao istaknut je švicarski centar za izobrazbu, ispitivanje i razvoj toplinskih crpki Töss u Winterthuru. Centar je pod upravom švicarskih sjeveroistočnih elektrana (NOK) i elektrana kantona Zürich (EKZ), a počeo je sa radom 1993. godine. Ispitivanja su pridonijela da se uoče i otklone mnogi nedostaci na postrojenjima i provedu poboljšanja, čime se povećava povjerenje javnosti u rad toplinskih crpki. Dobiveni rezultati služe proizvođačima i kupcima. Ispitivanja se vrše prema euronormama, uvažavajući zahtjeve tržišta i tehnologije. Time su ispitni rezultati od vrijednosti i za zemlje izvan Švicarske, a Töss postaje objekt predočen u okviru akcijskog programa "Energie 2000".

U siječnju 1999. godine završeno je 200-to ispitivanje toplinskih crpki. Interes stručnjaka za rad centra vrlo je velik, što se može zaključiti iz broja od 2500 posjetitelja centru.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 11

Mrk

GORIVE ĆELIJE HEAK

Poslije 37600 sati uspješnog pogona gorive će ćelije nazvane "Heak - Brenstoffzell", vlasništvo hesenskog elektroprivrednog poduzeća Heak biti prevezene u Berlin. Postrojenje će biti jedan od eksponata u budućem info - parku kojeg gradi berlinsko elektroprivredno poduzeće Bewag, u pripremi za izložbu "Expo - 2000."

Posjetitelji iz cijelog svijeta moći će razgledati postrojenje i dobiti sve obavijesti o tehnici gorivih ćelija.

U info - parku će biti izgrađeno energetsko postrojenje snage 250 kW s gorivim ćelijama, koje će Bewag staviti u pogon krajem godine 1999. Predviđa se da će se nakon nekih 5 godina demonstracijskog rada postrojenje predati nekom muzeju.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 11

Mrk

GORIVE ĆELIJE ZA ZGRADE

Na izložbi kućne i zgradarske tehnike u Frankfurtu (M) izložila je tvrtka Vailland termo - električni uređaj na bazi gorivih ćelija. Kao gorivo služi zemni plin , dajući energiju direktno konačnim potrošačima. Prema navodima proizvođača pri tome se štedi oko 25 % primarne energije i smanjuje emisiju CO_2 za 25 % do 50 %. Uređaj je namijenjen za opskrbu više obiteljskih zgrada, a doći će na tržište oko godine 2001. - 2002.

Elektrizitätswirtschaft, god 98(1999), br. 11

Mrk

MEĐUNARODNA SURADNJA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA

Peti istraživački program EU[1] traži povećanje izdataka za istraživanja i razvoj od 13%.

Program pokriva četiri tematska područja:

- unaprjeđenje biomedicine i biotehnike
- razvoj informatike i komunikacije podataka
- istraživanja u prometu i mobilnosti
- razvoj energetskog sustava i istraživanja u gospodarenju resursima i ekosustavima.

ETZ, god. 120(1999), br. 3-4

Mrk

EUROPSKI PATENTNI URED SNIZUJE PRISTOJBE

Upravni savjet europskog patentnog ureda u MÜnchenu zaključio je da se snize pristojbe u ukupnom godišnjem iznosu od 85 milijuna DEM. Snizit će se pristojba za prijavu patenata od 1950 DEM na 1600 DEM, a zaštita u 19 država sa 2700 DEM na 1050 DEM.

Od ožujka godine 1999. plaćanje se obavlja u eurima, uz mogućnost plaćanja i u nacionalnoj valuti.

ETZ, god. 120(1999), br. 3-4

Mrk

EUROPSKE NORME

S nacinalnim normama u Europi je svršeno. U budućnosti će postojati samo jedinstvene europske norme u okviru EU, koje će bti dobrovoljno prihvaćene od europskih država. U svezi takvog razvoja promijenit će se i način rada IEC. Dok su se prije vodile stručne diskusije samo među ekspertima, diskusije će se proširiti i povećati važnost zaključaka. Nužno će biti dogovaranje, naročito zbog razilaženja između Sjeverne Amerike i "ostatka svijeta". Do usuglašavanja je još dug put.

ETZ, god. 120(1999), br.1-2

Mrk

STIPENDIRANJE INŽENJERSKOG PODMLATKA IZ ZEMALJA AZIJE

Tvrtka Siemens i Njemačka akademska služba za zamjenu (DAAD) ugovorile su projekt o stipendiranju inženjerskog podmlatka iz azijskih zemalja. Ovaj je projekt, odnosno program, dobio službeni naziv "DAAD – Siemens Scholarship Program Asia 21-st Century" sa ukupnom sumom od 4 milijuna DEM, od čega tvrtka Siemens daje 2,7 milijuna DEM.

Predviđa se da će u slijedećih 5 godina moći na dvogodišnji studij doći iz Azije oko 80 studenata. Uz studij na njemačkim visokim školama, Siemens pruža mogućnost prakse. Ovim su projektom obuhvaćeni studenti iz Kine, Indonezije, Indije, Koreje, Tajvana, Hongkonga, Tajlanda i Vijetnama. Novi će stipendisti početi studije u Njemačkoj već ove godine. Odabir kandidata se obavlja prema kriterijima DAAD. Nakon završetka studija predviđa se daljnja kooperacija i suradnja na polju znanosti i gospodarstva.

ETZ god. 120(1999), br. 5

Mrk

[1] Vidjeti: Energija, god. 47(1998), br. 5

INDUSTRIJSKI ROBOTI U PORASTU

Da bi se neki stroj mogao nazvati robotom mora ispunjavati određene kriterije. Stroj mora imati tri ili više osobina sa samoupravljanjem, uklopljen u industrijsku automaciju. Roboti u njemačkoj industriji u stalnom su porastu. Godine 1998. bilo ih je 73000, a to je dva puta više nego 6 godina prije.

Godinama porast je tekao kako slijedi:

1992	38000	industrijskih robota
1994	45000	industrijskih robota
1996	60000	industrijskih robota
1998	73000	industrijskih robota
2001	96000	industrijskih robota (predviđanja).

ETZ, god. 120(1999), br.5

Mrk

ISKORIŠTENJE ENERGETSKIH IZVORA ISLANDA

Island ima veliki potencijal obnovljive energije, koja je dosada korištena u ograničenom opsegu. Oko 67% potrebne primarne energije na Islandu dolazi iz hidro i geotermičkih izvora. Islandska vlada je odlučila da unaprjeđuje i poveća iskorištenje svojih obnovljivih energetskih izvora.

Sredinom veljače 1999. godine osnovano je u Reykyaviku, glavnom gradu Islanda, poduzeće Icelandie Hydrogen and Fuel Cell Company koje će istraživati primjenu vodika kao energenta, naročito u gorivim ćelijama za vozila. Daljnji su projekti predviđeni za razdoblje od 2000. do 2002. godine.

Uz islandsko poduzeće Eco Energy Ltd, kao osnivači su inozemna poduzeća iz Norveške i Njemačke. Ukupno je uložen kapital oko jedan milijun dolara.

ETZ god. 120(1999), br. 6

Mrk

ŠTEDLJIVI ELEKTROMOTORI

Oko 46% ukupne potrošnje električne energije u Njemačkoj otpada na industriju, a dvije trećine od toga potroše elektromotori. To odgovara elektroenergetskim troškovima od 25 milijardi DEM.

Studija inicirana od EU – komisije pokazala je da je uporabom energetski štedljivih elektromotora, u industriji i uslužnim djelatnostima, moguće uštedjeti oko 8% električne energije. To bi naravno snizilo proizvodne troškove.

Budući da su elektromotori većinom ugrađeni u strojeve, nabavni su troškovi elektromotora neznatni prema cijeni stroja. Prema tome, proizvođači strojeva stavljaju pitanje elektromotora u drugi plan. Ugradnja štednih elektromotora nije interes proizvođača strojeva, već njihovih kupaca. Od njih mora doći inicijativa da se takvi elektromotori ugrađuju u strojeve i time štedi električna energija.

ETZ, god. 120(1999), br. 6

Mrk

INTERNET IZ UTIČNICE USKORO REALNOST

Danas su u fazi testa prvi sustavi za visokobitni prijenos podataka putem energetske mreže i nalaze se pred serijskom izvedbom. Još otvorena pitanja odnose se na dopuštene smetnje s obzirom na nepovoljne prijenosne osobine niskonaponske elektroenergetske mreže.

ETZ, god. 120(1999), br. 6

Mrk

ATRAKTIVNOST ZVANJA U NJEMAČKOJ

Udruga UDE provela je na cijelom području Njemačke anketu o zvanju koje se najviše cijeni. Obuhvaćeno je 2000 osoba starijih od 14 godina. Kao najatraktivnije označeno je zvanje liječnika, a inženjeri i elektroinženjeri su na četvrtom mjestu. Na drugom su mjestu učitelji i arhitekti, a u sredini rang – liste dolaze poduzetnici, pravnici, policajci, biolozi, kemičari i svećenici. Na kraju se nalaze časnici i umjetnici, a političari su posljednji. Pozitivna ocjena elektroinženjera dolazi do izražaja i u drugim pitanjima. 83% ispitanika navelo je da elektro i informacijska tehnika pruža dobre perspektive u zvanju. Pokazalo se da je znanje o konkretnom području rada elektroinženjera i informatičara vrlo slabo. 73% ispitanika premalo zna o tome, a samo 20% dobro su obaviješteni. Udruga UDE je uvjerena da se mora više učiniti na informiranju. Treba nastojati da mladi ljudi ne budu obaviješteni samo o programu studija već i o djelatnosti u elektro i informatičkoj tehnici.

ETZ, god. 120(1999), br. 6

Mrk

OVOGODIŠNJI SAJAM U HANNOVERU

Ovogodišnji hanoverski velesajam koji se održao u travnju 1999. stavio je težište na tvorničku automatiku. Zbog toga su izlošci u okviru te teme smješteni u središte sajamskog prostora, na oko 100.000 m^2.

Oko 2000 izlagača izložilo je sve od malih elemenata do kompleksnih sustava.

Velesajam ne daje samo pregled tehničkih noviteta, već je i konjuktivni barometar branše. Tijekom održavanja velesajma organizirana su mnoga stručna savjetovanja i diskusije o gospodarsko – političkim temama, modernoj tehnici, tehnologiji i novim tržištima.

ETZ, god. 120(1999), br. 6

Mrk

BATERIJE CINK – ZRAK ZA PONOVNO PUNJENJE

Institut Paul – Scherer, u Švicarskoj, razvio je cink – zrak baterije koje se mogu električki ponovno napuniti. Cink je nagativna elektroda, a kisik je reaktant pozitivne elektrode. Kisik se kod pražnjenja uzima iz zraka, a kod punjenja predaje. Baterija ima specifičnu energiju 100 Wh/kg do 120 Wh/kg, što po prilici odgovara litij-ionskoj bateriji. Za ovaj se sustav koriste, prema izjavi proizvođača, skupi sastavni materijali, a ekološki je prihvatljiv. Ovakva se baterija može ugraditi u vozila, i koristiti u prenosivim elektrouređajima.

ETZ, god. 120(1999), br. 7-8

Mrk

RADNI TJEDAN U NJEMAČKOJ

Danas prosječni radni tjedan nije jednak u starom i novom dijelu Njemačke. Dok se u starom dijelu Njemačke prosječno radi 37,4 sati tjedno, u novom dijelu taj je prosjek 39,3 sata. Stvarno radno vrijeme vrlo je različito u pojedinim djelatnostima. Koji postotak uposlenika koliko sati radi u tjednu, u oba dijela Njemačke, vidi se iz slijedećeg pregleda:

Sati rada u tjednu	Postotak uposlenika	
	s. Nj.	n. NJ.
manje od 36 sati	23 %	-
36 - 37	3	-
37 - 38	23	2
38 - 39	33	21
39 - 40	15	29
40 sati i više	3	48

Prema tome polovina uposlenika na zapadu radi tjedno manje od 38 sati, a trećina između 38 i 39 sati. Na istoku skoro polovica uposlenika radi 40 sati i više tjedno.

ETZ, god. 120(1999), br. 7-8

Mrk

IZGUBLJENI RADNI DANI ZBOG PROSVJEDOVANJA I ŠTRAJKOVA

Zbog različitih prosvjeda i štrajkova gubi se mnogo radnih dana. Od zemlje do zemlje takav je gubitak vrlo različit. Dok je u Španjolskoj i Grčkoj gubitak vrlo velik, on je gotovo zanemariv u Japanu i Švicarskoj.

Očigledno je da ne postoji zavisnost broja štrajkova i organiziranosti uposlenika. Dok u Španjolskoj i Grčkoj 19%, odnosno 29% pripada sindikalnoj organizaciji, u Njemačkoj i Danskoj taj je postotak 29% i 79%.

Slijedeći pregled pokazuje po zemljama koliko je prosječno godišnje izgubljeno radnih dana na 1000 uposlenika u vremenskom rasponu od 1987. do 1996. godine.

Španjolska	523
Grčka	513
Kanada	266
Italija	223
Finska	179
Australija	166
Irska	149
Novi Zeland	145
Francuska	100
V. Britanij	76
Norveška	72
Portugal	58
SAD	55
Danska	42
Nizozemska	22
Njemačka	14
Austrija	4
Japan	3
Švicarska	1

ETZ, god. 120(1999), br. 7-8

Mrk

NJEMAČKA - UČINKOVITA OPSKRBA ENERGIJOM VW-a I GRADA WOLFSBURG-a

U VW Kraftwerk GmbH, elektrani lociranoj u Wolfsburg-u, 100%-nog vlasništva Volkswagen AG u pogonu su dvije kogeneracijske elektrane. Elektrane su smještene na zemljištu VW-a i opskrbljuju njegove tvornice energijom i toplinom.

Mnogo toga će u postojećim elektranama Wolfsburg Jug i Wolfsburg Sjever biti zamijenjeno sustavima koji koriste

modernu, učinkovitiju i za okoliš sigurniju tehnologiju, kako bi se postigla bolja pogonska ekonomičnost i zaštita okoliša.

Siemens/KWU je preuzeo cjelokupno projektiranje modernizacije elektrane Wolfsburg Sjever te će isporučiti dvije proizvodne kondenzacijske grupe turbine-generatore s oduzimanjem pare, svaka električne snage 68 MW i termičke 115 MW. Udio oduzimanja pare zavisit će o potrebama tvornice i grada, što znači da će u periodu kada nema grijanja turbine raditi isključivo u kondenazcijskom radu. Kapacitet postojećeg rashladnog tornja nije dovoljan, pa mora biti povećan. Turbine su konstruirane za glavne parametre pare 115 bar/535°C i za protok pare od hlađenja zrakom na hlađenje vodom, što će također poboljšati uvjete parne turbine.

Isporučitelj će također isporučiti nove glavne parovode za grijanje, kondenzatore daljinskog grijanja, sabirnice generatora i transformatora. Predviđa se da elektrana bude priključena na mrežu koncem 1999. godine.

SIEMENS - International Edition Power Journal 3 / 98.

E. H.

BRAZIL - SEOSKA ELEKTRIFIKACIJA I OPSKRBA VODOM

Za dva solarna projekta bit će isporučeni fotonaponski sustavi korisnicima Centrais Eléctricas de Minas Gerais (CEMIG) i Companhia Ruid de Bahia (CERB). Solarni moduli će biti proizvedeni u Siemens Solar Industries u Kaliforniji.

Po prvom projektu, solarni modularni sustavi ukupnog kapaciteta od 40 kWp isporučivat će električnu struju za 90 seoskih škola i 25 vodocrpnih stanica. Energija je hitno potrebna za rasvjetu i za opremu kao što su satelitski prijamnici razreda tele-naobrazbe. CEMIG se odlučio za solarnu energiju kao načina osiguranja električne energije područja s teško pristupačnim prilazima te za što brže ostvarivanje njihove infrastrukture.

CERB će postaviti 40 crpnih sustava sa solarnim napajanjem, kapaciteta između 6.000 i 12.000 litara dnevno. 400 fotonaponskih modula ukupnog kapaciteta 30 kWp značajno će doprinijeti opskrbi vodom u slabo plodnom kraju koji CERB opskrbljuje energijom.

SIEMENS - International Edition Power Journal 3 / 98.

E. H.

NJEMAČKA - ČIŠĆENJE GENERATORA ARGONOM

Vodik i kisik mogu činiti eksplozivnu smjesu. Stoga mora biti osigurano da svi zatvoreni prostori budu oslobođeni od zraka prije nego vodikom hlađene generatore punimo rashladnim sredstvom. U svrhu čišćenja i neutraliziranja svi zatvoreni rashladni kanali se napune internim plinom. Tako se vodik prigodom obavljanja radova servisiranja generatora uklanja koristeći pri tom interni plin.

Prvi put u svijetu Siemens/KWU je čistio generatore u nuklearnoj elektrani Neckar 1 plemenitim plinom argonom umjesto CO_2 koji se do sada koristio. Argon je pogodan za okoliš, a i mnogo je lakše s njim raditi nego sa CO_2. Dok se poslije čišćenja plin ispuštao u atmosferu, novim postupkom se eliminira ispuštanje više tona CO_2 po pojedinoj operaciji čišćenja.

SIEMENS - International Edition Power Journal 3 / 98.

E. H.

UJEDINJENI ARAPSKI EMIRATI - 710 MW - KOMBI ELEKTRANA S POSTROJENJEM ZA DESALINIZACIJU MORSKE VODE

S elektranom Al Taweelah A2 državno poduzeće za opskrbu energijom Abu Dhabi Water i SAD-poduzeće CMS Energy, privatni investitor u području elektrana, izgradit će prvu privatnu elektranu u Golfskom području. Siemens - sektor proizvodnje energije, kao voditelj konzorcija i korejski industrijski koncem Hanjung izgradit će kombi elektranu 710 MW s postrojenjem za desalinizaciju morske vode po sistemu ključ u ruke.

U elektrani će biti tri V94 34 plinske turbine i dvije parne turbine po 110 MW kao i sustav vođenja TELEPERM XP. Postrojenje za desalinizaciju morske vode će imati kapacitet proizvodnje od dobrih 200.000 kubičnih metara desaliniziirane vode dnevno. Prva plinska turbina ući će u komercijalni pogon u svibnju 2.000 godine, a cjelokupno postrojenje u rujnu mjesecu 2.001 godine.

SIEMENS Power Journal 4 / 98.

E. H.

MAĐARSKA / SAD - PLINSKE TURBINE POKRIVAJU VRŠNO OPTEREĆENJE

Dvije vršne elektrane u Mađarskoj i SAD bit će opremljene s ukupno tri plinske Siemens-turbine.

Za vršnu elektranu 150 MW Lörinci, mađarskog poduzeća za opskrbu energijom Magyar Villamos Müvek, Siemens će isporučiti plinsku turbinu V94-2 kao i pripadajući sustav tehnike vođenja. Početak komercijalnog pogona postrojenja predviđen je u siječnju 2.000 godine.

Oglethorpe Power Corporation, udruženo poduzeće s 39 lokalnih proizvođača energije, sa sjedištem u Atlanti, Georgia, imat će na lokaciji Monroe Country u pogonu plinsko postrojenje snage 217 MW po sistemu ključ u ruke i s njim pokrivati potrebe vršne snage. Postrojenje s dvije plinske turbine V84 2 treba ući u pogon u lipnju 2000 godine.

SIEMENS Power Journal 4 / 98.

E. H.

SJEDINJENE AMERIČKE DRŽAVE - PET W 510F -STROJEVA ZA KOMBI-PROJEKTE

Elektrana snage 837 MW Batesville Generation Facility poduzeća LSP Energy Limited bit će opremljena s tri W 501 F - plinske turbine Siemens-Westinghouse. Lokacija postrojenja, koje će koristiti zemni plin kao gorivo za plinsko i parno postrojenje je Batesville u sjevernoj državi Mississipi. Početak komercijalnog pogona planiran je za ljeto 2.000 godine. Elektrana će tada proizvoditi električnu energiju za veleprodaju.

Također i nezavisni proizvođač električne energije Calpine Corporation, sa sjedištem u Kaliforniji, opet namjerava svoje elektrane popuniti opremom firme Siemens. Za proširenje elektrane Pasadena isti proizvođač će isporučiti jedno kombi-postrojenje snage 510 MW. U istom će biti dvije plinske turbine W 501 F s generatorima, proizvodna jedinica sa parnom turbinom, dva kotla na otpadnu toplinu i jedan kondenzator. Isporučitelj će također održavati postrojenje u trajanju od 12 godina.

SIEMENS Power Journal 4 / 98.

E. H.

NJEMAČKA - PROIZVODNA PARNA JEDINICA SNAGE JEDNOG GIGAWATA

Prema ugovoru s RWE Energie AG Siemens isporučuje za elektranu Niederaussem parni turbo agregat s peterodijelnim kućištem, koji svojom snagom 1027 MW predstavlja prvijenac ovog reda veličine u postrojenjima koja koriste fosilna goriva.

Novi će blok koristiti smeđi ugljen iz rajnskog rudarskog područja za proizvodnju električne energije te će nadomjestiti šest starih grupa po 150 MW. Visokim stupnjem korisnosti većim od 43% gorivo će u odnosu na staro postrojenje biti bolje iskorišteno za više od 30%. S tim će u istoj mjeri biti reducirano stvaranje neželjenih tvari kao što su SO_2, NO_x i CO_2. Prva proizvodnja električne energije planirana je za 2.002. godinu.

SIEMENS Power Journal 4 / 98.

E. H.

KINA - PRVI 900 MW - BLOKOVI NA UGLJEN S NADKRITIČNIM PARAMETRIMA PARE

Tri poduzeća za proizvodnju električne energije Shangahai Municipal Electric Power Company, East China Power Group i Shenergy će staviti u pogon kod Šangaja novu elektranu na kameni ugljen Waigaoquiao faza II. Za tu elektranu 2 x 900 MW Siemens isporučuje konstrukcije cjelokupnog turbinskog postrojenja kao i turbo-agregate te pripadajuće elektro, strojarske i građevinske opreme. Projekt financira Svjetska banka za obnovu i lokalni investitori.

Zahvaljujući nadkritičnim parametrima pare i najmodernijoj turbinskoj tehnici elektrana će trošiti samo 280 g kamenog ugljena po kWh, što je oko 30% manje od prosjeka svih drugih elektrana na ugljen u Kini. Turbo-agregati će se izraditi u tvornici Siemens-a u Mühlheimu, a sastavne komponente za iste i bitne dijelove elektrane kao balans isporuka će proizvesti Shanghai Turbine Company, Shangahi Turbine Generator Company i Shanghai Power Equipment Company.

Ovi lokalni proizvođači su tri od ukupno četiri Joint-Venture-a iz Shanghai Electric Corporation (SEC) i Siemens. SEC, najveći proizvođač elektrana u Kini, je većinski vlasnik ovih Joint-Ventures-a, koje je 1995. osnovao Westinghouse sa SEC-om. Udio Westinghouse-a je prenesen na Siemens kao posljedica kupnje Westinghouse Power Generation.

SIEMENS Power Journal 4 / 98.

E. H.

NJEMAČKA - PRVA PROVJERA POUZDANOSTI SIGURNOSNE TEHNIKE TELEPERM XS

Nuklearna elektrana Neckar 1 je ovog ljeta kao prvo njemačko postrojenje ušla u mrežu s novom digitalnom sigurnosnom tehnikom. Otada je TELEPERM XS preuzeo zadatke za ograničavanje rada reaktora, regulaciju reaktora i upravljanje polugama. Nova tehnika vođenja je izvedena četverokanalski te ispunjava sve zahtjeve u pogledu pouzdanosti, raspoloživosti, smanjivanja umnožavanja sastavnih grupa, osiguranja rezervnih dijelova i poboljšavanja sučelja čovjek-stroj.

Prvi put se ulazne vrijednosti sustava digitalno filtriraju, što konkretno pri pogonskim polaznim pojavama vodi poboljšanju ponašanja regulacije. Na temelju visoke vlastite samokontrole TELEPERM-a XS više nisu potrebna nikakva naknadna ispitivanja internih funkcija.

Pet dana poslije puštanja u rad udar groma u mreži 220 kV uzrokovao je brzo iskapčanje turbine i iskapčanje jedne crpke rashladnog sustava u elektrani. TELEPERM XS je pri tom pogonskom događaju u potpunosti održao nadzor nad postrojenjem te je u vremenu od nekoliko sekundi elektranu doveo u pogonski djelomično stabilno stanje.

SIEMENS Power Journal 4 / 98.

E. H.

BRAZIL - PRIVATNA ELEKTRANA SNAGE 900 MW

Investitorski konzorcij INVECO gradi hidroelektranu Lajeado, snage 900 MW, na rijeci Rio Tocantins. Konzorcij je sastavljen iz privatnih firmi Empresa de Electricidade Vale Paranapanema i Compahnia Paulista de Energia Elétrica i državnih poduzeća Compahnia Energetica de Brasilia i Electricidade de Portugal.

Siemens će isporučiti cjelokupnu elektrotehničku opremu kao i sustav tehnike vođenja, istu montirati i pustiti u pogon. U taj obim spadaju pet hidrogeneratora po 190 MWA, transformatorsko postrojenje, rasklopna postrojenja i sustav vođenja PROKON WK. Generatore će proizvesti tvornica Siemens-a Lapa u Sao Paolo-u.

Prva proizvodna jedinica treba biti puštena u pogon koncem 2.001. godine, a do konca 2.002. godine sve jedinice trebaju biti na mreži. Elektrana se nalazi u blizini Palmas-a, glavnog rada savezne države Tocantins. Elektrana će ovo područje opskrbljivati električnom strujom, a također će biti priključena na mrežu 500 kV Brazila, kako bi struju davala na raspolaganje jugu i zapadu Brazila.

SIEMENS Power Journal 4 / 98.

E. H.

KINA - TELEPERM XP UREĐAJA ZA ODSUMPORAVANJE DIMNIH PLINOVA (REA)

Proizvođači električne energije Beijing-, Chongquing- i Branshan-Power-Compagnie opremit će po dva od svojih kotlova u elektranama uređajima za odsumporavanje dimnih plinova (REA) od firme Steinmüller iz Gumersbach-a. Financiranje REA preuzima Kreditna banka za obnovu. Steinmüller je ugovorio sa Siemens-om, kao podisporučiteljem, isporuku pripadajuće elektrotehničke opreme i sustava tehnike vođenja.

Bit će isporučena cjelokupna postrojenja srednjeg i niskog napona kao i sustav tehnike vođenja procesa TELEPERM XP za upravljanje, nadzor i automatiziranje REA uređaja. Montažu ovih sustava će na vlastitu odgovornost obaviti krajnji kupac, a na temelju montažnih projekata koje daje isporučitelj. Ovo postrojenje je za partnere Steinmüller-a i Siemens prvi ugovor za REA-uređaje u Kini.

SIEMENS Power Journal 4 / 98.

E. H.

SIEMENS PRODAJE POSLOVNO PODRUČJE KABELA I VODOVA JAKE STRUJE PIRELLI-ju

Siemens će prodati područje kabela jake struje talijanskom proizvođaču kabela i automobilskih guma Pirelli SpA, Milano. Predvidivo 1. listopada 1998. Pirelli preuzima ovo po-

slovno područje, koje je od listopada 1996. do rujna 1997. imalo promet od 1,7 milijardi DM i zapošljavalo diljem svijeta 6.200 suradnika. U ovom je prema milanskoj burzi obuhvaćena talijanska Teleco Cavi SpA, u kojoj Siemens ima većinski dio. Osim toga će Pirelli kupiti posao kabela jake struje i telekomunikacijskih bakrenih kabela u Turskoj, Türk Siemens Kablo vc Elektrik Sanaya AS (TSS). Prodajna cijena cijelog posla iznosi oko 500 milijuna DEM.

Povezivanje s Prelli-jem, kao jednim od najvećih proizvođača kabela u svijetu, osigurava poslovnom području jakostrujnih kabela i njihovim suradnicima dugogodišnju perspektivu. Na ovaj način, s novim vlasnikom, otvara se mogućnost za što bolje prezentiranje i otvaranje poslova na tržištu diljem svijeta sa Siemens-om.

Pirelli ovim u području kabela postaje broj jedan na svjetskom tržištu. Ova grana je karakterizirana liberaliziranjem i privatiziranjem najvažnijih zapadnih tržišta.

U europskoj kabelskoj grani, radi sve jače međunarodne konkruencije, predstoje obimne konsolidacije. Poduzeća kooperacijama i preuzimanjem jačaju svoj položaj.

S ovim Siemens prodajom područja kabela jake struje Pirelli-ju ostvaruje pretpostavke za to da će ovo poslovno područje u novom povezivanju dugoročno ostati konkurentno.

Svjetsko tržište kabela jake struje ima opseg od oko 45 milijardi DM. Od toga na Aziju otpada oko 37%, na Zapadnu Europu skoro 30%, a na Ameriku oko 24%.

Pirelli spada u vodeće svjetske proizvođače automobilskih guma, kabela i kabelskih sustava. Poduzeće iz Milana za proteku godinu je prikazalo ustaljeni obrt od oko 11,3 bilijuna Lira (oko 11,5 milijardi DM) i ustaljenu čistu dobit od 512 milijardi Lira (oko 520 milijuna DM), sa 36.000 zaposlenih suradnika.

SIEMENS EV REPORT 3 / 98.

E. H.

ŠESTA KONFERENCIJA KORISNIKA CIJEVNIH TURBINA 1998. U PEKINGU

6. konferencija svih korisnika ELIN generatora i turbina održana je od 14. do 19. listopada u organizaciji ELIN - Energieversorgung u Pekingu. Taj skup služi kao osnova za razmjenu iskustava između raznih korisnika elektrana o pitanjima koja se odnose na pogon, vođenje i održavanje postrojenja s cijevnim proizvodnim jedinicama. Osim toga ova konferencija je omogućila da ELIN i VAMCE dobiju prigodu prikupljanja direktnih obavijesti od kupaca o praktičnim iskustvima prigodom montaže i pogona postrojenja.

Na konferenciji su sudjelovali delegati iz svih elektrana koje imaju u pogonu ELIN cijevne proizvodne jedinice.

Za vrijeme konferencije VAMCE je izložio referat o specifičnim pitanjima iz područja održavanja turbina. Važnost ovih tema o pogonu i održavanju kao osnove dugogodišnjeg ekonomičnog i pouzdanog pogona postrojenja podcrtana je i raspravljana sa krajnjim korisnicima. Oni su postavili mnogo praktičnih pitanja iz područja turbina, na primjer o kritičnim temperaturama ležaja, temperaturama iskapčanja kao i diskutirali o kineskim i europskim standardima.

Jedna od vrhunskih točaka ove konferencije bila je prezentacija dijagnostičkog i nadzornog sustava ELIN-a. Korisnici su tom prigodom načeli niz tema, među ostalim mogućnost obrade vibracija poslije vađenja rotora, kao i na primjer da li se senzori za davanje signala o vibracijama razlikuju od onih koji se koriste za upravljanje, jesu li sustav nadzora i dijagnoze i nadzora generatora i turbine odvojeni ili se mogu međusobno kombinirati ili mnogo toga više. Daljnja zanimljiva tema bilo je upravljanje rezervnim dijelovima. Sama cijena rezervnih dijelova zanemariva je u odnosu na gubitke prigodom prekida isporuke električne energije uzrokovanog nedostajućim rezervnim dijelovima. Za korisnike-kupce apsolutno nužna je bitna potreba brze isporuke rezervnih dijelova. Isto tako važno je formiranje razumnih cijena rezervnih dijelova.

Slijedeća konferencija o iskustvima sa cijevnim proizvodnim jedinicama bit će organizirana u hidroelektrani Jim Nang u provinciji Guangxi.

ELIN NEWS 25 / prosinca 1998.

E. H.

POVRATAK U RICOBAYO

ELIN Energieversorgung-u se posrećio ponovni ulazak na španjolsko tržište. Ugovor za obnavljanje hidroelektrane Ricobayo predstavlja važnu referencu za bitno europsko tržište.

Za hidroelektranu Ricobayo, investitora Iberdrola, ELIN EV će u svojoj tvornici u Weiz-u obnoviti 4 generatora snage po 50 MVA, a također će isporučiti elektrotehničku opremu. Osim toga ELIN preuzima inženjering i nadzor nad montažom. Konzorcijski partner Fierro iz Španjolske obnavlja rotore.

Završetak radova u Zamora - Ricobayo, udaljenom od Madrida 3 sata vožnje autocestom, predviđen je za prosinac 2.001. godine.

ELIN NEWS 25 / prosinca 1998.

E. H.

HIDROELEKTRANA CHIMAY U PERU-u

Chimay leži 300 km istočno od Lima-e u razvojnom području Peru-a, gdje trećina stanovništva živi bez električne energije. Izgradnja elektrana predstavlja stoga važnu investiciju za poboljšanje infrastrukture te će još za vrijeme izgradnje pomoći da dođe do osjetnog rasta u gradu San Ramon u blizini. Uz to će nova hidroelektrana učiniti ovo slabo razvijeno područje atraktivnim za industrijska postrojenja.

Ugovorna strana za hidroelektranu Chimay je većinsko peruansko privatno poduzeće za opskrbu električnom energijom EDEGEL, koje će također i ubuduće biti važan kupac opreme. ELIN EV će isporučiti cjelokupnu elektro opremu po sistemu ključ u bravu. Ugovor obuhvaća 2 generatora po 84 MVA, transformatore, sustav tehnike vođenja, uređaje zaštite i uzbude, rasklopna postrojenja, cjelokupnu električnu opremu i inženjering. Sve bitne komponente dolaze iz tvornice ELIN EV, poglavito iz Weiz-a.

Projektom Chimay ELIN EV ima prigodu da se kao kompetentan sustavski ponuđač plasira i u Južnu Ameriku. Kratak rok izvedbe projekta u trajanju 25 mjeseci iziskuje savršeno vođenje poslova, uključivo izvrsne veze, timski rad i brza donošenja odluka. Kod odvijanja projekta putem multikulturnog konzorcija s poduzećima iz Europe i Južne Amerike austrijskim tehničarima će biti od koristi njihovo veliko međusobno iskustvo.

ELIN NEWS 25 / prosinca 1998.

E. H.

UDK 621.31

ENJAAC 48 (5) – (1999) – 279-362

ISSN 0013-7448

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 48 (1999) Zagreb 1999 Br. 5

SADRŽAJ

Koskinen R.: How IVO in Finland Utilised Digital Transport Network as an comprehensive solution both for Power Utility Internal and External Comercial Telecommunication Needs (Professional paper) 281

Goić R. – Lovrić M.: Planiranje rada termoelektrana i utjecaj cijena goriva na njihovo dispečiranje (Stručni članak) 289

Kolega V.: Uvod u Nacionalni program energetske efikasnosti u zgradarstvu -- $KUEN_{ZGRADA}$ (Prethodno priopćenje). 297

Banić S.: Problematika kontrole ispravnosti odvodnika prenapona (Pregledni članak) 311

Nevečerel D.: Optimalni preplet faza dvosistemskog voda (Pregledni članak) 321

Sabolić D.: Uvod u genetičke algoritme (Pregledni članak) 333

Vijesti iz elektroprivrede 347

Iz strane stručne literature 355

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.
Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 1999 - 09 - 20

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992, a prema mišljenju istog ministarstva oslobođen je plaćanja poreza na promet (rješenje 532-03-1/5-92 od 3. studenoga 1992).

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

HOW IVO IN FINLAND UTILISED DIGITAL TRANSPORT NETWORK AS COMPREHENSIVE SOLUTION BOTH FOR POWER UTILITY INTERNAL AND EXTERNAL, COMMERCIAL TELECOMMUNICATION NEEDS

Rauno Koskinen, Finland

UDK 514.25:621.3
PROFESSIONAL PAPER

The provision of telecommunications services by the telecommunications functions within Power Utilities has gone through major changes in recent years. This is occurring at different speed in different parts of the world but is clearly showing some international trends.

These businesses are developing from traditional inward looking, stable functional departments which are operating with low risk environment, towards very dynamic business units (or even separate companies) in their own rights. These new forms require new organisational behaviour.

Power Utility has carefully to consider the strategy of telecommunications system investments in modernizing an old internal network.

Using small steps, flexible and standard solutions, the utility can minimize investments in modernization and still keep options available for future extensions to commercial telecommunications for example.

An excellent example about passing through these changes is coming from Finland where Imatran Voima (IVO) at the beginning of 1980 was facing the above mentioned changes.

The solution amongst different options was to invest in modern network solutions keeping in mind not only challenging needs of utility internal functions but also readiness to enter with network to opening telecommunications market later on.

Key words: **Liberalization, Operator business, Transport Network, Integrated Digital network, Deregulation, Differentiation, Competition, Fibre Optic, Stepwise Approach.**

1. INTRODUCTION

The role of a power utility telecommunications is changing and it is facing great challenges in opening energy and telecommunications market. Power utilities should be careful in sharing the benefits of synergy in the light of simultaneous deregulation and privatisation of the power and telecom sectors. How and when to utilise the valuable assets which utilities possess; this issue is under serious consideration in many power utilities worldwide. In my presentation I will give practical experiences about Finnish power utility Imatran Voima Oy (IVO) approach in tackling the above mentioned challenges successfully while extending the network and operations from utility internal operations through different migration phases to a third full-scale operator TELIVO Ltd. Also, latest business reshaping processes and changes in ownership are discussed.

2. IVO HAD MANY OPTIONS FOR ITS TELECOMMUNICATIONS

During the 1970's and 80's the telecommunications functions of IVO were operated as in any other power driven investment program and were directed by big projects such as new power lines, substations and power stations. New network automation SCADA projects and teleprotection schemes required extra capacity. Corporate IT systems required increasingly higher capacities. In the closed telecommunications market with its high tariffs, separate investments with the above mentioned type of project funding were easy to justify economically by decision makers.

Co-ordinated company-wide telecommunications system development strategy was missing. During those times the telecommunications staff participated actively in the tasks of international research and study

organisations, especially CIGRE SC35. Modernisation trends in public networks were followed very closely. Pressure to co-ordinate some major refurbishment for the mainly Power Line Carrier (PLC) based old network increased rapidly.

A big number of projects and other above mentioned issues led to a situation in which it was decided to create a long term development strategy for IVO telecommunications network and operations.

The key issues in this strategy were to start a Common Digital Transport Network construction. This network would later on be the platform for all kinds of services modernisation programs (Fig 1).

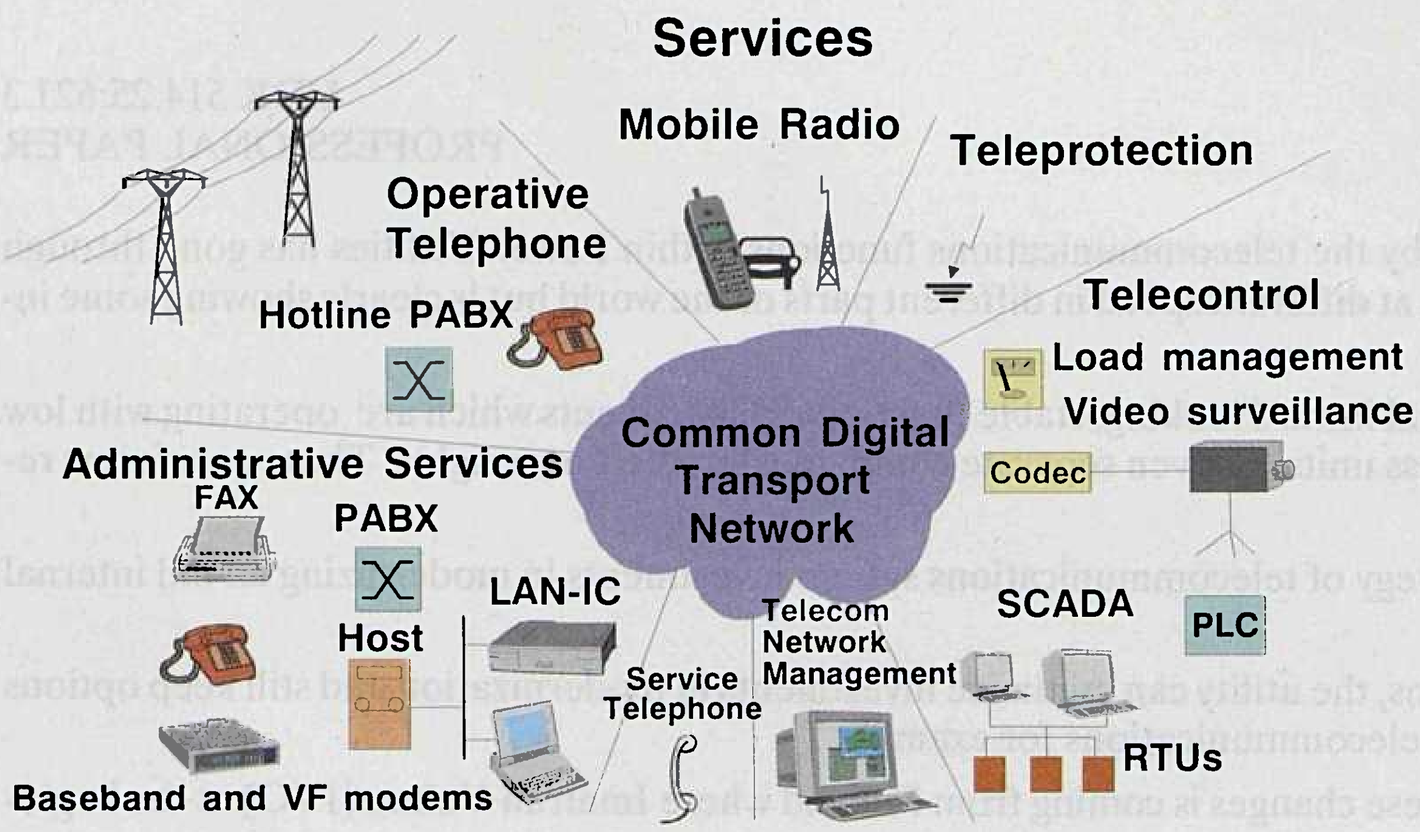


Figure 1.

In the beginning this digitalisation program was based on the use of digital microwave radios (1980..1989) and later mainly on optic fibres and quite recently on new access technologies on copper.

At that time it was also decided to completely stop investments in PLC systems and equipment. The main reasons were their very uneconomical operation, disturbances and limited capacity. For the digitalisation of PLCs IVO did not see any future in their applications!

At the beginning of the 1980s IVO single company structure was incorporated and the telecommunications function later changed from a cost centre to a profit centre type function.

To control and supervise the functions of this profit centre, a management team was created, with members from all IVO Group companies using the services of that Common Digital Transport Network.

These management teams decided on such issues as internal tariffs for internal accounting. At that time extensions in their engineering and international consulting services sales were initiated.

As mentioned earlier, though economic justifications alone were enough to justify investments into modernisation programs, there were also other commonly known justifications at that time:

- higher availability requirements for utility applications
- lack of accessibility in public PTT networks and services
- requirement for uninterrupted operation in abnormal situations
- security requirements, especially in teleprotection applications.

From 1985 to 1990 the network was developed for internal needs according to those justifications. Due to the changing environment, visions about further deregulation and incorporation of the company created comprehensive considerations about future options for IVO telecommunications functions. On the other hand, the digital network had developed rapidly and had quite a lot of extra capacity.

At the end of the 1980s the following strategic alternatives for telecommunications functions existed:

A. Telecommunications focused on internal, corporate use only
B. Telecommunications extended both for internal and external, commercial customers
C. Telecommunications outsourced completely or partly (network, systems, services, resources).

After very detailed analyses and calculations, the decision was made to select alternative B and further develop the network and operations based more and more on external customer market needs. One of the main justifications for the decision was to better utilise the investments which were made in the modern telecommunications network.

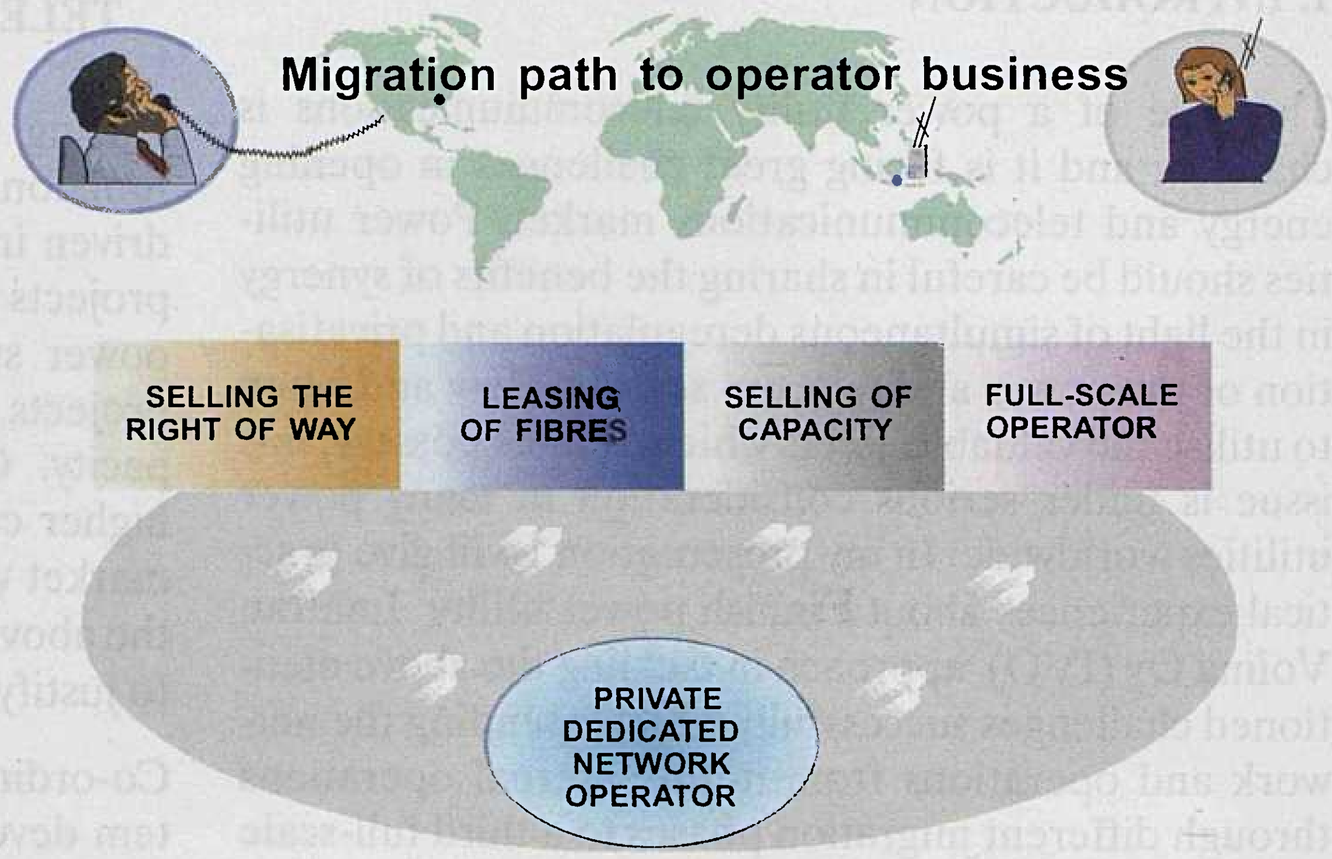


Figure 2.

From a services value-chain point of view, the following main options available were apparent (Fig.2).

There were pros/cons for all options. Top management of IVO was very visionary and already regarded the telecommunications industry as a fast growing one, and thus gave complete support to proceed quickly according to the deregulation which was soon to come.

The low end options were seen only as steps to more added-value type of targets and as a means of decreasing investment risks. They were also excellent for staff in the operator learning process. The considered options were:

- selling the rights-of-way,
- leasing of fibre pairs,
- sales of capacity (Carrier's carrier),
- full scale operator.

3. ENTRY TO COMMERCIAL ACTIVITIES (TELIVO Ltd. FINLAND)

3.1. Deregulation in Finland and its impact on IVO telecoms

In Finland, the deregulation process had progressed well ahead of other European countries. IVO was first licensed as a private mobile operator in 1989. In public telephony, the Finnish PTT had a monopoly in almost all areas except local services where a strong group of private operators existed.

The first step was the deregulation of Data Services during 1989-91. In 1991, the regulatory body gave a second GSM-operator licences to private operators. These two new players very soon found that IVO was an alternative infrastructure owner and lucrative partner with whom they could roll-out the coverage of services to distant locations as fast as possible. They were and still are the main customer in carriers' carrier type of business for TELIVO.

The co-operation, right-of-way and leasing of dark fibres mode (and new internal service needs) resulted in extensive construction of an optic fibre network (1500 km in two years), and the successful leasing of facilities and maintenance services in power and substation locations was carried out by IVO´s staff. The most strategic fibre optic project was completed during the summer of 1992, between Finland and St. Petersburg in Russia (200 km). This project was the first of several international interconnections and was constructed through good co-operation with the Russian power company LENENERGO. It is still the only interconnection where fibres are used for commercial telecommunications. The reliability has been excellent; not a single fault during three years of operational history.

At the beginning of 1992, IVO concluded that its platform coverage had evolved sufficiently to apply for a license firstly for national long distance telephony and then to rapidly expand the product portfolio to include several other services.

It was immediately realised that if the sales to external users are to become a larger business, one has to operate in a separate company to avoid competitor claims concerning cross-subsidisation etc., which are typical issues for a competitive market. TELIVO Ltd. was therefore established in the spring of 1992. It belonged to the IVO Group and was owned 100 % by the parent company.

3.2. TELIVO Network schema

In the national trunk network, TELIVO could rely mainly on the network which was constructed for power utility internal operations (described earlier). The major improvements had to be done in protective routes and customer premises equipment and last mile access network solutions.

In the international arena, TELIVO quickly made agreements and constructed direct n*2 Mbit/s links with Swedish, Russian, Estonian, Danish, Norwegian, UK and US operators, as well as to other Finnish operators. Circuits to correspondent operators are established by own fibre cables (to Russia and Sweden) or are rented from multi-owned international fibre cables. TELIVO was running all services by a single digital switch (redundant) located in Helsinki. The first fibre pairs were equipped with PDH (16x2 Mbit/s) connecting very many smaller stations/villages and 140 Mbit/s/s to connect bigger stations/cities. At that time SDH technology was not yet mature enough. Due to the long distances, particularly in international circuits, echo-cancellors and compression equipment are used.

During 95-97 TELIVO installed a comprehensive SDH-system (STM1..16). By using high capacity terminals competitive advantage due to economies of scale is gained. Other business segments besides switched voice were kept under development and waiting for the evolution of, for example, ATM. Nevertheless, TELIVO was all the time leasing 64 kBit/s...n*2 Mbit/s transmission capacity to bulk users, especially from the fibre-optic circuit Finland -Russia (West-East Gateway).

As far as wide band transmission was concerned, TELIVO exercised 140 Bit/s TV-picture operations by arranging for the countrywide distribution of the Finnish commercial TV(MTV3) "Goodwill Games" from St. Petersburg. After this very challenging project, MTV 3 made a strategic alliance with TELIVO to distribute its TV-signals via TELIVO's network during the 10 year contract period. The overlay network was based on ten STM-1 (155 Mbit/s) lines using TELIVOs SDH platform.

Although activities in "small type" carriers' carrier businesses were very profitable, the owner of TELIVO wanted to increase the size of business faster. It was understood that this would mean challenges in the crea-

tion of new concepts at the right time (see Fig. 3). This was the main reason to proceed further on to public telephony business and make the very sophisticated (for utility telecommunications people!) investment in public switching.

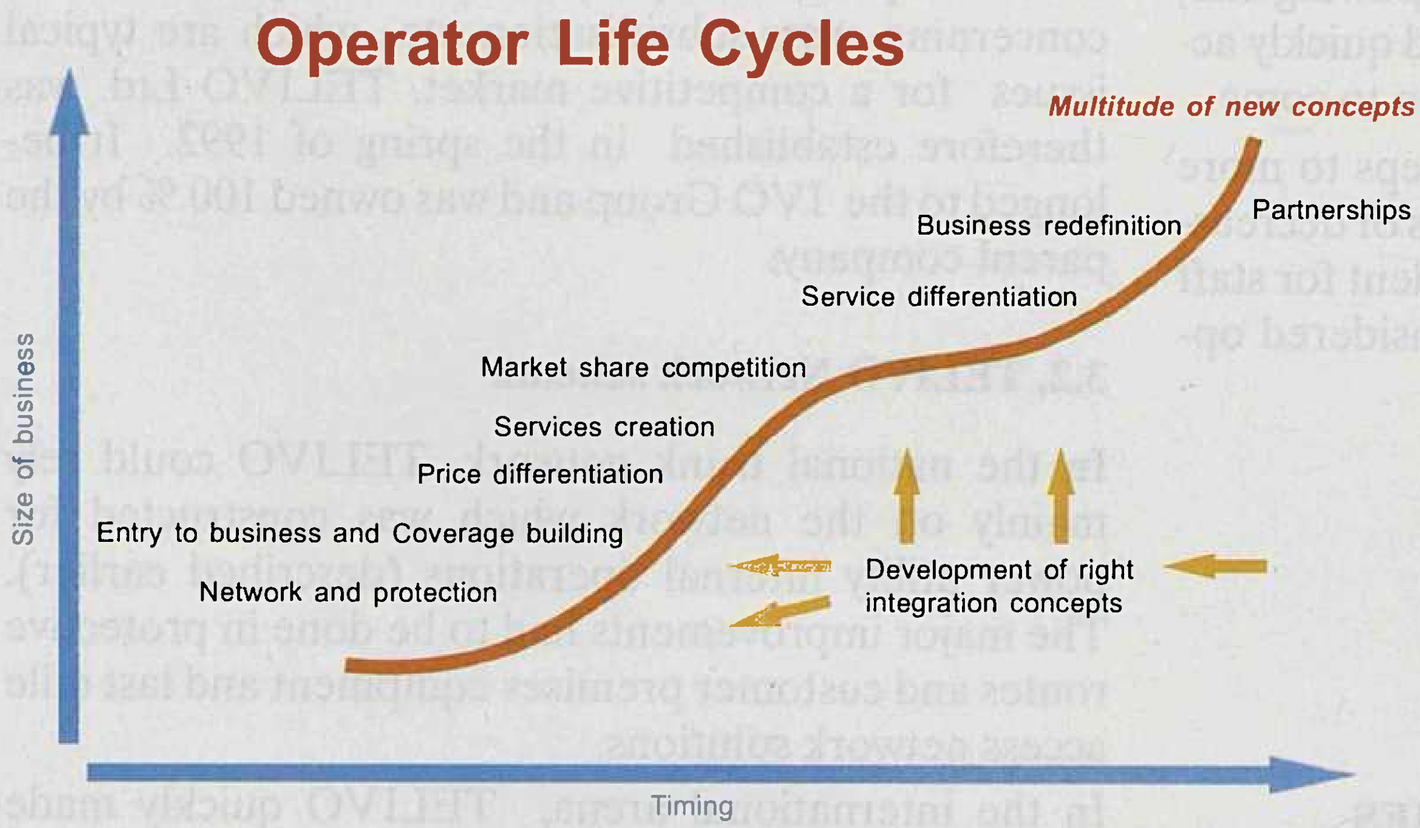


Figure 3.

3.3. Entry to commercial business and coverage building

An end result was that that operations in rights-of-way, dark-fibre, and carriers' carrier type of operations had given excellent training to tackle real commercial operations.

Especially the technical staff was committed and eager to extend activities. On the other hand, it was clearly understood that now the main emphasis should be on non-technical types of issues like recruitment of sales & marketing, business planning, billing and customer care, lawyers, and other people commonly found in power utility internal activities.

There was also a common understanding that entry into real commercial telecommunications means facing constant changes and sometimes, taking very hard hits back from competitors. To be flexible and competitive and able even to reshape the business, the Business System platform shown in Fig 4 was initially constructed.

Initially, TELIVO focused its activities on (Fig.4):

- switched voice services in long distance national (equal access code 1041)
- international calls (equals access code 994)
- local telephony services restricted only for "last single mile utility customers"

Enhanced voice services (IN) for example:

- freephone (0800 services)
- premium rate (0700/0600 services)
- virtual private networks (VPN)
- personal number (PN)

3.4. Price differentiation

Before entering the commercial market all typical differentiation strategy options were analysed:

- pricing,
- new services
- partnership with service providers
- customer services.

It was soon discovered that for the new TELCO, which still lacked expertise on several detailed issues, the only entry strategy would be price differentiation. This mainly meant lower prices. It was found that to get customers to change from their traditional operator a 15-20% cost decrease had to be offered to big users and that specific rating models where extra discounts were given depending on the amount of usage on certain services also had to be created!

In switched voice telephony, rates were changed from pulse duration based rates to real duration based rates. For TELIVO this was easier because TELIVO had been running an all-digital network early from the beginning! But one large problem was that almost all billing services were bought (at high prices) from local telephone companies (which were partnering to TELIVO competitors!). This service was a part of interconnection agreements with local telephone companies.

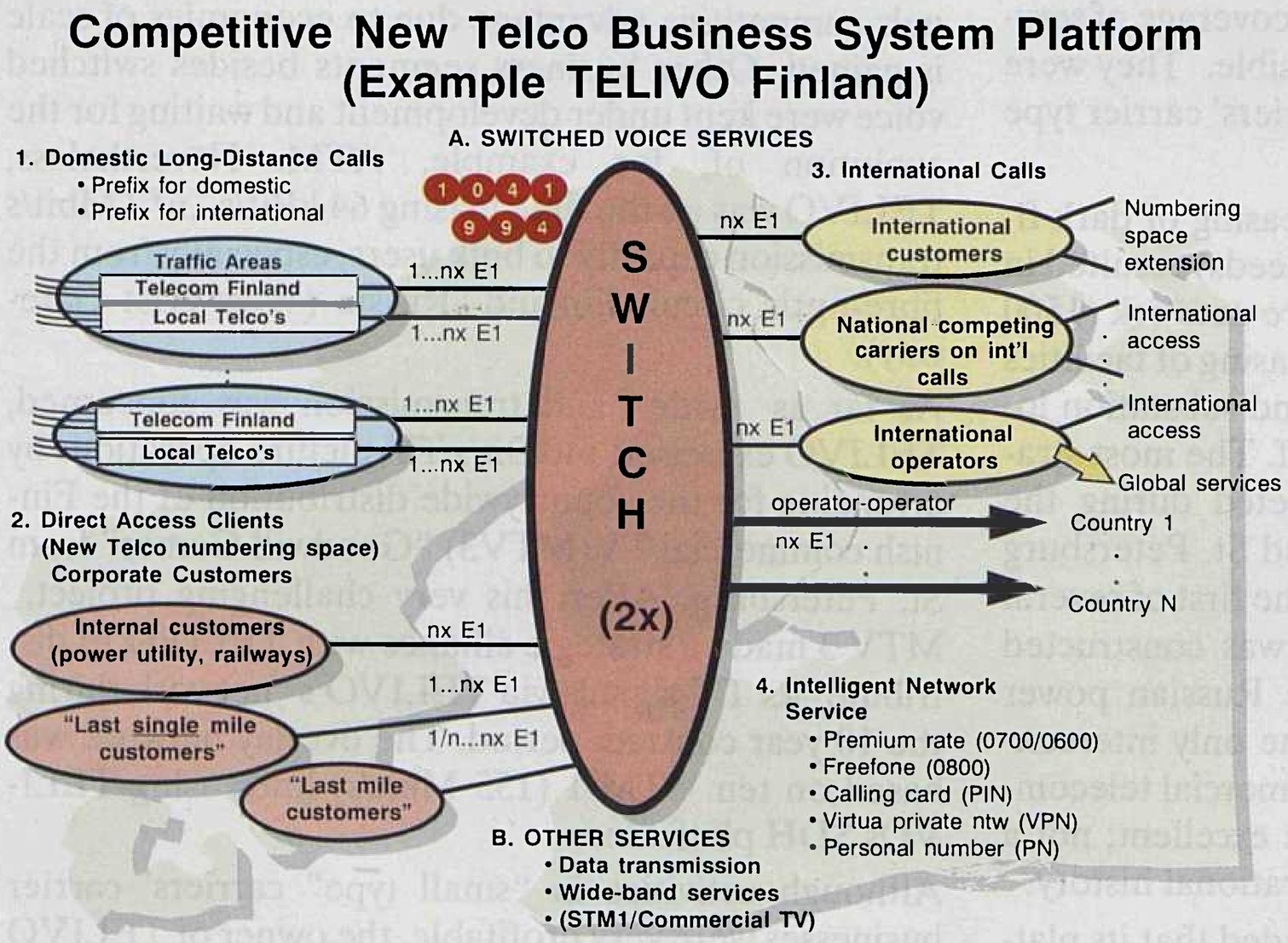


Figure 4.

3.5. Services creation

In the national market prices were decreasing rapidly as a result of competition. This was especially true for capacity (64kBit/s....2MBit/s) and for national long distance calls. In international calls price reductions did not occur as rapidly. TELIVO focused sharply on this segment and created several new types of services for certain target groups.

However, the principal way to promote services and TELIVO as international operator remained the use of innovative discounts. This strategy included: weekends/time basis, to certain countries/geographically, connected to certain celebrations (to USA discounts during Valentine's Day, etc.).

Bundling of services was the "weapon" by which competitors hit back the newcomer with some services to be offered! In the start-up phase in this issue the regulator (which in some cases really had reached neutral status in Finland!) gave valuable assistance following the directions not to cross-subsidise between services (for example with mobile service discounts!).

Fast introduction of new technology based services was also a main driver. TELIVO tried to launch SDH for example, as fast as possible and to get great reductions in maintenance costs. Also the name SDH was already known to big corporate customers so it was of vital importance to TELIVO.

Another example was the single switch principle which was totally unique and proved to be one key success factor in dynamic pricing and rapidly changing competitive issues.

3.6. Market share competition and service differentiation

During the first couple of years TELIVO attained the following key economic figures:

- 1041 national long distance calls: about 5% market share
- 994 international calls: about 10% market share
- IN-services: started recently, market share about 10%
- turnover for 1994 (first operating year after heavy investments) was about 5 M USD, during 1995 was about 25 M USD

All these figures were better than those targeted during the planning phase for financial break-even values. At that time there was no available advanced techno-economic and transport network planning and modelling tools so a lot of business decisions were made on very short analyses. The assistance of consultants and especially system vendors was most valuable in all phases.

In the beginning there were not very many services differentiating TELIVO from its competitors. Only special services for power utility internal functions like the extremely well protected SCADA and Teleprotection channels could be offered. Of course, there were some similar types of users which could benefit from that service!

In January 1996 the permanent staff numbered only 35 people. The reason for this low number was that TELIVO had only core resources (marketing & sales, management and development, core functions on public switch operation). All other services were bought outside TELIVO. The partners were organisations within the IVO-group, manufacturers, telemarketing agencies, competitors etc.

In customer services small marketing and sales teams tried to be more responsive and offer individual consultative services to customers. For a target group of customers deliveries were fast and reliable. Due to the small amount of actual personnel there were fundamental problems in quality and one-stop-shopping type of issues (not able to bundle all services!).

Some could claim that this kind of very careful, stepwise entry strategy would have caused only marginal gains in market share, but the TELIVO owner's intention was that their company should bear its own costs as soon as possible.

3.7. Business redefinition

During 1994-1995 the product portfolio was kept the same, prices were coming down, and strategies were developed about future growth which was a permanent expectation of IVO Owners. The staff analysed the available options and lacks in operation and found the following problems:

- technical things, the network was still lacking "momentum" compared to competitors, this was especially concerning coverage and protections in carriers' carrier type of business
- much more should be invested to promote existing services to increase market share of a few products which had only slightly increased from start-up phase
- to be able to bundle products TELIVO had to enter new areas like Mobile Telephony and Data Services.
- international telephony proved to be very important to gaining a strong partner offering global services for multinational customers
- also some solution had to be found to enter into local telephony business.

One successful way and solution to extend coverage and protection has been fibre-pair swapping with other operators and infrastructure owners (PTT and railways). Extending its own coverage has given TELIVO better negotiation powers in interconnection agreements with other competitors.

All those actions required such large investments that IVO was no longer able to bear them. It started to negotiate with partners who would be interested in its ac-

cepted strategy. In October 1996 these negotiations led to agreement in which TELIA, the Swedish PTT operator, purchased 75% of TELIVO shares. The remaining shares were sold to TELIA on 1 Oct.1997. At that time the company name was also changed from TELIVO to TELIA FINLAND.

The company became a part of TELIA global and Scandinavian/Baltic strategy (there was quite a good fit between TELIA targets and those targets TELIVO staff had determined).

In the near future their target is expected to grow:

- 20% market share in telecommunications business in Finland (operator services, contents, equipment)
- 100M USD turnover
- rapid increase in number of staff (1 Jan.1998 - a total of 200).

Investments and technical solutions to solve all above mentioned problems have been or are being done. To reach its growth goals TELIA has been active in further acquisitions, recently they purchased telecommunication activities, initially 40%, and control from further development of their staff and modern country wide fibre-optic network. Now they are running the most reliable and protected fibre network in Finland!

To promote the new TELIA brand and gain larger market shares in international telephony TELIVO has invested huge amounts of money.

They have invested in the new CITY Mobile Telephone system. This DCS 1800 will mainly be the platform for a new type of local wireless access. On the other hand, they are also trying to agree with two existing GSM900 operators on roaming with Dual-phones to get countrywide mobility.

Via TELIA they have access to TELIA/UNISOURCE/WORLDPARTNERS global services.

4. CONCLUSION

Based on the experience of this TELIVO case it could be claimed that the biggest change in a new TELCO start-up, when compared to the power utility telecommunication operations, is the change needed in the mindsets of people: from technological considerations towards commercial, market driven type of considerations. While positioning itself in very competitive telecoms markets, a new TELCO must constantly try to find an optimal combination between business, customers, technologies, personnel, alliances, timing and volume of investments.

There are risks in new telecom missions. The example provided in this paper hopefully convinces the reader that these risks can be overcome successfully. One successful way to start-up a new telecom business seems to be a stepwise grow path of the new telecom business system in accordance with business growth and completed, long term agreements with key customers. Although the utilities would not be interested in entering into full scale, demanding operator type activities, they should be fully aware of the big changes which their industries are facing and prepare feasible road-maps and alternative strategies to respond in time to these changes.

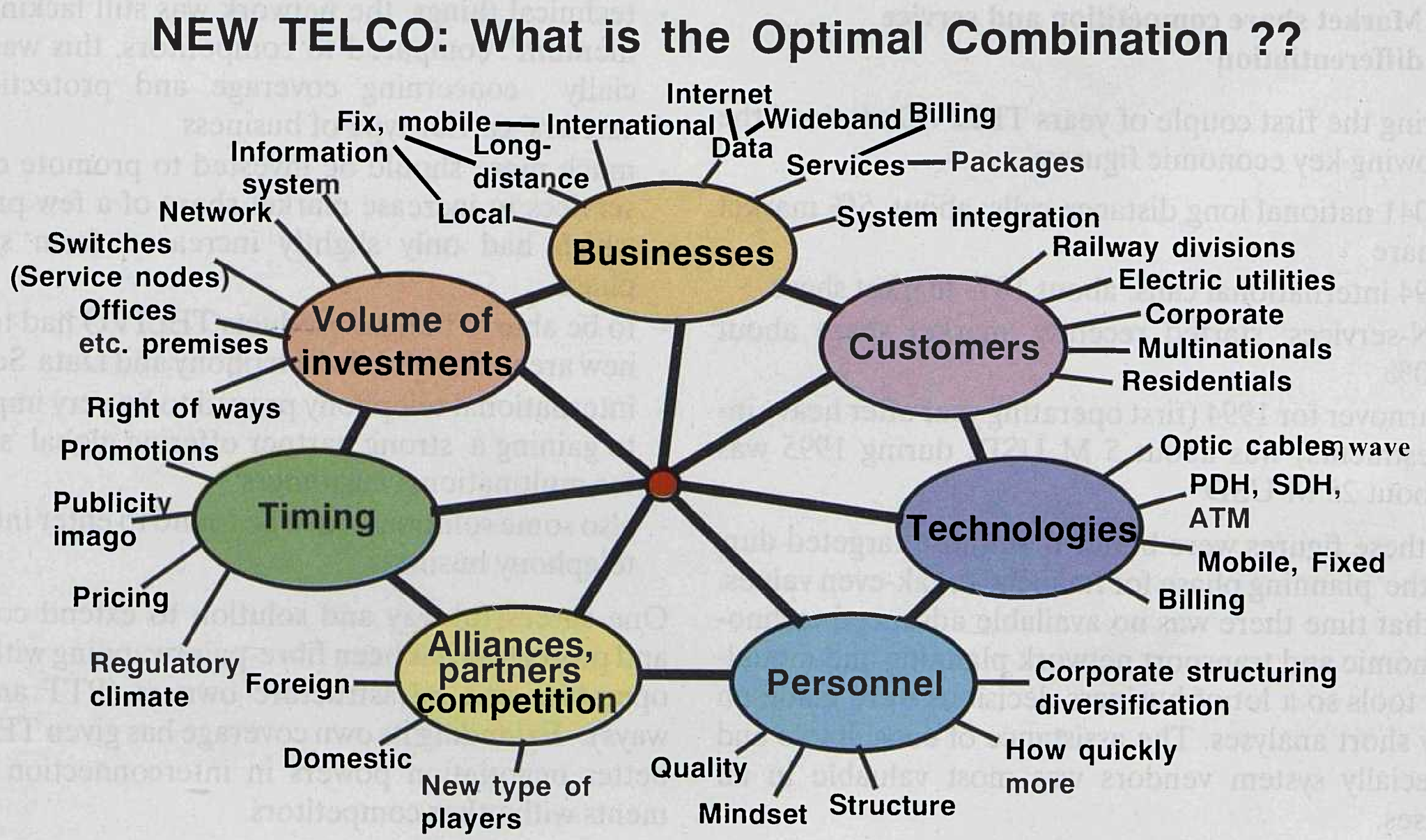


Figure 5.

KAKO JE IVO U FINSKOJ ISKORISTIO DIGITALNU PRIJENOSNU MREŽU KAO CJELOVITO RJEŠENJE KAKO ZA INTERNE TAKO I ZA EKSTERNE, KOMERCIJALNE KOMUNIKACIJSKE POTREBE ELEKTROPRIVREDNOG PODUZEĆA

Pružanje telekomunikacijskih usluga pomoću telekomunikacijskih funkcija u okviru elektroprivrednih poduzeća doživljava velike promjene posljednjih godina. To se događa različitom brzinom u različitim dijelovima svijeta, ali jasno pokazuje neke međunarodne trendove.

Te djelatnosti se razvijaju od tradicionalno stabilnih, prema sebi okrenutim funkcionalnim odjelima koji posluju s nisko rizičnim okruženjem, prema vrlo dinamičnim poslovnim jedinicama (ili čak zasebnim poduzećima) koje su samostalne.

Ti novi oblici zahtijevaju novo organizacijsko ponašanje. Elektroprivredno poduzeće mora pažljivo razmotriti strategiju investiranja u telekomunikacijski sustav za modernizaciju stare interne mreže.

Pomoću malih koraka, fleksibilnih i standardnih rješenja poduzeće može smanjiti investicije u modernizaciju a ipak zadržati mogućnosti za buduća proširenja u komercijalne telekomunikacije na primjer. Odličan primjer za prolaženje kroz te promjene dolazi iz Finske gdje je Imatran Voima (IVO) početkom 1980. god. bio suočen s prednje spomenutim promjenama.

Rješenje među različitim mogućnostima bilo je da se investira u moderna rješenja mreže imajući na umu ne samo izazovne potrebe internih funkcija elektroprivrednog poduzeća već i spremnost da se s mrežom kasnije uđe na otvarajuće telekomunikacijsko tržište.

WIE SICH IVO IN FINNLAND ZWECKS VOLLKOMMENER LÖSUNG SOWOHL DES INTERNEN ALS AUCH DES KOMMERZIELLEN FERNMELDEBEDARFS DES ELEKTRIZITÄTSVERSORGUNGSUNTERNEHMENS DES DIGITALEN NETZES BEDIENT HAT

Die Darbietung von Fernmeldedienstleistungen mittels Fernmeldewesens im Rahmen der Elektrizitätsversorgungsuntenehmen ist in den letzten Jahren großen Veränderungen ausgesetzt. Das ereignet sich nicht gleich schnell in allen Teilen der Welt, die internationalen Trends sind aber deutlich erkennbar.

Die Entwickung dieser Tätigkeiten fängt mit klassischen stabilen, auf sich selbst orientierten ausführenden Abteilungen, welche in einer risikoarmen Umgebung handeln und geht bis zu sehr dynamischen selbstständigen Werkseinheiten (oder sogar eigenen Unternehmen).

Neue Gestaltungen verlangen ein neues Organisationsverhalten. Ein Untenehmen der Elektrizitätsversorgung muß sorgfältig die Strategie des Investierens ins Fernmeldewesen zwecks Modernisierung des alten internen Netzes überlegen.

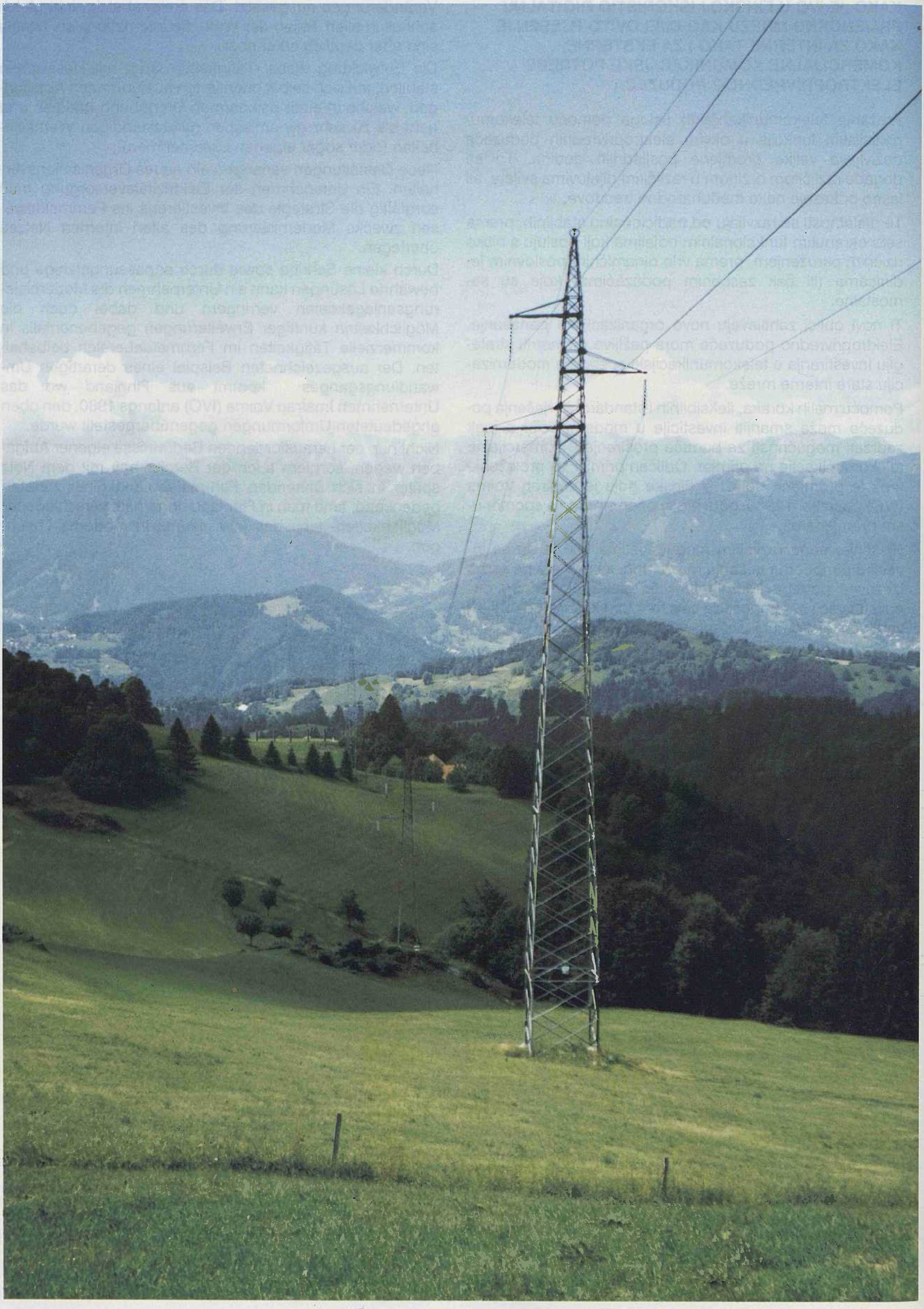
Durch kleine Schritte sowie durch anpassungsfähige und bewährte Lösungen kann ein Unternehmen die Modernisierungsanlagekosten verringern und dabei doch die Möglichkeiten künftiger Erweiterungen gegebenenfalls in kommerzielle Tätigkeiten im Fernmeldebereich beibehalten. Der ausgezeichneten Beispiel eines derartigen Umwandlungsganges kommt aus Finnland wo das Unternehmen Imatran Voima (IVO) anfangs 1980. den oben angedeuteten Umformungen gegenübergestellt wurde.

Nicht nur der herausfordenden Bedürfnisse eigener Aufgaben wegen, sondern auch der Bereitschaft mit dem Netz später in sich öffnenden Fernmeldemarkt hineinzutreten bedenkend, fand man in Finnland -innerhalb verschiedener Möglichkeiten- jene des Investierens in moderne Lösungen.

Naslov pisca:

Rauno Koskinen
Nokia Telecommunications
P. O. Box 370, FIN-00045
NOKIA GROUP, Finland

Uredništvo primilo rukopis:
1998-12-22.



PLANIRANJE RADA TERMOELEKTRANA I UTJECAJ CIJENA GORIVA NA NJIHOVO DISPEČIRANJE

Mr. sc. Ranko G o i ć – Marko L o v r i ć, Split

UDK 621.311.22:662.003
STRUČNI ČLANAK

U članku je obuhvaćena problematika dispečiranja termoelektrana u mješovitom hidro-termo sustavu, te utjecaj cijena goriva na raspodjelu snage među angažiranim termoelektranama. Također su dane i osnovne naznake mogućnosti korištenja reverzibilnih hidroelektrana s ciljem uštede goriva termoelektrana. Problematika je obrađena uz ilustraciju s konkretnim primjerima rada EES-a Hrvatske.

Ključne riječi: termoelektrane, inkrementalni troškovi, planiranje, varijabilni troškovi, ekonomski dispečing, reverzibilne hidroelektrane.

UVOD

Efikasnije i ekonomičnije korištenje postojećih elektroenergetskih objekata trebao bi biti jedan od glavnih zadataka svih subjekata elektroenergetskog sustava. Kad se radi o problemu efikasnosti i ekonomičnosti upotrebe proizvodnih objekata, veliki efekti mogu se postići unapređenjem procesa planiranja i vođenja. Pomake prema kvalitetnijem sustavu planiranja i vođenja zasigurno će donijeti skori procesi restrukturiranja i otvaranja tržištu elektroenergetskog sektora, unutar kojega će biti jasno definirane cijene energije, snage, regulacije, rezerve itd. čime će se osigurati potrebni motiv za kontinuirano podizanje kvalitete i funkcionalnosti sustava planiranja i vođenja, s ciljem smanjenja troškova. Proizvodnja električne energije predstavlja najvitalniji dio privrednog sustava svake zemlje, pa se zbog velikih izdataka za troškove primarnih energenata nameće potreba za što ekonomičnijom proizvodnjom, odnosno da se postojeći proizvodni kapaciteti koriste na što efikasniji i optimalniji način.

Pri rješavanju zadataka planiranja rada EES-a polazi se od ekonomskog kriterija kao osnovnog. Cilj planiranja rada elektrana je osigurati potrebnu energiju i snagu po najnižoj cijeni, uz zadovoljenje potrebnog nivoa sigurnosti. Iz ovakvog kriterija ekonomičnosti, proizlazi da se u optimizaciji rada EES-a funkcijom cilja mora definirati struktura troškova proizvodnje. Ako se pri tome ima u vidu da se na stalni dio proizvodnih troškova ne može utjecati mijenjanjem radnih režima elektrana, očito je da se problem svodi na minimiziranje promjenjivih proizvodnih troškova, tj. troškova za gorivo. U mješovitom hidro-termo sustavu osnovni promjenjivi troškovi su troškovi za gorivo u termolektranama. To znači da planiranje rada elektrana treba organizirati tako da se iz raspoloživog vodnog potencijala dobije maksimalno moguća količina energije u hidroelektranama, a da se energija iz termoelektrana realizira s najmanjim troškovima za gorivo. Optimizacija rada elektroenergetskog sustava uvijek se rješava za jedno određeno vremensko razdoblje, pa se u zavisnosti od dužine vremenskog razdoblja dobiva kratkoročni (dan, tjedan), srednjoročni (mjesec, nekoliko mjeseci) ili dugoročni (godina) plan rada.

Veličina angažiranja, količina i dinamika preuzimanja električne energije iz pojedine termoelektrane u EES-u ovisi o slijedećim bitnim parametrima:

- ♦ tehničke karakteristike i raspoloživost elektrane
- ♦ dnevni dijagram potrošnje
- ♦ hidrologija
- ♦ dinamika korištenja akumulacijskih bazena
- ♦ cijene goriva
- ♦ mogućnosti nabave i skladištenja primarnih energenata
- ♦ tehničke karakteristike termoelektrana
- ♦ ograničenja i zahtjevi koje definira prijenosna mreža
- ♦ sigurnost sustava
- ♦ remonti elektrana
- ♦ način korištenja termoelektrana toplana
- ♦ mogućnost korištenja crpno-akumulacijskih hidroelektrana
- ♦ mogućnost kupnje/prodaje električne energije.

Navedeni parametri osnova su za definiranje i rješavanje tri osnovna problema u planiranju (dispečiranju) rada termoelektrana:

- ♦ kako planirati rad jedne termoelektrane unutar godišnje elektroenergetske bilance
- ♦ koje je termoelektrane, uz uvažavanje gore navedenih parametara, potrebno angažirati u određenom planskom razdoblju (sat, dan, tjedan, mjesec, godina)
- ♦ kako raspodijeliti snagu između hidroelektrana i termoelektrana, te između angažiranih termoelektrana na satnom i dnevnom nivou po kriterijima ekonomskog dispečinga, tj. minimalnih troškova za gorivo.

KRIVULJE INKREMENTALNIH TROŠKOVA I RASPODJELA SNAGE MEĐU TERMOELEKTRANAMA

Planiranje rada termoelektrana na dnevnom nivou rješava se u sklopu izrade dnevnog plana rada EES-a, tj . izrade voznog reda. S obzirom na strukturu i tehničke karakteristike termoelektrana u Hrvatskoj, te karakteristike sustava u cjelini, skup angažiranih termoelektrana definiran je na nivou srednjoročnog plana, eventualno revidiranog na osnovi raspoloživosti elektrana, ostvarene hidrologije i ostalih utjecajnih parametara. Stoga se dnevni plan rada termoelektrana svodi na dva osnovna zadatka:

- hidro-termo koordinacija kojom se definira ukupno angažiranje termoelektrana po satima
- raspodjela ukupne snage među angažiranim termoelektranama.

Hidro-termo koordinacija izvodi se na način da se na osnovi raspoloživog dotoka i planiranog korištenja akumulacija proračunava optimalna proizvodnja hidroelektrana forsiranjem proizvodnje u dnevnom dijelu dijagrama opterećenja, čime se omogućava da ukupna snaga iz termoelektrana tijekom dana što manje varira. Proračun se obično vrši iterativno, s ciljem što ravnomjernijeg ukupnog angažiranja termoelektrana tijekom dana.

Raspodjela snage među angažiranim termoelektranama odnosi se na one termoelektrane kojima je moguće tijekom dana varirati snage unutar tehničkih ili dispečerski zadanih granica. Za takve termoelektrane uobičajena je metodologija raspodjela snage po kriteriju ekonomskog dispečinga kojoj je cilj minimizirati ukupne troškove za gorivo u sustavu. Radi se pomoću standardnih optimizacijskih modela koja mogu uzeti u obzir samo troškove za gorivo u termoelektranama, ili u kombinaciji s odgovarajućim faktorima penalizacije koji uključuju i gubitke u mreži. Prema tom modelu, najmanji troškovi za gorivo u sustavu se dobiju onda kada termoelektrane rade onom snagom koja rezultira jednakim inkrementalnim troškovima za sve termoelektrane, tj.

$$\frac{dC_1(P_1)}{dP_1}=\frac{dC_2(P2)}{dP2}=\cdots=\frac{dC_n(P_n)}{dP_n}=\lambda$$

gdje je:

$C_i(P_i)$ – troškovna karakteristika i-te termoelektrane koja daje ovisnost troškova za gorivo o angažiranoj snazi termoelektrane

P_i – angažirana snaga i-te termoelektrane

λ - zajednička vrijednost inkrementalnog troška, tj. sistemski inkrementalni trošak koji definira porast troškova za gorivo u sustavu pri jediničnom porastu proizvodnje

$\frac{dC_i(P_i)}{dP_i}$ - inkrementalni trošak i-te termoelektrane

U slučaju da se u proračunu uzimaju u obzir i gubici u mreži, inkrementalni se troškovi množe s odgovarajućim faktorima penalizacije.

Osnovna krivulja za svaku termoelektranu iz koje se izvode potrebne krivulje za proračun optimalne raspodjele optrećenja među termoelektranama je krivulja specifičnog potroška koja se može aproksimirati funkcijom slijedećeg oblika:

$$H(P)=\frac{a}{P}+b+c\cdot P \text{ [kJ/kWh]},$$

gdje su

a,b,c – konstante za određenu termoelektranu

P – angažirana snaga termoelektrane [MW]

Na osnovi krivulje specifičnog potroška dobiju se slijedeće krivulje:

- krivulja potroška topline:

$$F(P)=P\cdot H(P)=a+b\cdot P+c\cdot P^2 \quad \text{[MJ/h]},$$

- krivulja troškova goriva:

$$C(P)=K\cdot F(P)=a'+b'\cdot P+c'\cdot P^2 \quad \text{[\$/h]},$$

gdje je

K [\$/MJ] – kvocijent cijene goriva [\$/t] i toplinske vrijednosti goriva [MJ/t]

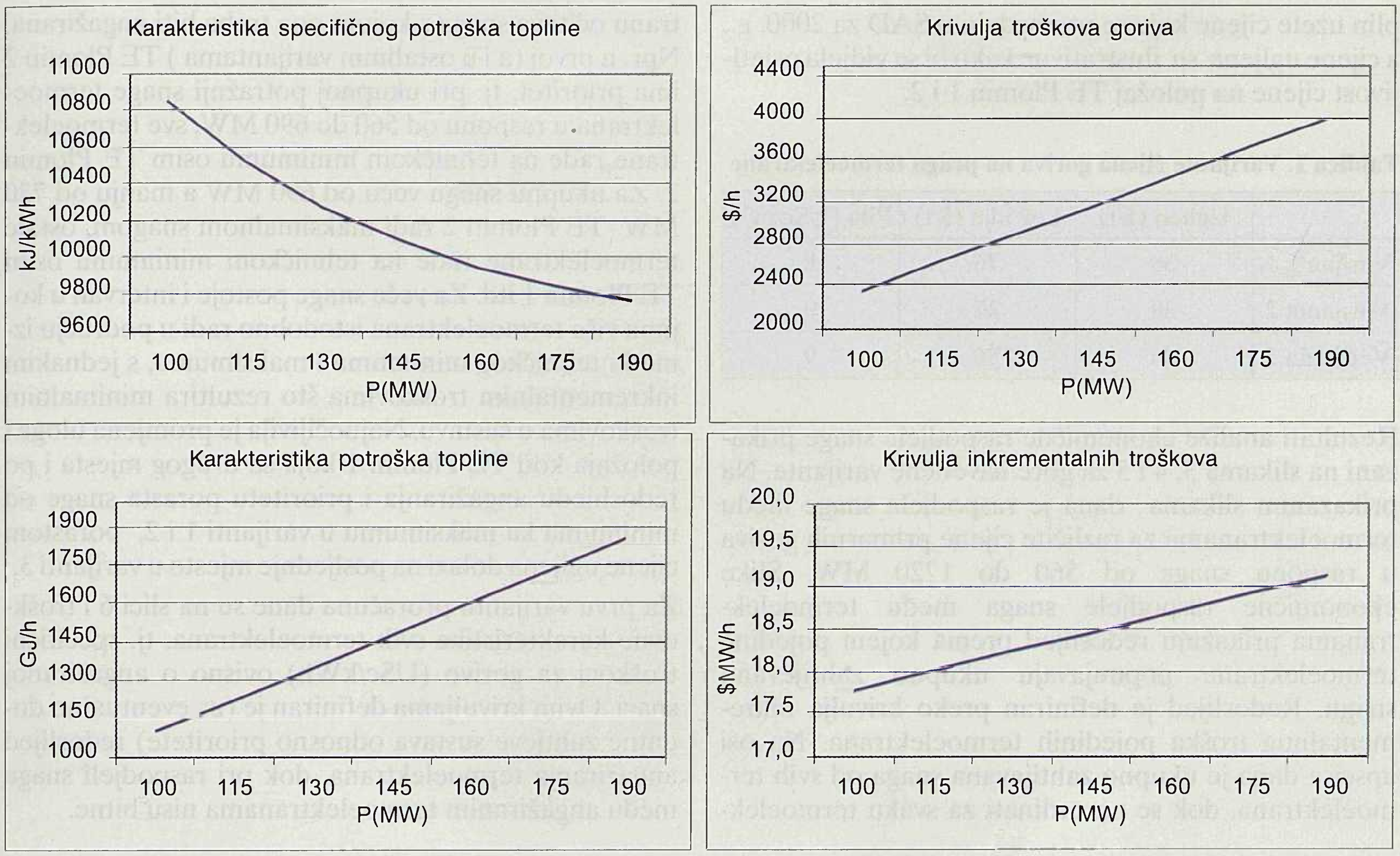
- krivulja inkrementalnog troška:

$$IC(P)=\frac{dC(P)}{dP}\,b'+2\cdot c'\cdot P \quad \text{[\$/MWh]}$$

Sve navedene krivulje ovisne su o snazi na pragu termoelektrane unutar tehničkih ili dispečerskih limita termoelektrane (Pmin,Pmax). Prikaz ovih krivulja za TE Sisak i cijenu lož ulja 86 \$/t dane su na slici 1.

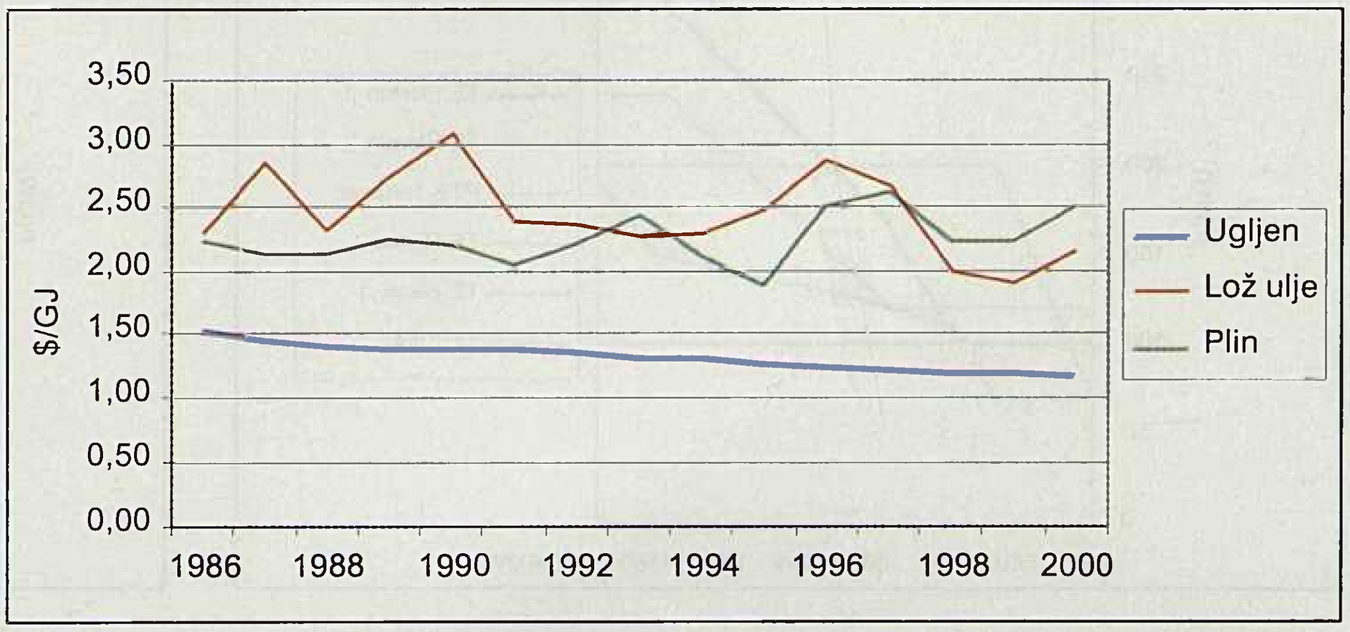
Osim u proračunu ekonomične raspodjele snaga među angažiranim termoelektranama, krivulje inkrementalnog troška za pojedine termoelektrane i krivulja sistemskog inkrementalnog troška koriste se pri:

- ♦ politici angažiranja akumulacijskih hidroelektrana. One se nastoje angažirati samo kada su inkrementalni troškovi u sustavu visoki, u dnevnom dijelu dijagrama, posebno u vršnim opterećenjima.
- ♦ politici punjenja i pražnjenja akumulacija i kompenzacijskih bazena. Bazeni se pune kad su inkrementalni troškovi niski, a prazne kada su visoki, čime se oplemenjuje vrijednost proizvodnje akumulacijskih i protočnih hidroelektrana tijekom dana, mjeseca i godine.



Slika 1. Krivulje specifičnog potroška topline, troškova goriva, potroška topline i inkrementalnih troškova za TE Sisak

- politike kupnje i prodaje električne energije budući da se čvrsto određuje granica kod koje se takve transakcije mogu obavljati sa susjednim sustavima, a da se pri tome ne stvara ekonomski gubitak
- politike prodaje energije potrošačima, za određivanje tarifnog pravilnika (dnevnog, sezonskog).
- angažiranja reverzibilnih hidroelektrana. RHE rade u pumpnom režimu kada su inkrementalni troškovi u sustavu niski, a u turbinskom kada su visoki.



Slika 2. Cijene goriva za termoelektrane u SAD za period 1984. – 2000. g. [2]

UTJECAJ CIJENA GORIVA NA RASPODJELU SNAGA MEĐU TERMOELEKTRANAMA

Budući da su tehničke karakteristike svake termoelektrane definirane njenom izgradnjom i ne mijenjaju se bitno u dužem vremenskom razdoblju, najvažniji faktor kod svake termoelektrane je cijena goriva koja je podložna utjecaju raznih faktora, počev od konjukturnih, pa do političkih. Na slijedećoj slici prikazane su cijene goriva za termoelektrane u SAD za razdoblje od 1984. do 1998. godine, sa procjenom za 1999. i 2000. godinu. Vidljiva je stabilnost cijena ugljena, uz trend opadanja, dok su cijene lož ulja i plina dosta promjenjive i imaju oscilatorni karakter.

Kao ilustracija problema optimalnog planiranja rada angažiranih termoelektrana u elektroenergetskom sustavu Hrvatske i odgovarajućeg ùtjecaja cijena goriva, slijedi prikaz proračuna ekonomskog dispečinga postojećih termoelektrana TE Plomin 1, TE Rijeka, TE Sisak 1 i 2, i novih termoelektrana TE Plomin 2 (200 MW) i PTE Jertovec (240 MW). Analizirana je optimalna raspodjela snaga između gore navedenih termoelektrana, pod pretpostavkom da elektroenergetski sustav Hrvatske zahtijeva njihovo angažiranje u granicama od 560 do 1220 MW za različite varijante cijena goriva. Analize su napravljene pomoću programskog paketa D-PLAN Š3Ć. Za analizu utjecaja cijene goriva na moguću raspodjelu snage između gore navedenih šest termoelektrana, uzete su tri varijante, sa cijenama prikazanim u tablici 1. U varijanti 1. uzete su ostvarene cijene energenata za termoelektrane u SAD u 1998. godini, dok su u varijanti 2. i 3. za lož ulje i

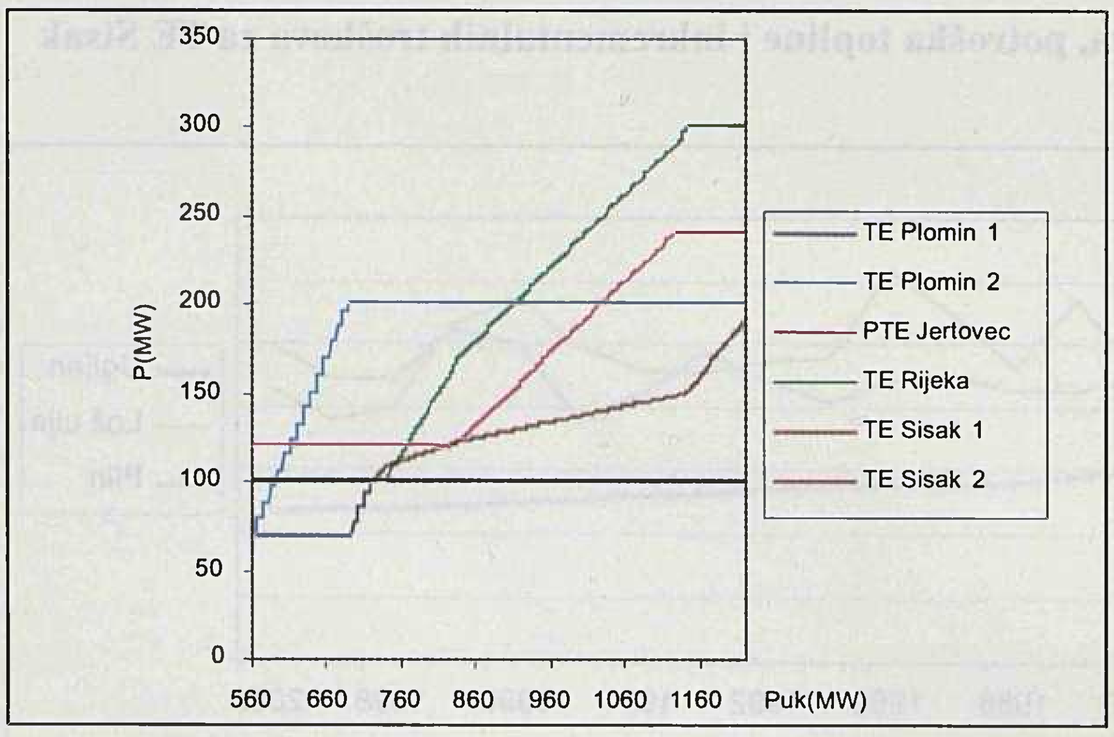
plin uzete cijene koje se predviđaju u SAD za 2000. g., a cijene ugljena su ilustrativne kako bi se vidjela osjetljivost cijene na položaj TE Plomin 1 i 2.

Tablica 1. Varijante cijena goriva na pragu termoelektrane

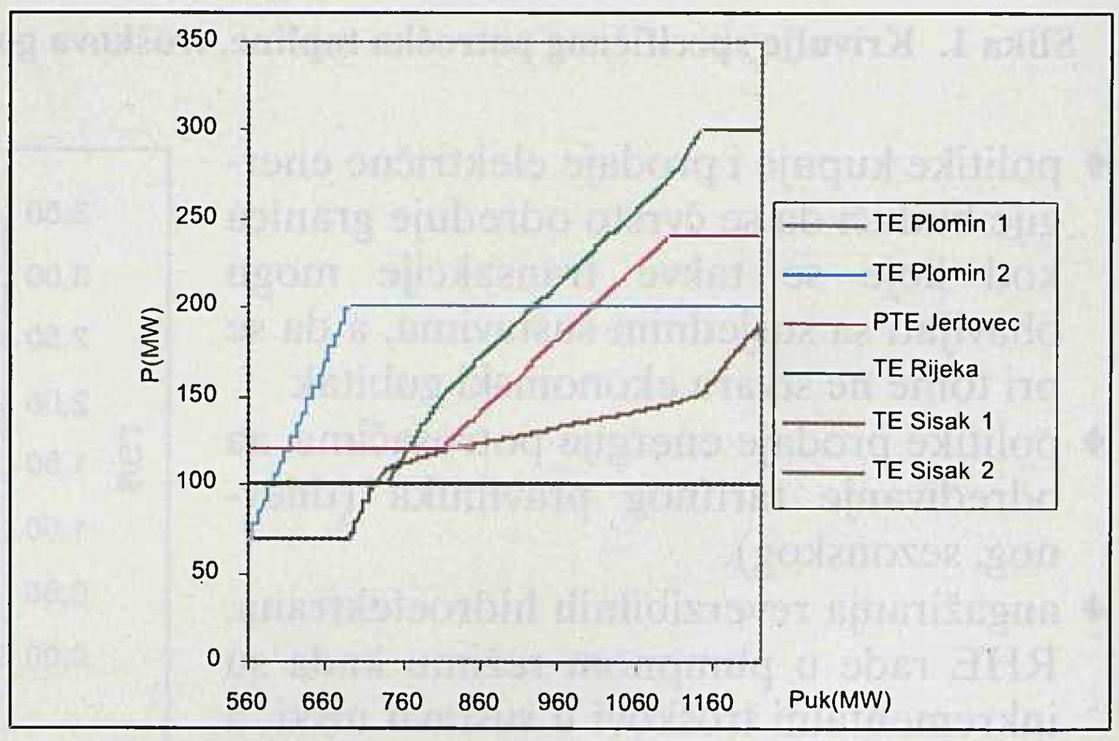
	Ugljen ($/t)	Lož ulje ($/t)	Plin (USc/m3)
Varijanta 1.	30	76	8
Varijanta 2.	38	86	9
Varijanta 3.	46	86	9

Rezultati analize ekonomične raspodjele snage prikazani na slikama 3, 4 i 5 za gore navedene varijante. Na prikazanim slikama dana je raspodjela snage među termoelektranama za različite cijene primarnih goriva u rasponu snaga od 560 do 1220 MW. Slike ekonomične raspodjele snaga među termoelektranama prikazuju redoslijed prema kojem pojedine termoelektrane popunjavaju ukupno zahtijevanu snagu. Redoslijed je definiran preko krivulja inkrementalnog troška pojedinih termoelektrana. Na osi apscisa dana je ukupno zahtijevana snaga od svih termoelektrana, dok se na ordinati za svaku termoelektranu očitava snaga s kojom ona treba biti angažirana. Npr. u prvoj (a i u ostalimm varijantama) TE Plomin 2 ima prioritet, tj. pri ukupnoj potražnji snage termoelektrana u rasponu od 560 do 690 MW, sve termoelektrane rade na tehničkom minimumu osim TE Plomin 2. Za ukupnu snagu veću od 690 MW a manju od 720 MW TE Plomin 2 radi maksimalnom snagom, ostale termoelektrane rade na tehničkom minimumu osim TE Plomin 1 itd. Za veće snage postoje i intervali u kojima više termoelektrana istodobno radi u području između tehničkog minimuma i maksimuma, s jednakim inkrementalnim troškovima što rezultira minimalnim troškovima u sustavu. Najuočljivija je promjena uloge i položaja kod TE Plomin 1 koja sa drugog mjesta i po redoslijedu angažiranja i prioritetu porasta snage od minimuma ka maksimumu u varijanti 1 i 2, porastom cijene ugljena dolazi na posljednje mjesto u varijanti 3.

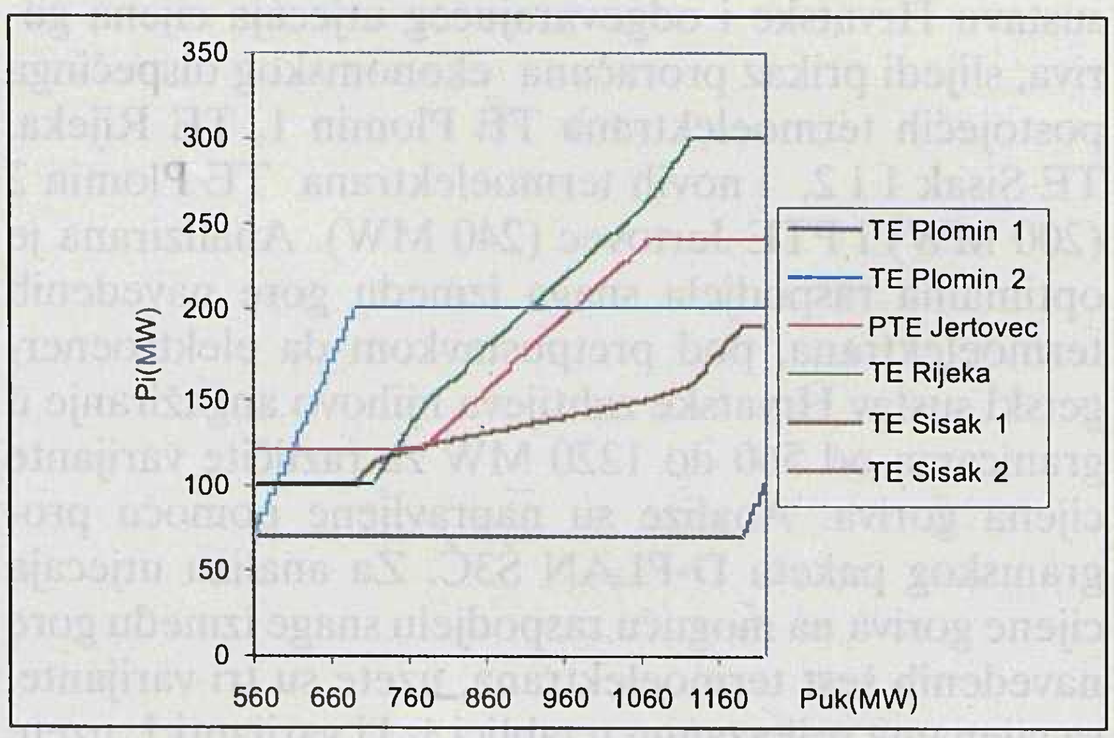
Za prvu varijantu proračuna dane su na slici 6 i troškovne karakteristike svih termoelektrana, tj. specifični troškovi za gorivo (USc/kWh) ovisno o angažiranoj snazi. Ovim krivuljama definiran je (uz eventualno dodatne zahtjeve sustava odnosno prioritete) redoslijed angažiranja termoelektrana, dok pri raspodjeli snaga među angažiranim termoelektranama nisu bitne.



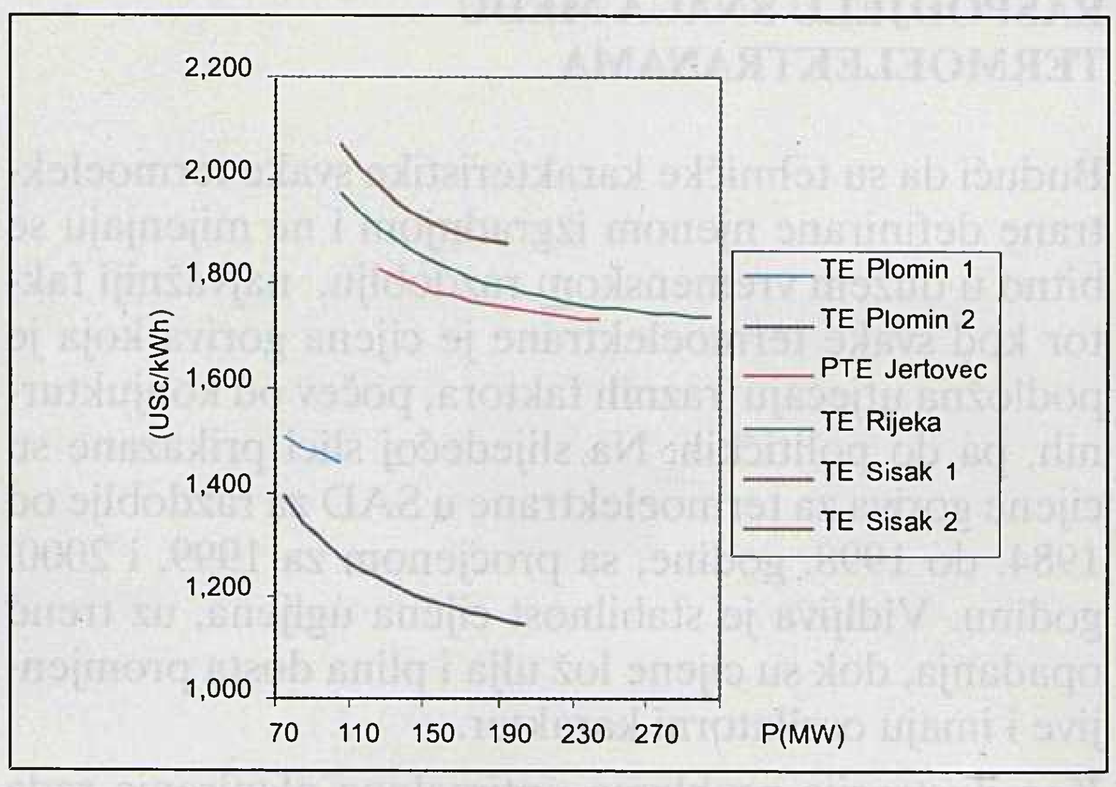
Slika 3. Ekonomična raspodjela opterećenja među angažiranim termoelektranama za varijantu 1



Slika 4. Ekonomična raspodjela opterećenja među angažiranim termoelektranama za varijantu 2

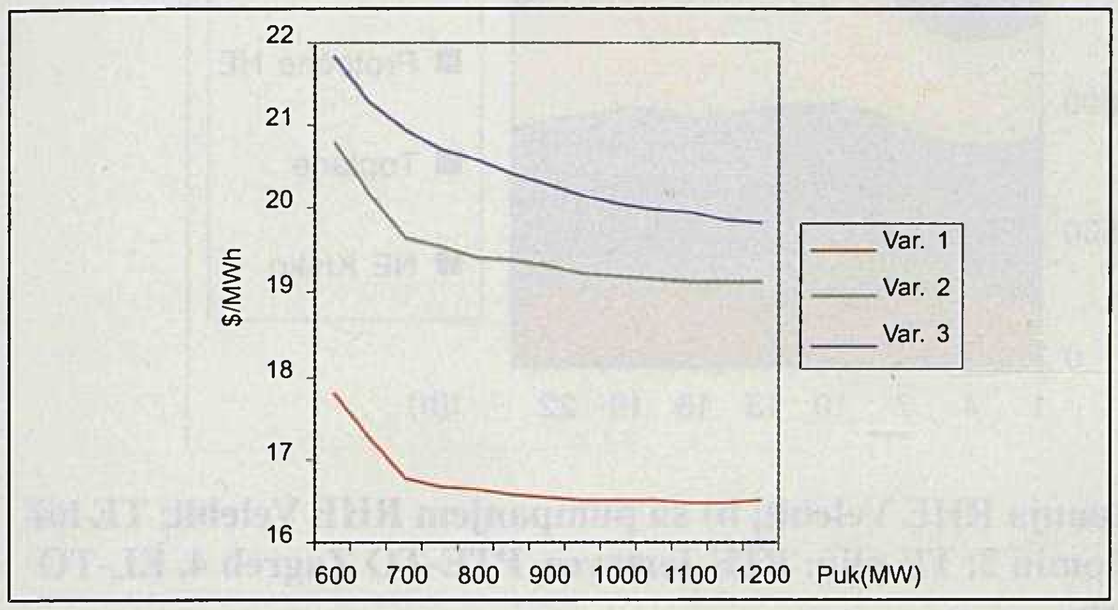


Slika 5. Ekonomična raspodjela opterećenja među angažiranim termoelektranama za varijantu 3

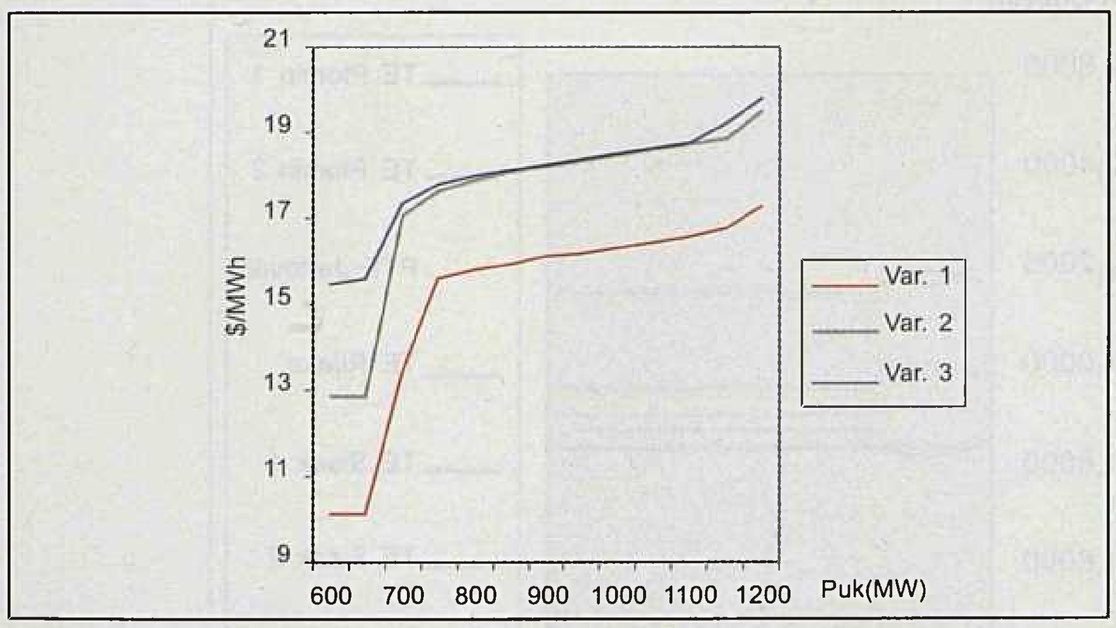


Slika 6. Specifični troškovi goriva za varijantu 1

Na slijedećoj slici prikazani su prosječni i inkrementalni sistemski troškovi kod ekonomične raspodjele opterećenja među angažiranim termoelektranama za sve tri varijante cijena primarnih goriva. Uočljiv je relativno veliki raspon sistemskih inkrementalnih troškova (pogotovo u prvoj varijanti), što dobro indicira na mogućnosti racionalizacije rada sustava – korištenje RHE, load management, prilagođenje tarifnog sustava itd.



Slika 7. Prosječni sistemski troškovi goriva angažiranih termoelektrana



Slika 8. Inkrementalni sistemski troškovi angažiranih termoelektrana

KORIŠTENJE RHE U DNEVNOM CIKLUSU PUMPANJA/TURBINIRANJA

Angažiranjem reverzibilnih hidroelektrana u dnevnom reverzibilnom ciklusu moguće je, osim izravnanje dijagrama snage, odgovarajućim izborom snaga i trajanja rada reverzibilnog ciklusa postići i ekonomičniji rad termoelektrana unatoč povećanju njihove ukupne proizvodnje. Takav rad reverzibilne hidroelektrane je ekonomski opravdan u slučaju da su inkrementalni troškovi u sustavu za vrijeme pumpanja manji od produkta inkrementalnih troškova u sustavu za vrijeme turbiniranja i faktora korisnosti reverzibilnog ciklusa:

*IC*p<faktor pretvorbe* *IC*t

gdje je:

*IC*p- inkrementalni trošak u sustavu za vrijeme pumpanja

*IC*t- inkrementalni trošak u sustavu za vrijeme turbiniranja

faktor pretvorbe – korisnost reverzibilnog ciklusa (obično 0.65-0.75)

U EES-u Hrvatske, zbog nepovoljnog dnevnog dijagrama potrošnje redovito je potrebno smanjivati proizvodnju termoelektrana u noćnim satima. Posljedica toga su povećani specifični troškovi rada termoelektrana, te smanjeni inkrementalni sistemski troškovi. Nasuprot tome, u dnevnom dijelu dijagrama opterećenja, ekonomičnije termoelektrane su angažirane s maksimalnom snagom, tako da se promjena snage termoelektrana vrši na račun termoelektrana s visokim inkrementalnim troškovima, pa su i sistemski inkrementalni troškovi visoki.

Za ilustraciju efekata angažiranja RHE s ciljem uštede goriva u termoelektranama, napravljen je vozni red EES-a Hrvatske u dvije varijante, sa slijedećim osnovnim podacima:

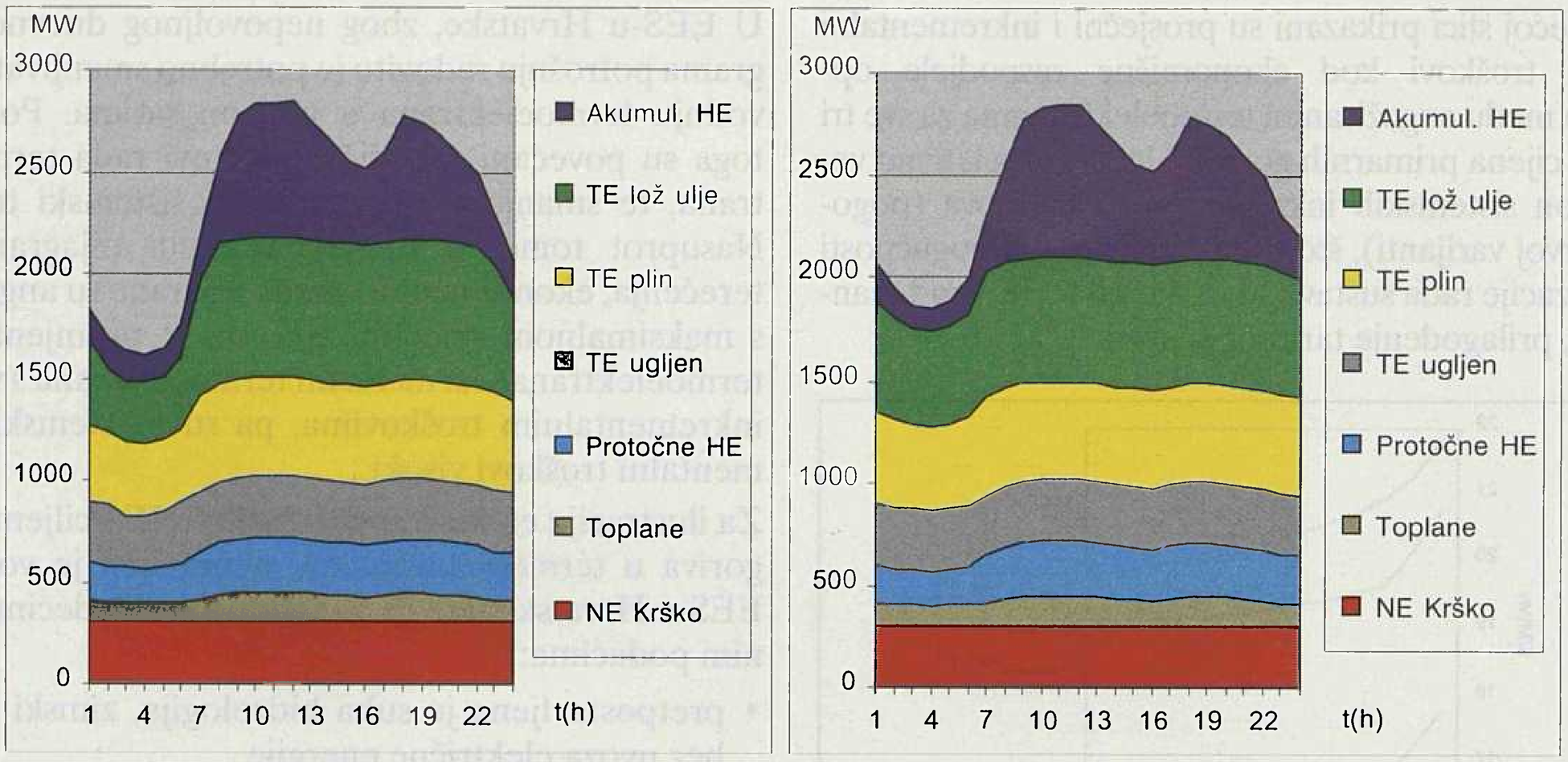
- pretpostavljena je suha hidrologija, zimski mjesec, bez uvoza električne energije
- sve termoelektrane su u pogonu
- ukupna potrošnja je 56 GWh
- ukupna proizvodnja termoelektrana (bez toplana) iznosi 25,4 GWh
- cijene goriva uzete su iz varijante 2.

U prvoj varijanti vozni red je napravljen bez korištenja RHE Velebit u pumpnom režimu, dok u drugoj varijanti RHE Velebit radi noću u pumpnom režimu (pumpanje 1,44 GWh) pri sistemskim inkrementalnim troškovima od oko 1,3 USc/kWh, akumulirajući vodu u Štikadu. Pumpanje je isplativo ukoliko se prepumpana voda iskoristi za vrijeme sistemskih inkrementalnih troškova većih od 1,3/0,74=1,76 USc/kWh. Budući da tijekom dana sistemski inkrementalni troškovi iznose oko 2 USc/kWh, iskorištavanje prepumpane vode tijekom dana ekonomski je isplativo. Na slikama 9. i 10. dano je pokrivanje dnevnog dijagrama potrošnje i specifični troškovi za opisani primjer.

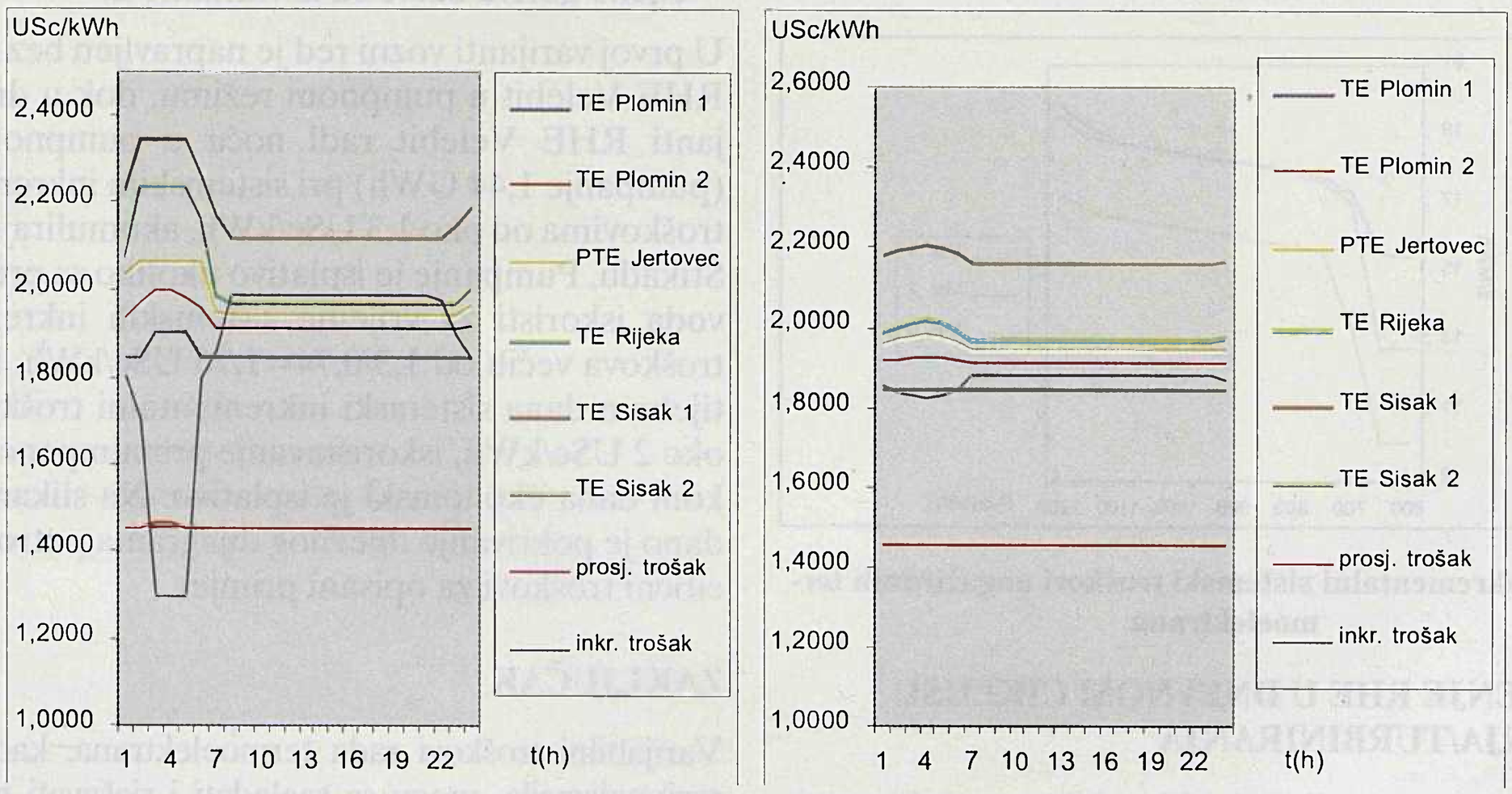
ZAKLJUČAK

Varijabilni troškovi rada termoelektrana, kao i njihova racionalizacija, mogu se sagledati i rješavati na 2 nivoa. Prvi je nivo termoelektrane na kojem se unaprjeđenjem tehnološkog procesa, sustava održavanja, sustava vođenja i sl. može bitno utjecati na ukupnu učinkovitost rada termoelektrane. Drugi nivo odnosi se na aktivnosti planiranja rada i vođenja EES-a, unutar kojih se vrši racionalizacija rada termoelektrana na nivou sustava kao cjeline, u interakciji s ostalim elektranama i općenito EES-om.

U ovom je članku dan kratki pregled ekonomskog dispečinga kao jednog segmenta kratkoročnog planiranja rada EES-a kojim se može utjecati na smanjenje ukupnih varijabilnih troškova rada termoelektrana. Problematika je sagledana kroz utjecaj cijena goriva na krivulje inkrementalnih troškova termoelektrana pomoću kojih se vrši optimalna raspodjela snaga među angažiranim termoelektranama. Dan je i kratki opis, te ilustrativni primjer mogućnosti optimizacije ukupnih troškova goriva u termoelektranama korištenjem RHE u dnevnom ciklusu pumpanja/turbiniranja.



Slika 9 : Pokrivanje dnevnog dijagrama potrošnje: a) bez pumpanja RHE Velebit; b) sa pumpanjem RHE Velebit; TE lož ulje: TE Rijeka, TE Sisak 1 i 2; TE ugljen: TE Plomin 1, TE Plomin 2; TE plin: PTE Jertovec, PTE-TO Zagreb 4, EL-TO Zagreb



Slika 10. Specifični troškovi termoelektrana, prosječni i inkrementalni sistemski troškovi; a) bez pumpanja RHE Velebit; b) sa pumpanjem RHE Velebit

LITERATURA

[1] R. GOIĆ, M. LOVRIĆ: "Za unapređenje efikasnosti i racionalizaciju rada sustava", Vjesnik HEP-a, rujan 1998.

[2] http://www.eia.doe.gov (Energy Information Administration)

[3] Programski sustav DPLAN - Upute za rad, Fractal d.o.o., Split, srpanj 1998.

[4] Studija energetsko-ekonomske isplativosti rada nove TE na ugljen u EES Hrvatske, FRACTAL d.o.o., Split, studeni 1998.

[5] A. ĆURKOVIĆ, R. GOIĆ, M. LOVRIĆ: "Uklapanje nove termoelektrane 2x350 MW na ugljen u dnevni dijagram potrošnje EES Hrvatske", Međunarodno savjetovanje Energetika, ugljen, okoliš, Mošćenička Draga, svibanj 1998.

THERMAL-POWER PLANTS OPERATION PLANNING AND THE INFLUENCE OF FUEL PRICES ON THEIR DISPATCH

In the paper the problems of thermal-power plants' dispatch in a mixed hydro-thermal system are taken and the influence of fuel price on power dispatch among engaged thermal-power plants. Basic possibilities of reversible

hydro-power plants usage in order to diminish the fuel costs are also given. Problems are illustrated with real examples of the Croatian electric power system.

EINSATZPLANUNG DER DAMPFKRAFTWERKE UND DIE VERTEILUNG DER LAST BEZÜGLICH JEWEILIGER PREISE DER BRENNSTOFFE

Das Artikel umfasst Fragen des Einflusses der Brennstoffpreise auf die eingesetzte Leistung einzelner Dampf- und Gaskraftwerke innerhalb ihres durch die Last-verteilung bedingten Gesammteinsatzes in einem Verbund von Wasserkraftwerken und Dampfkraftwerken. Ebenfalls sind die Nutzungsmöglichkeiten von Speicherkraftwerken zwecks Brennstoffeinsparung der Dampf- und Gaskraft-werke gegeben.

Naslov pisca:

Mr. sc. Ranko Goić, dipl. ing.
Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split
R. Boškovića b.b.
21000 Split, Hrvatska

Marko Lovrić, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.,
Dispečerski centar Split
Gundulićeva 42
21000 Split, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-04-21.

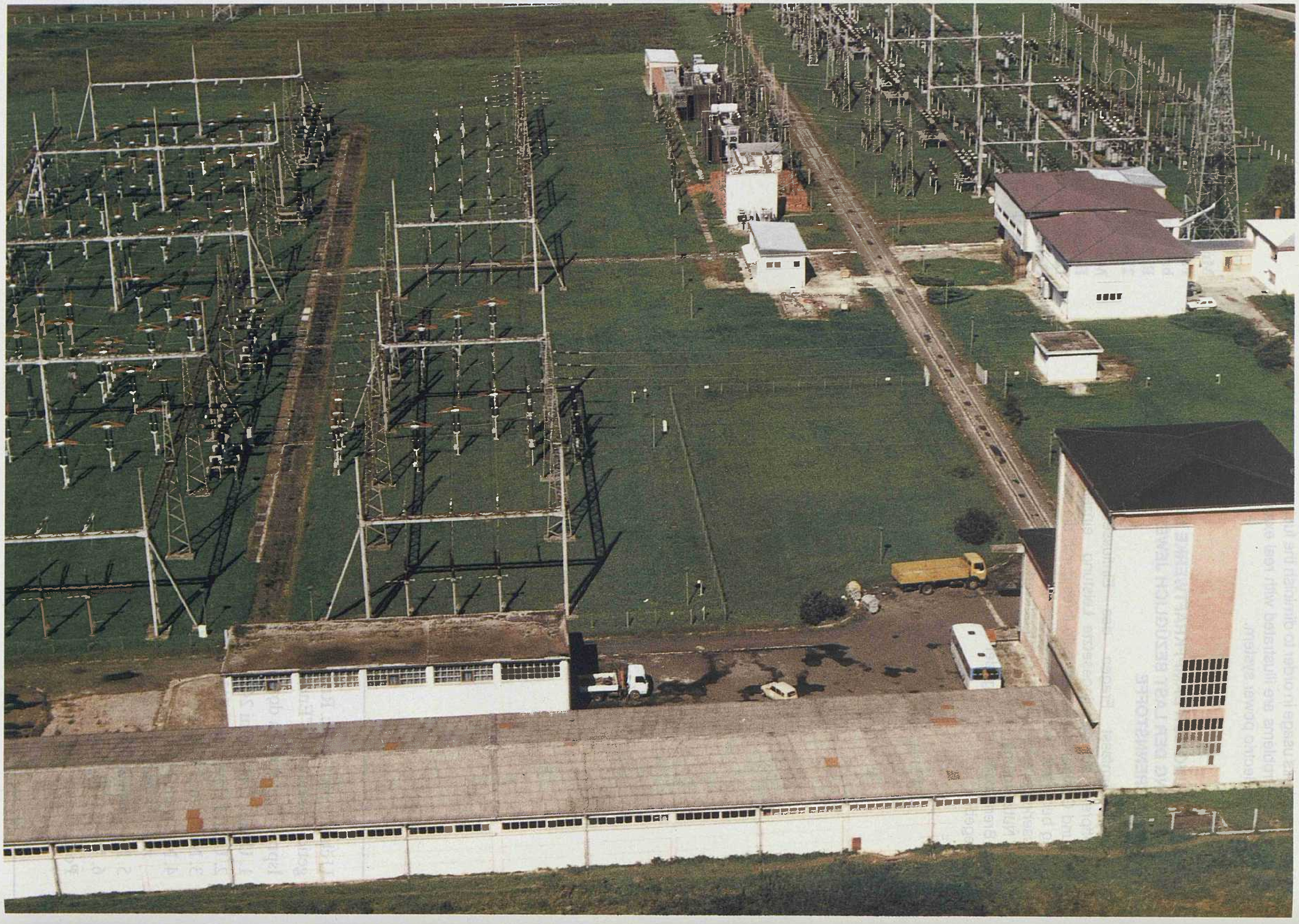
U članku prof. dr. sc. Radmila Protića pod naslovom "Utjecaj Kyoto protokola na globalna kretanja u energetici", tiskanom u "Energiji" broj 4 u 1999, potkrale su se pogreške.

Ispravak pogrešaka donosimo kako slijedi:

1. U tabl. 2 na strani 242 umjesto: ukupno CO, ispravno: ukupno C;
2. U tabl. 3 na strani 243 umjesto: H_2O, ispravno: N_2O;
3. Na strani 245 ispod tabl. 7, 4. red, odozgo umjesto: 22% u 1995, ispravno: 34% u 1995 godini;
4. Na strani 245, drugi stupac, 4. red odozgo, nakon Protokola ubaciti rečenicu: "s tim da najmanje 55% zemalja bude iz Anexa I";
5. Na strani 247, prvi stupac, 6 red odozgo, umjesto: SFC_S, ispravno: PFC_S;
6. Na str. 248, tabl. 11, "Opaska" ... ubaciti: po stanovniku.

Pogreške su rukopisne.

Uredništvo



UVOD U NACIONALNI PROGRAM ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADARSTVU - KUEN$_{ZGRADA}$

Mr. sc. Vesna K o l e g a, Zagreb

UDK 536.35:624:628
PRETHODNO PRIOPĆENJE

Odlukom Vlade Republike Hrvatske pokrenut je Nacionalni energetski program KUEN$_{ZGRADA}$ s ciljem uspostave organiziranog sustava skrbi za povećanje energetske efikasnosti u zgradarstvu i okupljanja potencijala na rješavanju relevantne problematike.

U članku su prikazane neke od glavnih mjera kojima se u sklopu programa KUEN$_{ZGRADA}$ nastoji ustanoviti sustavno promatranje i rješavanje energetske problematike u zgradarstvu i prostornom uređenju, u okvirima cjelovite problematike zaštite i unaprjeđenja okoliša, gospodarenja energijom i održivog razvitka.

Ključne riječi: energetska efikasnost, zgradarstvo, toplinska zaštita.

1. UVOD

Nacionalni energetski program KUEN$_{ZGRADA}$ (Program energetske efikasnosti u zgradarstvu) ima za osnovni cilj trajnu skrb o smanjenju energetskih potreba pri projektiranju, izgradnji i korištenju novih naselja i zgrada, te sanacijskih zahvata na postojećim zgradama kao dijelu cjelokupne energetske politike Republike Hrvatske [1].

Program KUEN$_{ZGRADA}$ dio je projekta "Razvoj i organizacija hrvatskog energetskog sektora" - PROHES, koji je u proljeće 1994. godine prihvatila Vlada Republike Hrvatske kao jedan od prioritetnih strateških zadataka prigodom rekonstruiranja gospodarstva i razvitka energetskog sektora Hrvatske.

Programom je obuhvaćen cjelokupni, postojeći i budući fond zgrada koji obuhvaća privatnu izgradnju, uslužni sektor, gospodarstvo i javni sektor, s ciljem smanjenja potrošnje energije i poboljšanja toplinske zaštite zgrada.

Program je dugoročnog karaktera, a temelji se na pozitivnim iskustvima domaćih stručnjaka i zemalja Europske unije koje su s uspjehom provele ili provode slične programe.

U program su uključene odgovorne državne ustanove, stručne i znanstvene ustanove, konzalting tvrtke i brojni stručnjaci različitih struka koji svojim radom doprinose izgradnji novog sustava racionalne potrošnje energije u zgradama.

2. CILJ I ZNAČENJE PROGRAMA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADARSTVU

Pozitivni učinci mjera koje doprinose povećanju energetske efikasnosti u zgradarstvu su uvijek višestruki, a provedene mjere su uspješne ako zadovoljavaju zahtjeve sistema 3E, što znači energetske, ekonomske i ekološke zahtjeve.

Relevantnoj problematici treba pristupiti interdisciplinarno i na taj način prevladati nekooperativnost između pojedinih disciplinarnih pristupa u definiranju problema i njihovom rješavanju (strojarski, građevinski, ekonomski i dr. aspekti). Kooperativnost između disciplinarnih pristupa je jedan od osnovnih preduvjeta uspješno provedenog programa energetske efikasnosti u zgradarstvu, jer je samo u međusobnoj povezanosti problemskih aspekata i ciljeva moguće iznalaženje optimalnih rješenja, kojima će u danim uvjetima biti podjednako zadovoljeni brojni, često proturječni zahtjevi.

Sustavno praćenje, analiza i rješavanje problema energetske efikasnosti u zgradarstvu se odnosi na čitav životni ciklus (life cycle) promatrane zgrade, tj. od energetskih troškova proizvodnje građevinskog materijala, preko energetskih troškova gradnje, zatim tijekom korištenja i održavanja zgrade, sve do trenutka kad, zbog istrošenosti ili nekih drugih razloga, zgradu u cjelini ili dijelovima treba ukloniti i pretvoriti u iskoristiv ili neiskoristiv građevinski otpad.

Jedan od brojnih nasljeđenih nedostataka u pristupu problematici je parcijalno i fragmentarno promatranje zgrada s energetskog stajališta, koje treba zamijeniti analizom zgrada u prostorno-građevinskim sklopovima (susjedstva, blokovi, nizovi, stambena naselja i dr.).

Nadalje, od velike je važnosti voditi računa o mikroklimatskim i drugim značajkama zgrada s ciljem izbjegavanja tzv. sindroma bolesnih zgrada (Sick Building Syndrome) i narušavanja zdravlja ljudi koji u njima borave.

U energetskom pristupu zgradarstvu, od planiranja i projektiranja zgrade, preko gradnje i korištenja u obzir treba uzimati odnose pozitivnih i negativnih energetskih učinaka pokušavajući u što većoj mjeri izbjeći proturječja ili moguće neusklađenosti između energetskih i građevinskih karakteristika zgrada.

U cilju uspješne realizacije programa, od velike je važnosti uspostavljanje raznih modela praćenja postojećeg i budućeg stanja u zgradarstvu, kompatibilnih sa Smjernicama Europske unije o najvažnijim pokazateljima stanja i promjena urbanog okoliša za pojedina naselja, veće aglomeracije, regije i zemlje [5]. Načela održivog razvitka, generalno gledano, obvezuju na energetsku efikasnost. Prihvaćanjem i potpisivanjem međunarodnih deklaracija i konvencija (najnovija je potpisana u Kyotu, u prosincu 1997., na temu smanjenja emisije štetnih tvari u atmosferu) Hrvatska se obvezala na provođenje mjera energetske efikasnosti koje trebaju biti okosnica u svim koncepcijskim i praktičnim energetskim pristupima u zgradarstvu.

Energetska efikasnost, prema suvremenim shvaćanjima, nije pojam koji se odnosi samo na parametre uloženih sredstava, rada i vremena, već je sveobuhvatni kriterij tehno-eknomske optimizacije uz zadovoljenje ekoloških zahtjeva određene sredine.

2.1. Suvremena iskustva i trendovi u razvijenim zemljama

U razvijenim se zemljama posljednjih desetak godina, intenzivno provode brojni programi s ciljem poboljšanja energetske efikasnosti u zgradarstvu, koji su za nas interesantni s jedne strane zbog predloženih tehnoloških, a s druge zbog brojnih edukativnih rješenja.

Jedan od primjera vrlo uspješnog edukativnog programa je NEET program (*National Environmental Education and Training Program)* uspostavljen od strane United States Department of Energy, s ciljem edukacije javnosti i približavanja ideje energetske efikasnosti krajnjem korisniku.

Zajedničke za većinu programa energetske efikasnosti su sljedeće energetske strategije:

- smanjenje proizvodnje i potrošnje energije
- uspostavljanje poticajnih mjera i olakšica za korištenje obnovljivih izvora energije kao instrumentarij državne politike.

Formiranje energetske politike u okviru Europske unije startalo je još 1985. godine, u početku dokumentima o ekonomsko-energetskoj optimizaciji *(Directiones on Price Transparency for Electricity and Gas and Transit Rules),* a kasnije pokretanjem niza energetskih programa od kojih posebno treba istaknuti: THERMIE, SAVE i SYNERGY. Početkom 90-tih godina programski se interesi proširuju na zemlje istočne i srednje Europe, prvenstveno kroz programe PHARE i TACIS.

Bitne odrednice organizirane energetske politike EU se, generalno, odnose na:

- integralno energetsko tržište
- analize i optimizaciju energenata u proizvodnji i potrošnji
- povećanje energetske efikasnosti
- suzbijanje nepovoljnih energetskih učinaka na okoliš (naročito emisije CO_2)
- korištenje obnovljivih izvora energije, prvenstveno solarne energije, zatim energije vjetra i biomase.

Program THERMIE je postavljen kao demonstracija i promocija europskih energetskih tehnologija.

Najvažnija mjerila prilikom odabira projekata financijski podupiranih kroz program THERMIE su:

- jačanje europske energetske nezavisnosti
- zaštita okoliša
- jačanje tržišne konkurencije unutar ekonomske i socijalne kohezije Europske unije.

S ciljem promocije uspješnih energetskih tehnologija utemeljena je Europska mreža organizacija za promociju energetskih tehnologija *(OPAT - Organizations for the Promotion of Energy Technology).*

Program THERMIE podijeljen je u četiri glavna sektora:

- racionalno korištenje energije
- obnovljivi izvori energije
- kruta fosilna goriva
- tekuća i plinska goriva.

U sektoru Racionalno korištenje energije, formirana su tri podsektora:

- građevinarstvo
- industrija
- promet.

Za podsektor Građevinarstvo je u periodu od 1990.-1994. odabran 71 projekt, a u 1994. godini 18 projekata, pri čemu treba napomenuti da je za ovaj podsektor prijavljeno dvostruko manje projekata nego za podsektor industrije, a čak pet puta manje od podsektora prometa [3].

Petogodišnje iskustvo je pokazalo da rješenje problema nije samo u inovaciji energetskih tehnologija, već i u njihovoj uspješnoj implementaciji.

Godine 1994. pokrenut je kombinirani program nenuklearnih energija pod nazivom JOULE-THERMIE program.

SAVE program *(Specific Actions for Vigorous Energy Efficiency)* pokrenut je 1991. godine s ciljem promocije energetske efikasnosti, a podijeljen je u tri dijela:

1. program legislativnih mjera na području energetske efikasnosti
2. serija pilot-programa na lokalnim, regionalnim i nacionalnim razinama
3. program informativno-komunikacijskih aktivnosti.

Legislativne mjere u području energetske efikasnosti u zgradarstvu su:

1. certifikacija građevina
2. standardi osunčanja
3. kalkulacija grijanja i hlađenja temeljena na aktualnoj potrošnji
4. standardi energetske efikasnosti.

SAVE program je u početku, bio zamišljen kao administrativni program, no ubrzo se uočila nužnost konkretnog programa implementacije, što je rezultiralo serijom pilot-projekta vođenih od strane raznih privatnih i javnih organizacija.

Jedno od osam glavnih područja unutar SAVE programa (edukacija, monitoring, upravljanje potrošnjom, promet i dr.) je i područje energetske efikasnosti u zgradarstvu.

U periodu realizacije SAVE programa, od 1991.-1995. godine pokrenuto je 250 pilot-projekata, čije su glavne karakteristike pohranjene u bazi podataka pod nazivom CORDIS [6].

Od 1995. godine SAVE program se kontinuirano nastavlja kao program SAVE II. U 1994. godini Generalna je uprava za energetiku Europske unije u suradnji s Europskom energetskom mrežom *(EnR European Energy Network)* i francuskom agencijom ADEME *(Agency for Environment and Energy Management)* organizirala značajnu međunarodnu konferenciju *The SAVE Programme: Overview and Future,* čiji je cilj bio dati sažetak dosadašnjih aktivnosti i rezultata, te istodobno definirati buduće aktivnosti. Iako sektor građevinarstva (Building sektor) nije imao status prioritetnog sektora, ipak su temeljito razmotreni relevantni aspekti i doneseni bitni zaključci i konstatacije [6].

Opće propozicije (zahtjevi i uvjeti) za sektor građevinarstva su podijeljene u dvije osnovne kategorije:

- aktivnosti kojima je cilj prevladati barijere koje nisu tehničke naravi (non-techical barriers)
- aktivnosti koje se odnose na tehničke aspekte (technical issues).

Prva kategorija uključuje:

- povezivanje svih sudionika u procesu projektiranja, izgradnje i održavanja (ekonomski, financijski, pravni sektor, te neposredni i posredi korisnici)
- upoznavanje stručnjaka s važećom općom i tehničkom regulativom
- upućivanje projektantskih i konzultantskih tvrtki da rješenja ne treba obvezno tražiti u novim energetskim postrojenjima, već u smanjenju potrošnje energije rekonstrukcijama energetskih sustava (naglasak je na pasivnom korištenju energije i obnovljivim izvorima)
- uključivanje pitanja energetike u dnevni red sastanaka najviših upravljačkih tijela velikih poduzeća i organizacija
- uvažavanje svih realnih razlika između pojedinih zemalja, regija i država koje se tiču položaja i zakonskih okvira svih profesija angažiranih u sektorima energetike i građevinarstva
- davanje odgovarajuće važnosti pitanjima urbanizma i prostornog planiranja s ciljem obuzdavanja stihijske i neplanske gradnje
- utvrđivanje priznanja i nagrada namjenjenih pojedincima i organizacijama u sektorima energetike i građevinarstva za posebne doprinose u ostvarivanju ciljeva i zadataka SAVE programa.

U sklopu tehničkih aktivnosti SAVE programa posebno se ističu:

- problemi kondicioniranja zraka u zgradama
- stvaranje kvalitetnih baza podataka o energetski efikasnim toplinskim uređajima i sustavima dostupnim na tržištu
- označavanje energetski i ekološki efikasnih uređaja (Labelling scheme)
- ustanovljenje financijskih fondova za poboljšanje toplinske zaštite u postojećim zgradama (zidovi, ostakljenja, itd.)
- promocija novih tehnologija i rješenja koja se odnose na vanjski plašt zgrade
- usmjeravanje aktivnosti na cjelokupni fond zgrada (residental + non-residental buildings)
- podvrgavanje potrošnje toplinske energije postupcima audita i certifikacije
- posvećivanje posebne pažnje energetskoj komponenti prilikom građenja.

Primjedbe i prijedlozi sudionika konferencije iznesene u posebnoj anketi o energetskoj potražnji naglasile su potrebu ispitivanja ponašanja korisnika i njihove motivacije za povođenje mjera energetske efikasnosti u zgradama. Osnovni cilj ovih mjera je smanjiti potrošnju energije uz nepromijenjeni nivo kvalitete življenja. U okviru SAVE programa posebno je težište stavljeno na pravodobno upoznavanje javnosti s relevantnom problematikom provođenja brojnih medijsko-propagandnih i informativno-edukativnih aktivnosti.

Dosadašnja iskustva u realizaciji SAVE programa ukazuju na neka generalna načela, na kojima se bazira i Nacionalni energetski program $KUEN_{ZGRADA}$:

- programi koji nastoje biti univerzalni i koristiti svim sudionicima u svim mogućim prilikama, u principu, nisu naročito korisni;
- svaku aktivnost treba detaljno profilirati prema kategoriji sudionika (elektroprivredna poduzeća, isporučitelji drugih oblika energije, izvođači građevinskih radova, stanari, vlasnici zgrada, razni tehnički servisi za održavanje, itd.) i specifičnim lokalnim prilikama;
- korištenje suvremenih kompjutorskih, multimedijskih i telekomunikacijskih sredstava u informiranju, komuniciranju i edukaciji svih zainteresiranih strana i javnosti je od velike važnosti za uspjeh nekog programa.

U skladu s tim načelima je ustanovljen poseban program za područje zgradarstva/stanogradnje namijenjen osoblju za održavanje zgrada pod nazivom: *Energy Management in the Housing Sector: A Multi-media training programme aimed at maintenance staff in residential buildings,* koji se za sada uspješno provodi u Francuskoj, Belgiji, Njemačkoj, Irskoj i Velikoj Britaniji, a procjenjuje se da će edukativni trening proći između 150 000 i 200 000 polaznika [7].

Saznanja do kojih se u sklopu SAVE programa došlo, a tiču se energetske efikasnosti stambenih i javnih zgrada zavisno o kvaliteti vanjskog plašta zgrade (high-performance building envelope) ističu potrebu integralnog pristupa rješavanju problema toplinske zaštite, akustike, mikroklimatskih uvjeta i estetskih zahtjeva. Kvaliteta fasade zgrade je bitni čimbenik u smanjenju energetske potrošnje za grijanje i osvjetljavanje zgrada, te kondicioniranje zraka.

Sukladno integralnom konceptu cjelovitosti energetike i okoliša, postavljeni su novi modeli energetske efikasnosti u zgradama, koji za razliku od starijih modela, u kojima se energetska efikasnsot definirala i promatrala samo u užem financijsko-ekonomskom pogledu, uvažavaju i vrednuju "nemjerljive" faktore kvalitete življenja.

Poseban operativni program *European Cost/Benefit Analysis Methodology for Energy Efficiency Programs* koji se u sklopu programa *Demand Side Management* implementira u nekoliko europskih zemalja, ima za osnovni cilj smanjenje energetske potražnje i troškova u dugoročnoj perspektivi uz istodobno minimiziranje nepovoljnih utjecaja na okoliš. Zaključak provedenih analiza je da ne postoji jedinstven način iskazivanja energetskih troškova, već je potrebno što preciznije odrediti brojne čimbenike koji na njih utječu.

Kao vrlo djelotvorna mjera energetske efikasnosti se pokazala inicijativa za provođenje energetskog audita u skladu s kriterijima prema standardu ISO 9000 (Quality Assurance) i *Sustavu gospodarenja okolišem (Environmental Management System)* po prednacrtu standarda ISO 14001. Audit provjere, koji se izvorno povezuje s financijskim uvidima i kontrolama poslovanja tvrtki, danas ima značenje metodoloških postupaka provjere da li određena poduzeća poštuju nacionalne i međunarodne zahtjeve koji se odnose na zaštitu okoliša i energetiku. Na osnovi auditom dobivenih certifikata, poduzeća stječu povjerenje javnosti i poslovnih krugova.

Generalni je zaključak da SAVE program čini skup detaljno razrađenih instrumenata, mjera i analitičko-kritičkih uvida u problematiku energetike i ekologije na prostorima visokorazvijenih europskih zemalja. Osnovna promjena u pristupu energetskoj efikasnosti u zgradarstvu su razrađeni planovi uključivanja korisnika putem priručnika, anketa, te medijske i kompjutorske tehnologije u sve faze rada, dinamiku realizacije i postignute rezultate s ciljem implementacije energetske i ekološke efikasnosti u područje zgradarstva. Nezavisno od činjenice da Hrvatska aktivno ne sudjeluje u SAVE programu, od velike je važnosti za uspjeh programa $KUEN_{ZGRADA}$ njegovo kontinuirano praćenje, i u granicama mogućnosti, prilagodba nekih od uspješnih pilot-projekata hrvatskoj situaciji.

2.2. Programi energetske efikasnosti u tranzicijskim zemljama

U tranzicijskim zemljama, prvenstveno državama bivšeg Sovjetskog Saveza, te istočnim i srednjoeuropskim zemljama, u posljednjih se pet godina intenzivno radi na razvoju i implementaciji energetske efikasnosti u zgradarstvu, u okviru brojnih energetskih projekata pod pokroviteljstvom sljedećih organizacija:

- Europske komisije Ujedinjenih Naroda (UNEP, UNIDO, OECED, UNESCO i dr.)
- International Energy Agency (IEA) [8]
- Svjetske banke (World Bank)
- Svjetske zdravstvene organizacije (WHO - World Health Organisation)
- European Environmental Agency (EEA).

Godine 1990. je u okviru Ekonomske europske komisije UN, pokrenut program pod nazivom *Energetska efikasnost do 2000. godine (Energy Efficiency 2000),* namijenjen zemljama u tranziciji.

Najvažniji ciljevi i zadaci programa *Energetske efikasnosti do 2000. godine su:*

- povezivanje svih zainteresiranih subjekata od poslovnih ljudi, bankara, inženjera do energetskih menadžera
- utvrđivanje mreže kompetentnih osoba u gospodarstvu i upravi
- razmjena informacija o pravnim aspektima, financijskim potporama, tehničkim standardima i svim ostalim relevantnim čimbenicima
- odabir energetski efikasnih tehnologija koje ne ugrožavaju okoliš
- provedba demonstracijskih projekata energetske efikasnosti u istočnoj i srednjoj Europi (između ostalog i za područje energetike u zgradarstvu)
- detaljna analiza s ciljem utvrđivanja utjecaja energetskih tehnologija i gospodarenja energijom na okoliš.

Održan je niz sipomzija, objavljenih u [9]. Za demonstracijske zone energetske efikasnosti je, između ostalih, odabrana Istra u Hrvatskoj i Maribor u Sloveniji, a njihovo financiranje potpomažu Svjetska banka, Europska banka za obnovu i razvitak, te Međunarodna financijska korporacija (Internationale Finance Corporation - IFC) kroz UNDP/GEF *(Global Environment Facility)* program. Slovenija aktivno sudjeluje u GEF programu od 1996. kad je održan susret stručnjaka u Mariboru (Expert meeting on Power Engineering and Symposium on Lightining), gdje je

između ostalog u sekciji *Testing the Compatibility of Derices with Standards* oformljen sektor građevinarstva u širem smislu (Civil Engineering).

3. ORGANIZACIJA PROVEDBE PROGRAMA KUEN$_{ZGRADA}$

Uspješna realizacija Nacionalnog programa energetske efikasnosti u zgradarstvu zbog svoje kompleksnosti zahtijeva angažiranje znatnih ljudskih i materijalnih resursa, što za posljedicu ima nužnost djelotvorne organizacije provedbe programa.

Djelotvorna organizacija podrazumijeva uspješno nadziranje i kontrolu provedbe programa, aktivno sudjelovanje s jedne strane nadležnih državnih tijela i institucija, a s druge znanstvenih i stručnih organizacija i ustanova, kao i točno definirane sadržaje i vremenske okvire pojedinih faza programa za čije izvršenje su odgovorni nositelji zadataka. Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja je nositelj programa i odgovorno je Vladi Republike Hrvatske za njegovu realizaciju, sukladno djelokrugu poslova i zadataka Ministarstva. Institut građevinarstva Hrvatske je odgovoran u provođenju stručnih poslova koji se odnose na izgradnju i korištenje zgrada. Energetski institut "Hrvoje Požar" je koordinator programa, odgovoran za njegovu usklađenost s hrvatskom energetskom politikom.

Upravno vijeće programa KUEN$_{ZGRADA}$ čine predstavnici:

- Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja
- Ministarstva gospodarstva
- Ministarstva znanosti i tehnologije
- Ministarstva vanjskih poslova
- Hrvatske elektroprivrede
- Državne uprave za zaštitu okoliša
- Instituta građevinarstva Hrvatske
- Energetskog instituta "Hrvoje Požar".

Predsjednik Upravnog vijeća je predstavnik Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja, a ono ima ovlaštenje da određuje sadržaj, planove rada i dinamiku programa, te utvrđuje proračun programa i njegovo korištenje.

Prema zaključcima Konstituirajuće sjednice Upravnog vijeća programa KUEN$_{ZGRADA}$, osnovan je ekspertni tim programa kojeg čine stručnjaci iz sljedećih institucija:

- Instituta građevinarstva Hrvatske
- Hrvatske elektroprivrede
- Državnog hidrometeorološkog zavoda
- Arhitektonskog fakulteta u Zagrebu
- Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu
- Ingprojekta
- Energetskog instituta "Hrvoje Požar".

Provedba programa obuhvaća deset osnovnih aktivnosti [1]:

1. Osnovne karakteristike programa i iskustava drugih
2. Analizu energetskog potencijala
3. Tehničke i tehnološke karkateristike programa
4. Ekološke karkateristike i doprinos zaštiti okoliša
5. Ekonomske i financijske karakteristike
6. Zakonodavno okruženje
7. Mjere za provedbu programa
8. Organizaciju provedbe programa
9. Pilot-programe
10. Marketing i obrazovanje

Organizacijska shema provedbe programa KUEN$_{ZGRADA}$ prikazana je dijagramom na slici 1 [1].

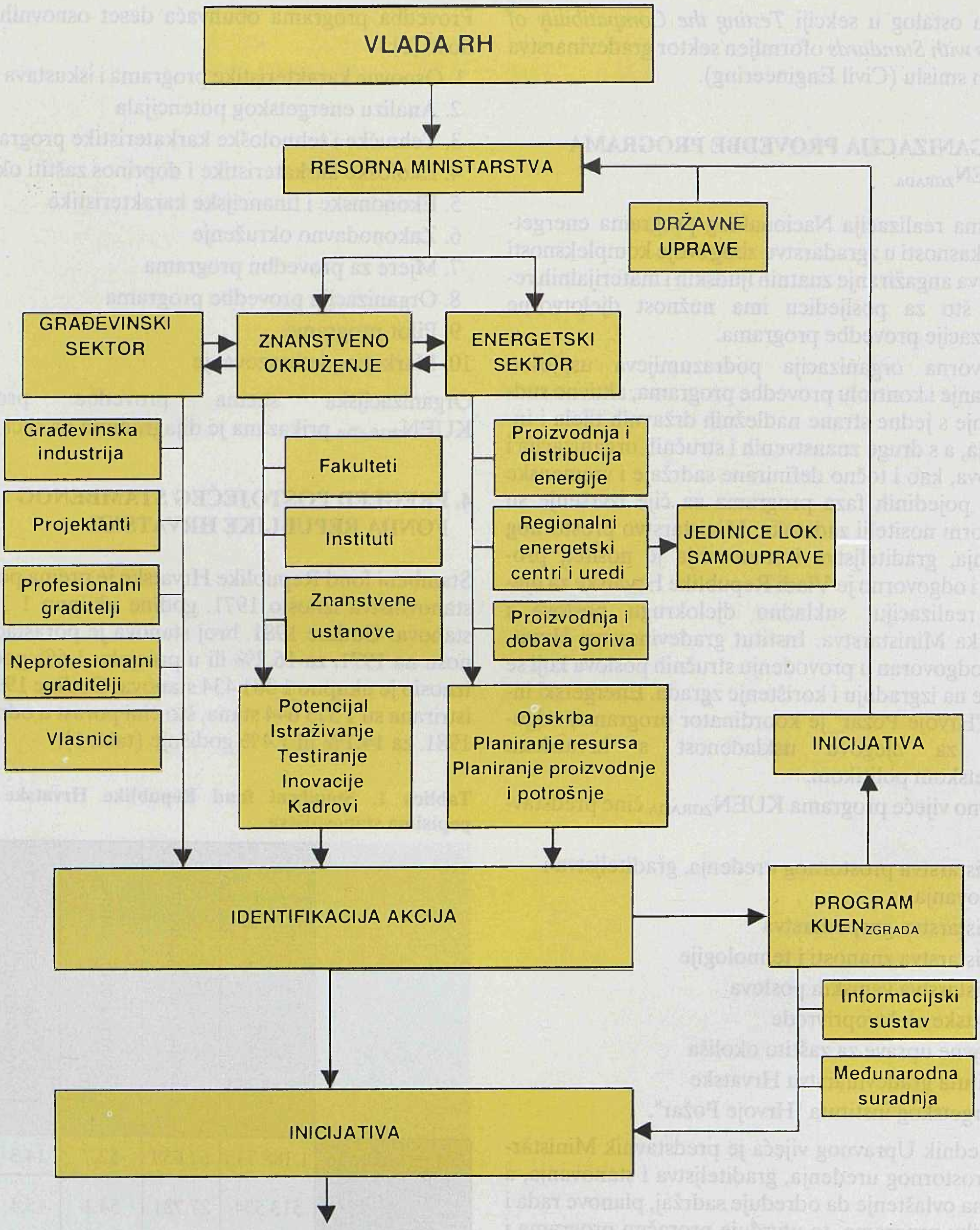
4. PREGLED POSTOJEĆEG STAMBENOG FONDA REPUBLIKE HRVATSKE

Stambeni fond Republike Hrvatske je prema popisima stanovništva iznosio 1971. godine ukupno 1 188 743 stanova. Godine 1981. broj stanova je porastao u odnosu na 1971. za 16.2% ili u prosjeku 1.6% godišnje i iznosio je ukupno 1 381 434 stanova. Godine 1991. registrirana su 1 575 644 stana, što čini porast u odnosu na 1981. za 14.1% ili 1.4% godišnje (tabl. 1).

Tablica 1. Stambeni fond Republike Hrvatske prema popisima stanovništva

		Broj stanova	Površina stanova (tis. m^2)	Prosječna površina stana (m^2)	Prosječna površina stana po jednoj osobi (m^2)	Prosječan broj osoba po stanu
Popis 1971.	ukupno	1 188 743	62 659	52.7	14.3	3.7
	gradska naselja	513 534	27 781	54.1	15.4	3.5
Popis 1981.	ukupno	1 381 434	86 954	62.9	19.6	3.2
	gradska naselja	727 683	45 035	61.9	20.1	3.1
Popis 1991.	ukupno	1 575 644	110 972	70.4	23.7	3.0
	gradska naselja	878 968	59 184	67.3	23.2	2.9

U razdoblju od 1971. do 1981. godine stambeni fond Hrvatske je porastao za ukupno 192 691 stanova, a u periodu od 1982. do 1988. njegov se porast procjenjuje za daljnja 135 947 stana. Procijenjeni broj novih stanova u razdoblju od 1989. do 1994. godine je oko 90 433 [1].



Slika 1. Organizacijska shema provedbe programa $KUEN_{ZGRADA}$

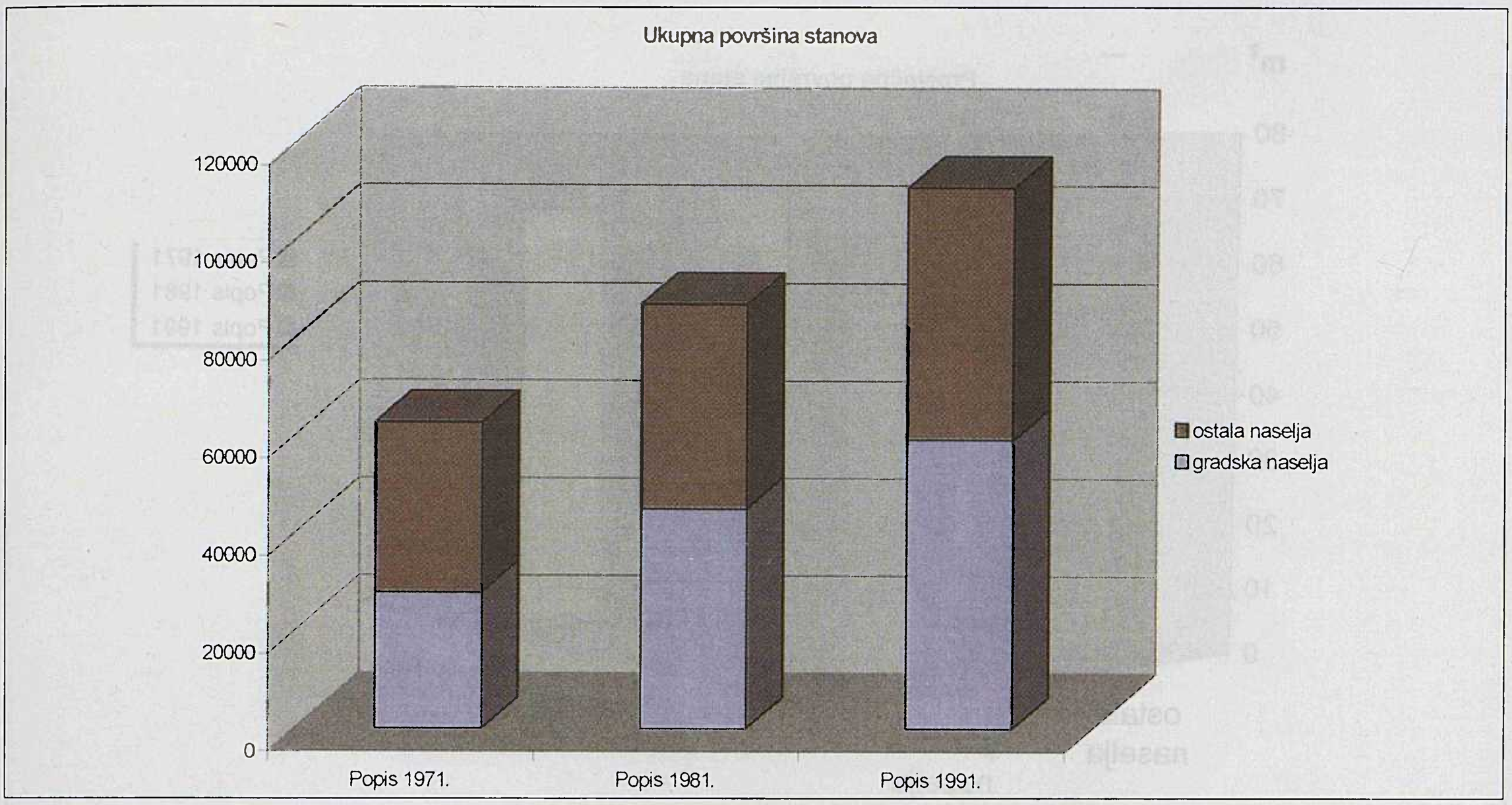
Ako se navedeni podaci o kretanju stambenog fonda u periodu od 1971. do 1994. godine korigiraju s brojem proušenih stanova, dobit će se brojevi novoizgrađenih stanova u promatranim razdobljima.

Od 1971. do 1981. godine porušeno je ukupno 13 570 stanova, tako da je broj novoizgrađenih stanova u tom razdoblju 206 261. U razdoblju od 1982. do 1988. porušeno je 9 499 stanova, što znači da je u tom razdoblju izgrađeno ukupno 145 446 stanova. Za razdoblje od 1989.-1994. brojevi porušenih i novoizgrađenih stanova su 3 123 i 93 556.

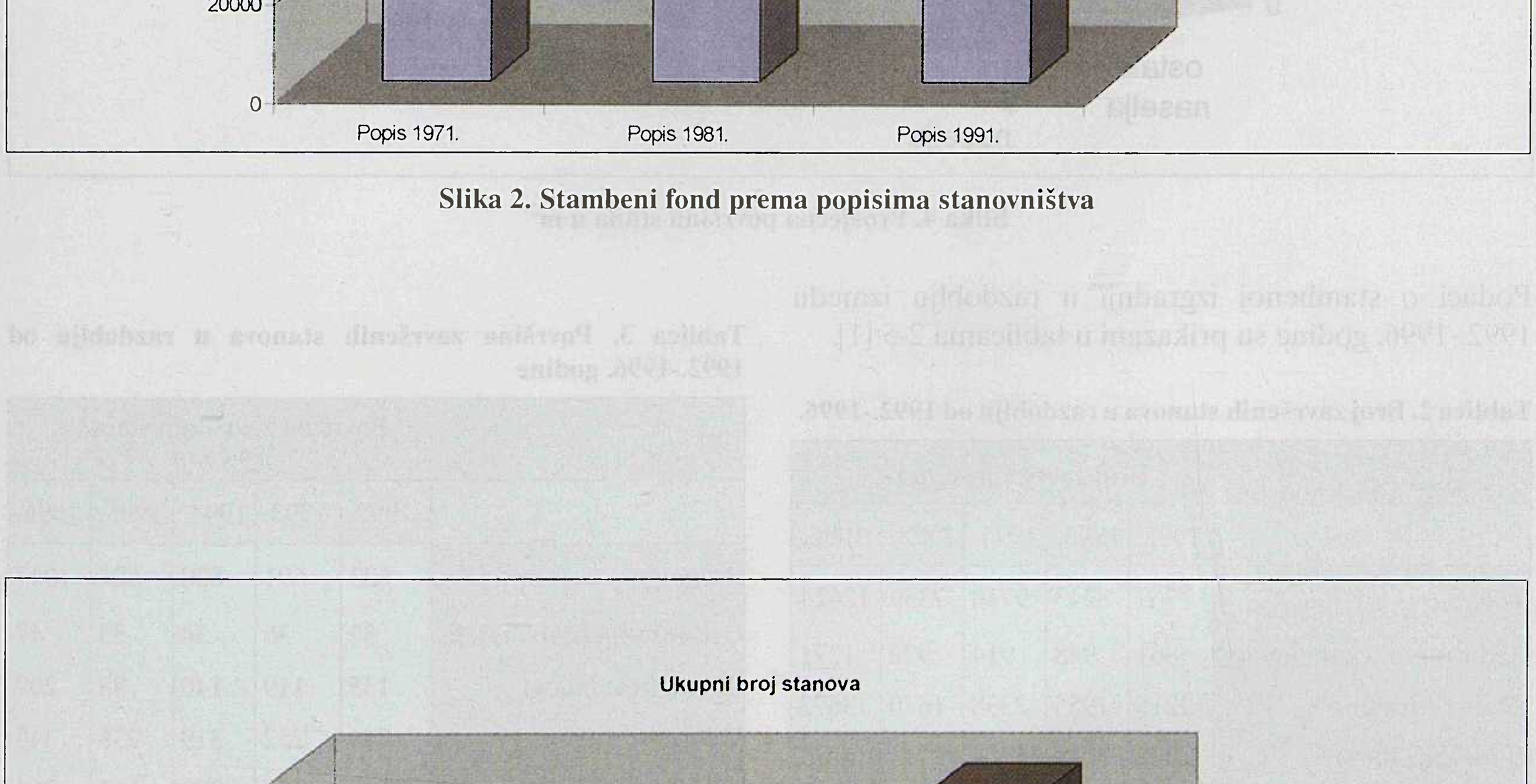
Izraženi u postocima u odnosu na izgrađene stanove do kraja 1994. godine, podaci su slijedeći:

- do 1971. godine izgrađeno je 72,8% stanova
- u razdoblju od 1971.-1981. izgrađeno je 12,6% stanova
- u razdoblju od 1982.-1988. izgrađeno je 8,9% stanova
- u razdoblju od 1989.-1994. izgrađeno je 5,7% stanova.

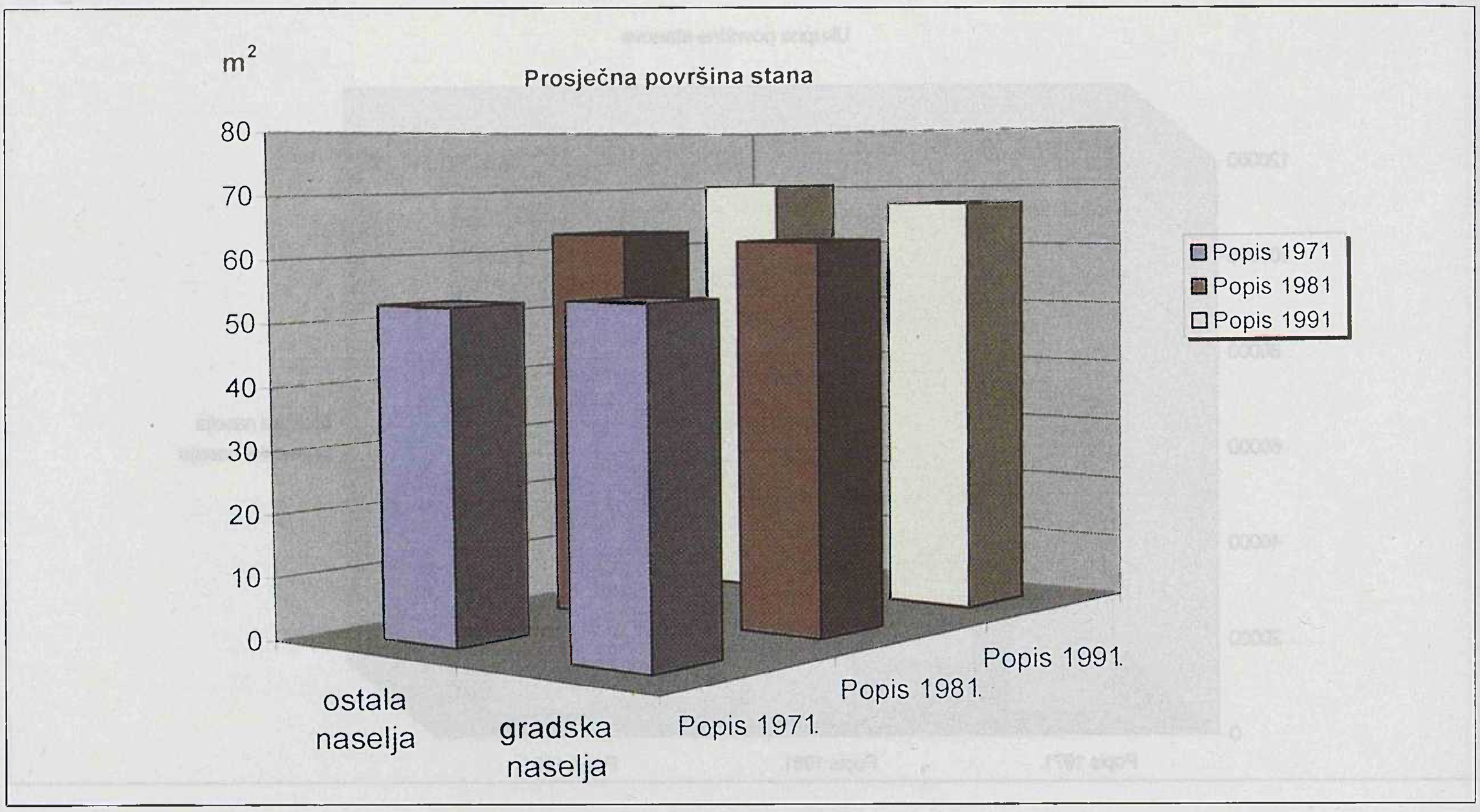
Dijagrami na slikama 2-4 daju pregledniji prikaz stambenog fonda Republike Hrvatske.



Slika 2. Stambeni fond prema popisima stanovništva



Slika 3. Ukupna površina stambenog fonda u tisućama m^2



Slika 4. Prosječna površina stana u m^2

Podaci o stambenoj izgradnji u razdoblju između 1992.-1996. godine su prikazani u tablicama 2-5 [1].

Tablica 2. Broj završenih stanova u razdoblju od 1992.-1996.

	Broj završenih stanova				
	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.
Ukupno	7767	8343	9710	7359	12624
Jednosobni i garsonjere	861	948	914	922	1271
Dvosobni stanovi	2215	1955	2338	1670	3672
Trosobni stanovi	2872	3013	3724	2713	4221
Četverosobni stanovi	1294	1702	1897	1443	2343
Peterosobni i veći	525	725	837	611	1117
Privatno vlasništvo	5805	7535	8902	6514	11407
Jednosobni i garsonijere	371	713	644	702	983
Dvosobni stanovi	1380	1652	2019	1319	3196
Trosobni stanovi	2372	2785	3537	2524	3843
Četverosobni stanovi	1190	1660	1865	1362	2272
Peterosobni i veći	492	725	837	607	1113
Ostali oblici vlasništva	1962	808	808	845	1217
Jednosobni i garsonijere	490	235	270	220	288
Dvosobni stanovi	835	303	319	351	476
Trosobni stanovi	500	228	187	189	378
Četverosobni stanovi	104	42	32	81	71
Peterosobni i veći	33	-	-	4	4

Tablica 3. Površina završenih stanova u razdoblju od 1992.-1996. godine

	Površina završenih stanova, tisuća m^3				
	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.
Ukupno	623	691	820	624	1047
Jednosobni i garsonijere	32	36	34	33	47
Dvosobni stanovi	135	119	140	98	209
Trosobni stanovi	244	252	319	238	348
Četverosobni stanovi	139	184	208	162	264
Peterosobni i veći	73	100	119	93	179
Privatno vlasništvo	500	642	775	572	975
Jednosobni i garsonijere	14	28	24	25	37
Dvosobni stanovi	85	100	122	78	184
Trosobni stanovi	204	234	304	224	321
Četverosobni stanovi	128	180	205	153	256
Peterosobni i veći	69	100	119	92	177
Ostali oblici i vlasništva	123	49	45	52	72
Jednosobni i garsonijere	18	8	10	8	10
Dvosobni stanovi	50	19	18	20	26
Trosobni stanovi	40	18	14	14	27
Četverosobni stanovi	11	4	3	9	8
Peterosobni i veći	4	-	-	1	1

Tablica 4. Broj nezavršenih stanova u razdoblju od 1992.-1996. godine

	Broj nezavršenih stanova				
	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.
Ukupno	28329	24628	20182	20503	20240
Privatno vlasništvo	21925	20412	16323	17114	17325
Ostali oblici vlasništva	6404	4216	3859	3389	2915

Tablica 5. Površina nezavršenih stanova u razdoblju od 1992.-1996. godine

	Površina nezavršenih stanova, tisuća m^3				
	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.
Ukupno	2388	2162	1810	1853	1831
Privatno vlasništvo	1994	1899	1563	1640	1635
Ostali oblici vlasništva	394	263	247	213	196

Iz podataka navedenih u prethodnim tablicama, na prvi pogled se može procijeniti da je tehnički potencijal uštede energije kod postojećeg stambenog fonda izuzetno velik.

5. ZAKONODAVNO UREĐENJE PODRUČJA TOPLINSKE ZAŠTITE

5.1. Zakonodavno uređenje područja toplinske zaštite u Saveznoj Republici Njemačkoj

Zakonsko uređenje područja toplinske zaštite u Savezoj Republici Njemačkoj nam je zanimljivo dijelom zbog sličnih klimatskih uvjeta, a dijelom zbog naše tradicionalne upućenosti na njihove tehničke propise i norme.

Pojam toplinske zaštite zgrada je u Njemačkoj prvi put spomenut 1934. godine u standardu DIN 4110 u svezi s tadašnjim razvojem novih tehnologija građenja (laganiji građevinski elementi), kad se postavio zahtjev da toplinska izolacija vanjskih zidova ne smije biti lošija od izolacije koju je pružao tradicionalni zid od 1,5 opeke, koji se do tog vremena masnovno primjenjivao i iskustveno zadovoljavao [1].

Nakon šoka izazvanog naftnom krizom 1973. godine, Njemačka 22. srpnja 1976. donosi Zakon o štednji energije u zgradama, kojim su postavljeni pravni temelji za uređenje područja toplinske zaštite u zgradarstvu. Prva verzija Naredbe o energetski efikasnoj toplinskoj zaštiti zgrada (poznata pod nazivom Naredba o toplinskoj zaštiti) objavljena je 11. kolovoza 1977. godine, a stupila na snagu 1. studenog iste godine. U ovom su dokumentu utvrđene brojčane vrijednosti zahtjeva u pogledu toplinske zaštite vanjskog plašta zgrade. Druga verzija ove naredbe kojom su povećani zahtjevi u pogledu ograničavanja transmisijskih toplinskih gubitaka kroz vanjski omotač zgrade za cca 20 do 25% izdana je 24. veljače 1982., a na snagu je stupila 1. siječnja 1984. godine. Treća inovirana verzija Naredbe o toplinskoj zaštiti kojom je dopuštena potrebna toplina za grijanje zgrada smanjena za 30% u odnosu na zahtjeve prethodne verzije Naredbe donesena je 16. kolovoza 1994. godine u okviru programa mjera za smanjenje emisije CO_2, a stupila je na snagu 1. siječnja 1995. godine. Ovom Naredbom je građevinska toplinska zaštita u SRNJ približno dosegla razine zaštite susjednih zemalja sličnih geografsko-klimatskih karakteristika (Austrija, Švicarska, Francuska). U Nizozemskoj su ovi zahtjevi neznatno blaži, a u skandinavskim zemljama bitno oštriji. Paralelno s razvojem spomenutih tehničkih propisa kretao se i razvoj norme DIN 4108 - Toplinska zaštita u visokogradnji. Norma DIN 4108 propisuje minimalne zahtjeve za toplinskom zaštitom pojedinih građevinskih elemenata zgrade, kojima se osigurava higijenska klima u prostoru zgrade i zaštićuju građevinski elementi od šteta građevinsko-fizikalnog podrijetla (npr. sprječavanjem kondenzacije vodene pare na površini ili unutar građevinskog elementa).

Kod vanjskih građevinskih elemenata može doći do preklapanja zahtjeva DIN-a i Naredbe, ali među njima nema proturječja, jer u slučaju kad je na isti građevinski element postavljeno više zahtjeva uvijek je mjerodavan onaj stroži.

Naredbe od 1. siječnja 1995. godine se temelji na metodologiji proračuna iz ISO 9164 (Proračun potrebne topline za grijanje zgrada), prEN 832 (Proračun potrebne energije za grijanje stambenih zgrada) i DIN V 4108-6 (Proračun godišnje potrebne topline za grijanje zgrada). Osim toga Naredba je u skladu s Temeljnim dokumentom o uštedi energije i toplinske zaštite kojeg je donijela EU temeljem Smjernice Vijeća 89/106 o građevinskim proizvodima od 21. prosinca 1988. godine [4]. Za kraj stoljeća je predviđeno donošenje četvrte verzije Naredbe o toplinskoj zaštiti kojom bi se potrebna energija za grijanje smanjila za daljnjih 25 do 30% i time sasvim približila standardu kuće niske energije.

Zahtjevi Naredbe o toplinskoj zaštiti pooštreni su donošenjem inovirane Naredbe o energetski efikasnim uređajima za grijanje i pripremu tople vode od 22. ožujka 1994. godine i nacrtom Naredbe o malim ložištima.

Zakon o potpori stambenog vlasništva koji je stupi na snagu 1. siječnja 1996. godine osigurava novčana sredstva vlasnicima kuća koje troše barem 25% manje energije u odnosu na zahtjeve iz Naredbe o toplinskoj zaštiti.

Jedna od najbitnijih značajki inovirane Naredbe o toplinskoj zaštiti je novi pristup u formuliranju zahtjeva. Dok su u ranijim verzijama Naredbe transmisijski toplinski gubici bili limitirani kroz unaprijed propisane dopuštene vrijednosti koeficijenata prolaza topline **k**, a

gubici topline provjetravanjem kroz ograničenje vrijednosti koeficijenata propustljivosti reški, novi propisi usmjereni su isključivo na ciljnu veličinu - godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje izraženu u kWh. Time je učinjen pokušaj da se od apstraktnih fizikalnih veličina (**k** vrijednost) dođe do pragmatičkih veličina. Dijeljenjem godišnje potrebne topline za grijanje s grijanim volumenom zgrade (kWh/m^3, god) ili korisnom površinom zgrade (kWh/m^2, god.), dobiva se energetski pokazatelj koji omogućuje jednostavno toplinsko-tehničko karakteriziranje promatrane zgrade.

Računski određena, godišnja potrebna toplina za grijanje ne smije biti veća od propisane vrijednosti koja se kreće u granicama od 54 do 100 kWh/m^2, god., zavisno od vrijednosti faktora oblika (A/V) promatrane zgrade. Ove vrijednosti približno odgovaraju potrošnji od oko 5.4 do 10 litara lož ulja, odnosno m^3 plina po m^2 korisne površine. Da bi se dobila potrošnja finalne energije za grijanje, navedenim vrijednostima treba još dodati gubitke energije sustava grijanja od cca 10 do 20%. Prema zahtjevu Naredbe, za svaku novu građevinu treba izdati ispravu (iskaznicu) o potrebnoj toplini za grijanje, koja sadrži najvažnije rezultate provedenih proračuna, a čime je korisniku zgrade pužena informacija o očekivanoj energetskoj potrošnji. Pri tome treba imati u vidu da su svi proračuni provedeni za normirane rubne uvjete: srednju temperaturu vanjskog zraka, srednji intenzitet sunčeva zračenja, te prosječno ponašanje korisnika (prozračivanje, grijanje, interni izvori topline).

Paralelno provedena ispitivanja su pokazala da se stvarna potrošnja energije, ovisno o realnim meteorološkim uvjetima i ponašanju korisnika zgrada (navike provjetravanja i dr.) bitno razlikuje od teoretske potrošnje (u nekim je slučajevima stvarna potrošnja i do 100% veća).

Tendencijom smanjenja toplinskih gubitaka uslijed povećanja zahtjeva na izolaciju vanjskog plašta zgrade, udio toplinskih dobitaka (sunčevo zračenje i dr.) biva sve veći, a udio topline koju treba isporučiti sustav grijanja u istoj mjeri manji.

Kvantitativno uzimanje u obzir internih i solarnih doprinosa osigurava energetski efikasno planiranje zgrade.

Kod propisivanja zahtjeva za toplinskom zaštitom Naredba razlikuje:

- izgradnju zgrada s normalnom unutarnjom temperaturom (≥19°C)
- izgradnju zgrada s nižom unutarnjom temperaturom (>12°C i <19°C)
- građevinske promjene postojećih zgrada.

Opći dokaz toplinske zaštite zgrada s normalnom unutarnjom temperaturom se provodi energetskom bilancom, proračunavanjem površina i **k** vrijednosti pojedinih građevinskih elemenata koji odjeljuju grijani od negrijanog prostora, te izračunavanjem transmisijskih toplinskih gubitaka zgrade na temelju dobivenih vrijednosti. Nakon toga se izračuna potrebna toplina za provjetravanje, te iskoristivi interni i solarni dobici.

Potrebna toplina za provjetravanje i interni dobici određuju se u ovisnosti o volumenu zgrade, dok se solarni dobici određuju ovisno o orijentaciji prozora, intenzitetu sunčeva zračenja i koeficijentu prolaza energije kroz ostakljenje. Najveće dopuštene vrijednosti godišnje potrebne topline za grijanje propisane su u ovisnosti o odnosu oplošja zgrade (**A**) kroz koje se prenosi toplina (sve površine koje zatvaraju grijani dio zgrade prema vanjskom zraku, zemlji i negrijanim prostorima) i volumena zgrade (**V**) zatvorenog tim oplošjem. Za zgrade čije su prostorije visoke do 2.6 m dokaz se može provesti alternativno preko potrebne topline za grijanje svedene na korisnu površinu ili grijani volumen zgrade. Za zgrade s većom visinom prostorija propisana je upotreba potrebne topline za grijanje svedena na volumen zgrade. Za zgrade u nizu dokaz se provodi pojedinačno za svaku zgradu, pri čemu za kuće u sredini niza postoji dodatni zahtjev na srednju **k** vrijednost vanjskog zida i prozora.

Opća jednadžba za proračun godišnje potrebne topline za grijanje Q_H glasi:

$$Q_H = 0.9 \cdot (Q_T + Q_L) - (Q_i + Q_s) \text{ kWh/god} \qquad (1)$$

gdje su:

Q_T - transmisijski toplinski gubici
Q_L - toplisnki gubici provjetravanjem
Q_i - interni dobici topline
Q_s - solarni dobici topline.

0.9 je faktor koji uzima u obzir prekide grijanja.

Alternativno se solarni dobici mogu uračunati u **k** vrijednost prozora, pa se u tom slučaju govori o ekvivalentnoj **k** vrijednosti prozora.

U proračunu toplinskih gubitaka provjetravanjem računa se s brojem izmjena zraka 0.8 h^{-1}. Za zgrade s mehaničkim provjetravanjem, sa ili bez rekuperacije topline, gubici topline određeni na opisani način se smanjuju za određeni postotak.

Solarni dobici topline se računaju do udjela površine ostakljenja od 2/3 površine fasade. Za udio površine prozora veće od 2/3 površine fasade, solarni dobici topline nisu više potpuno iskoristivi.

Iskoristivi interni dobici topline od električnih uređaja i dr., općenito se određuju izrazom:

$$Q_i = 8 \cdot V \text{ kWh/god} \qquad (2)$$

Za upravne zgrade i biroe ova se vrijednost može povećati do 25%.

Koeficijent propustljivosti reški vanjskih prozora i vrata ne smiju premašiti propisane vrijednosti, što se provjerava ispitivanjem kod ovlaštene ustanove.

Za male stambene zgrade do dvije etaže i ne više od 3 stambene jedinice, zahtjevi se smatraju ispunjenim kad

koeficijenti prolaza topline **k** pojedinih građevinskih elemenata zadovoljavaju sljedeće vrijednosti:

- vanjski zidovi $k \leq$ 0.50 W/(m²K)
- ostakljeni vanjski elementi $k_{m,eq} \leq$ 0.70 W/(m²K)
- strop prema tavanu i strop iznad vanjskog prostora $k \leq$ 0.22 W/(m²K)
- strop iznad podruma, zidovi i podovi prema negrijanim prostorijama, zidovi i podovi prema tlu $k \leq$ 0.35 W/(m²K).

Za zgrade s nižom unutarnjom temperaturom propisana je najveća dopuštena godišnja potrebna toplina za pokrivanje transmisijskih toplinskih gubitaka, pri čemu se ne uzimaju u obzir solarni i interni dobici topline kao ni gubici topline provjetravanjem, već se godišnje transmisijska potrebna toplina računa samo u odnosu na grijani volumen.

Pooštrenjem zahtjeva na toplinsku zaštitu i promjenom koncepcije formuliranja zahtjeva, promijenjen je pristup projektiranju i građenju zgrada. Prema novoj koncepciji formuliranja zahtjeva ograničenja više nisu postavljena na karakteristike pojedinih građevinskih elemenata već se limitiraju isključivo vrijednosti ciljne veličine (potrebna toplina za grijanje). Projektant je taj koji odlučuje koje građevinske elemente će bolje toplinski izolirati da bi vrijednosti ciljnih veličina bile u granicama propisanih i na taj način daje veću važnost energetskom aspektu, dopuštajući da načela projektiranja energetski efikasnih građevina značajno utječu na koncept gradnje. Osnovna razlika u pristupu je ta da se više ne iznalaze jednostavni i ekonomski isplativi naknadni načini minimiziranja **k** vrijednosti, već je minimiziranje određeno ciljnim veličinama potrebne topline za grijanje.

5.2. Zakonodavno uređenje područja toplinske zaštite u Hrvatskoj

Zakonodavno uređenje područja toplinske zaštite u Hrvatskoj može se podijeliti u četiri osnovne kategorije [2]:

- norme i propisi koji određuju minimalne zahtjeve u pogledu toplinske zaštite zgrada koji moraju biti ispunjeni prigodom projektiranja i građenja
- norme i propisi koji određuju metode proračuna toplinsko-tehničkih karakteristika pojedinih građevinskih elemenata
- norme i propisi koji određuju metode i uvjete ispitivanja toplinsko-tehničkih karakteristika građevinskih materijala, elemenata i sklopova, ili definiraju pojedine komponente mjerne opreme za toplinska mjerenja
- norme i propisi koji se odnose na sustave grijanja, klimatizacije i provjetravanja.

Prvi propis o toplinskoj zaštiti zgrada u Hrvatskoj donesen je 1970. godine (Službeni list SFRJ br. 35/70) pod nazivom *Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za toplinsku zaštitu zgrada* (tab. 6). Ovim je Pravilnikom područje tadašnje SFRJ podijeljeno u tri građevinske klimatske zone za koje su propisane najveće dopuštene vrijednosti koeficijenata prolaza topline **k** za pojedine građevinske elemente.

Prema ovom su Pravilniku vrijednosti koeficijenta **k** bile na razini minimalne (higijenske) toplinske zaštite.

Tablica 6. Najveći dopušteni koeficijenti prolaza topline k u W/m²K (1970.)

Građevinski element	Građevinska klimatska zona		
	I.	II.	III.
Vanjski zidovi	1.69	1.45	1.28
Pod na tlu	0.93	0.93	0.93
Strop na tavanu	1.16	1.16	1.16
Strop iznad podruma	1.05	1.05	1.05
Strop iznad otvorenih prolaza	0.70	0.58	0.52
Kosi i ravni krovovi	0.93	0.93	0.93

Godine 1980. su postavljeni novi, pooštreni zahtjevi za toplinsku zaštitu zgrada u okviru norme *JUS U.J5.600 - Toplinska tehnika u građevinarstvu, tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada.* Prema ovoj su normi vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenata prolaza topline **k** smanjene za cca 30% u odnosu na Pravilnik iz 1970. godine (tab. 7).

Tablica 7. Najveći dopušteni koeficijenti prolaza topline k u W/m²K (1980.)

Građevinski element	Građevinska klimatska zona		
	I.	II.	III.
Vanjski zidovi	1.225	0.93	0.83
Pod na tlu	0.93	0.76	0.68
Strop na tavanu	0.69	0.69	0.69
Strop iznad podruma	0.75	0.63	0.52
Strop iznad otvorenih prolaza	0.50	0.46	0.43
Kosi i ravni krovovi	0.78	0.65	0.55

Inovirano izdanje norme iz 1980. doneseno je 1987. godine i danas je na snazi u Republici Hrvatskoj pod nazivom *HRN U.J5.600 - Toplinska tehnika u građevinarstvu, tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada* (tab. 8) [2].

Tablica 8. Najveći dopušteni koeficijenti prolaza topline k u W/m²K (1987.)

Građevinski element	Građevinska klimatska zona		
	I.	II.	III.
Vanjski zidovi	1.20	0.90	0.80
Pod na tlu	0.90	0.75	0.65
Strop na tavanu	0.95	0.80	0.70
Strop iznad podruma	0.75	0.60	0.50
Strop iznad otvorenih prolaza	0.50	0.44	0.40
Kosi i ravni krovovi	0.75	0.65	0.55

Bitna novost Propisa iz 1987. godine u odnosu na ranije propise je u ograničavanju toplinskih gubitaka, ne samo kroz pojedine građevinske elemente oplošja zgrade (**k** koeficijenti), već i toplinskih gubitaka za zgradu kao cjelinu.

Da bi ovaj zahtjev bio zadovoljen, koeficijenti prolaza topline pojedinih građevinskih elemenata moraju biti znatno manji od vrijednosti navedenih u tab. 8, pri čemu su moguće razne međusobne kombinacije njihovih vrijednosti. Temeljem brojnih proračuna za konkretne zgrade, u tab. 9 su navedene procijenjene prosječne vrijednosti koeficijenata **k** koje zadovoljavaju dodatni zahtjev na ograničavanje ukupnih toplinskih gubitaka zgrade kao cjeline.

Podaci dani u tab. 9 odnose se na višestambenu četverokatnicu sljedećih karakteristika:

- $A/V \cong 0.4$ do 0.6
- $k_{prozora} = 2.9$ W/m^{2}K).

Tablica 9. Procijenjene vrijednosti koeficijenta prolaza topline k u W/m^{2}K

Građevinski element	Građevinska klimatska zona		
	I.	II.	III.
Vanjski zidovi	0.90	0.60	0.50
Pod na tlu	0.70	0.50	0.50
Strop na tavanu	0.60	0.40	0.35
Strop iznad podruma	0.70	0.50	0.45
Strop iznad otvorenih prolaza	0.50	0.40	0.35
Kosi i ravni krovovi	0.50	0.35	0.35

Osim norme *HRN U.J5.600 - Toplinska tehnika u građevinarstvu, tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada* u primjeni su i sljedeće:

- HRN U.J5.510 (1987.) - Metode proračuna koeficijenta prolaza topline u zgradama
- HRN U.J5.520 (1980.) - Metode proračuna difuzije vodene pare u zgradama
- HRN U.J5.530 (1980.) - Metode proračuna karakteristika toplinske stabilnosti vanjskih građevinskih konstrukcija zgrada za ljetni period.

Osnovna svrha svih navedenih normi je zadovoljiti tri glavna cilja toplinske zaštite:

a) osigurati racionalno korištenje energije
b) osigurati povoljnije uvjete mikroklime u prostoru zgrade
c) zaštititi građevinske elemente od oštećenja usljed građevinsko-fizikalnih djelovanja.

Temeljne karakteristike navedenih normi su:

- najveće dopuštene vrijednosti koeficijenata prolaza topline **k** propisane su na dvije razine:
  - pojedinih građevinskih elemenata (vanjski zid, krov, prozor i dr.)
  - zgrade kao cjeline (srednji koeficijent prolaza topline **k** oplošja zgrade);
- proračun tzv. koeficijenata linijskog prolaza topline (uzimaju u obzir sve dodatne toplinske gubitke kroz toplinske mostove) je obvezan
- utvrđena je bazna vrijednost površine prozora na 1/7 površine tlocrta prostorije
- određeni su uvjeti zaštite od direktnog sunčevog zračenja u ljetnom periodu i od prevelikih toplinskih gubitaka u zimskom
- toplinski gubici prozračivanjem ograničeni su na 0.4 'a50.7 izmjena na sat
- proračun difuzije vodene pare kroz vanjske građevinske elemente i proračun opasnosti nastajanja površinske kondenzacije je obvezan (na taj se način sprječava nastajanje građevinskih šteta)
- obvezan je proračun toplinske stabilnosti vanjskih građevinskih elemenata, čime se prostor zgrade osigurava od ljetnog pregrijavanja.

Ispunjenjem propisanih zahtjeva u pogledu najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta **k,** difuzije vodene pare i toplinske stabilnosti, te uz pretpostavku da su prostorije zgrade, u skladu sa svojom namjenom, dovoljno grijane i provjetravane, osigurava se zadovoljenje tri glavna cilja toplinske zaštite zgrada.

Minimalna razina racionalnog korištenja toplinske energije je osigurana propisivanjem najvećih specifičnih transmisijskih toplinskih gubitaka zgrade (odnosno srednjeg koeficijenta prolaza topline **k** vanjskog plašta zgrade) i dopuštenih toplinskih gubitaka provjetravanjem.

Dopušteni specifični transmisijski toplinski gubici zgrade određuju se prema izrazu:

$$\Phi_{VT} \leq 7+14 \cdot A/V \quad \text{W/m}^3 \qquad (3)$$

gdje je A/V faktor oblika zgrade (omjer oplošja A i volumena zgrade V).

Stvarni specifični transmisijski toplinski gubici zgrade su dani relacijom:

$$\Phi_{VT} = (A / V) \cdot k_m \cdot \Delta t \quad \text{W/m}^3 \qquad (4)$$

gdje su:

Δt - razlika prosječne temperature zraka u zgradi i računske temperature zraka izvan zgrade

k_m - koeficijent prolaza topline vanjskih elemenata zgrade.

Prigodom projektiranja zgrade treba voditi računa o tome da transmisijski toplinski gubici zgrade ne ovise samo o vrijednosti koeficijenata prolaza topline vanjskih elemenata zgrade, već i o omjeru oplošja i volumena zgrade. Krajem 1992. godine Sabor RH izglasao je Zakon o građenju (NN 77/1992. i NN 33/1995.) koji predstavlja temeljni zakonodavni akt za područje graditeljstva. Zakonom je, u bitnim pitanjima, regulirana izgradnja građevina od postupka izdavanja građevinske dozvole, preko tijeka građenja i

korištenja građevine, pa sve do kraja njenog vijeka trajanja. Značajna novost u odnosu na prijašnja rješenja jest ugradnja u zakon "tehničkih svojstava bitnih za građevinu", čime je učinjen važan korak prema usklađivanju hrvatske građevinske regulative sa Smjernicama vijeća EU [4].

Jedno od osam svojstava bitnih za građevinu je "ušteda energije i toplinska zaštita". Zakonski tekst koji se odnosi na ovaj bitni zahtjev glasi:

"Građevina mora biti projektirana i izgrađena na način da se smanji gubitak topline, odnosno da se smanji zagrijavanje unutrašnjosti građevine uslijed vanjskih utjecaja."

S ciljem postizanja nužnih tehničkih svojstava građevine, Zakonom je propisano da ministar graditeljstva donosi posebne tehničke propise i određuje obveznom primjenu relevantnih hrvatskih normi. Zakon nadalje propisuje nadzor glavnog projekta s obzirom na tri tehnička bitna svojstva za građevinu od kojih je jedan "ušteda energije i toplinska zaštita". Nadzor obavljaju ovlašteni revidenti koje imenuje ministar iz redova priznatih stručnjaka na području za koje se daje ovlaštenje. Kontrola projekta u pogledu zadovoljenja bitnog svojstva "ušteda energije i toplinska zaštita" provodi se za sve zgrade površine iznad 500 m^2 koje se griju na temperaturu iznad +12°C. Kontrolom projekta treba provjeriti ispravnost koncepcije toplinske zaštite, potpunost i računsku točnost dokaznih proračuna, ispravnost primijenjenih metoda proračuna, primjenu tehničkih propisa, te ispravnost odabira sustava za grijanje, hlađenje, ventilaciju i klimatizaciju s gledišta racionalnog korištenja energije.

Stručni nadzor nad građenjem, u ime investitora, obavlja nadzorni inženjer koji je dužan voditi računa da se gradi u skladu sa Zakonom o građenju, da je kvaliteta radova i ugrađenih proizvoda u skladu sa zahtjevima projekta, te da je dokazana propisanim ispitivanjima.

5.3. Prijedlog dopuna i promjena postojećih hrvatskih propisa za područje toplinske zaštite

Zakon o građenju sadrži pravne pretpostavke za daljnje uređenje područja toplinske zaštite zgrada putem odgovarajućih tehničkih propisa i normi, po uzoru na njemačka riješenja i uz usklađivanje s relevantnim dokumentima EU [4].

Aktivnosti na zakonodavnom uređenju područja toplinske zaštite bi se trebale odvijati u dva osnovna pravca [1]:

- *Inovacija postojećih hrvatskih normi s područja toplinske zaštite*
  Postojeće hrvatske norme treba zamijeniti s odgovarajućim EN ili ISO normama. U slučaju da još nema odgovarajućih EN ili ISO treba kao prijelazno rješenje inovirati postojeće ili izraditi nove hrvatske norme koncipirane po uzoru na DIN 4108. U normi HRN U.J5.600 treba za pojediine građevinske elemente zgrade odrediti minimalne zahtjeve koji proizlaze iz toplinsko-fizikalnih zakonitosti, a koji će osiguravati povoljne mikroklimatske uvjete u prostoru zgrade i zaštititi građevinske elemente od oštećenja uslijed građevinsko-fizikalnih djelovanja (zaštita od površinske kondenzacije vodene pare i kondenzacije unutar građevinskog elementa uslijed difuzije vodene pare, osiguranje dovoljne toplinske stabilnosti ljeti, zaštita od oštećenja uslijed toplinskog rada građevinskih elemenata, itd.), a reguliranje zahtjeva za racionalnim korištenjem energije provesti posebnim propisom (ne normom).
- *Izrada novih tehničkih propisa o toplinskoj zaštiti zgrada po uzoru na njemačku inoviranu Naredbu o toplinskoj zaštiti od 1. siječnja 1995. godine*
  Zgrade projektirane prema trenutno važećim hrvatskim normama, u pogledu potrošnje energije približno odgovaraju zgradama projektiranim prema staroj njemačkoj Naredbi o toplinskoj zaštiti zgrada iz 1982. godine.
  Donošenjem inovirane Naredbe od 1. siječnja 1995. godine, u Njemačkoj je ova potrošnja smanjena za cca 30%.
  O razini toplinske zaštite koja bi se propisala našim novim propisom potrebno je još provesti određene analize, ali ona ne bi trebala biti manja od one propisane Naredbom od 1. siječnja 1995.

Novim tehničkim propisima za područje toplinske zaštite zgrada treba potaknuti projektante da energetsku komponentu uključe u proces projektiranja od samog početka.

Bitne odrednice novih propisa trebaju biti:

- viša razina toplinske izolacije zgrade utvrđena ekonomskom optimalizacijom sume investicijskih i eksploatacijskih troškova, kod čega porast cijene energije treba računati barem po "srednjem scenariju"
- pored proračuna toplinskih gubitaka obvezati projektante na proračun solarnih i internih toplinskih dobitaka čime bi se stimulirao razvoj pasivne solarne arhitekture
- zahtjeve oblikovati u skladu s dokumentima EU u obliku dopuštene godišnje potrošnje toplinske energije po m^2 grijane površine ili m^3 grijanog volumena zgrade
- obvezati vlasnike zgrada da kod svake veće građevinske intevencije na vanjskim elementima zgrade (obnova, preinake, dogradnja i sl.) iste toplinski dodatno izoliraju, ako je njihova toplinska izolacija ispod vrijednosti određene novim propisom
- obvezati graditelje na izdavanje isprave (iskaznice) o potrebnoj toplini za grijanje (energetski pokazatelji zgrade).

Navedenim bi se odrednicama optimalno zadovoljili glavni ciljevi toplinske zaštite zgrada, što znači osiguralo racionalno gospodarenje energijom u zgradi, ostvarili povoljni parametri mikroklime u prostoru zgrade, te produžio životni vijek zgrade. Nakon

donošenja novih propisa od izuzetne je važnosti pronaći odgovarajuće mjere efikasne kontrole njihove provedbe.

6. ZAKLJUČAK

Zahtjevi za racionalnim korištenjem energetskih resursa i smanjenjem emisije stakleničkih i drugih štetnih plinova nije samo potreba ovog trenutka već i imperativ budućnosti.

Obzirom na činjenicu da zgrade pripadaju grupi najdugovječnijih gospodarskih dobara s vijekom trajanja i preko 100 godina, od velike je važnosti poduzeti potrebne mjere s ciljem racionalnog gospodarenja energijom u zgradarstvu. Prva i najvažnija mjera je odgovarajuće zakonsko uređenje područja toplinske zaštite.

Iz tog je razloga jedan od prioritetnih zadataka u sklopu Nacionalnog energetskog programa $KUEN_{ZGRADA}$ provesti izmjene i dopune važećih propisa Republike Hrvatske za područje toplinske zaštite zgrada u skladu sa Smjernicama Vijeća Europske unije.

Cilj je ovog članka dati što jasniji uvid u organizacijske, tehnološke, zakonodavne i druge mjere koje se provode u sklopu programa $KUEN_{ZGRADA}$ s ciljem racionalnog gospodarenja energijom u zgradama i zaštite okoliša.

LITERATURA

[1] V. KOLEGA [et. al.] "$KUEN_{ZGRADA}$ - Program energetske efikasnosti u zgradarstvu, Prethodni rezultati i buduće aktivnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, travanj 1998.

[2] V. ŠIMETIN [et. al.] "Pregled i ocjena građevinsko-tehničke regulative - Knjiga VII. Ušteda energije i toplinska zaštita", Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, 1997.

[3] F. KRITOVAC, V. ŠIMETIN: "Analiza graditeljstva Hrvatske", PROHES, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, srpanj 1996.

[4] Smjernice Vijeća Europske unije 89/106 o građevinskim proizvodima, Temeljni dokument o uštedi energije i toplinske zaštite, 21. prosinac 1988.

[5] Europe 1994, Urban Energy and Environmental Indicators, Rennes 1994.

[6] Directorate general for Energy (DG XVII): The SAVE Programme: Overview and Future, 1994.

[7] Directorate general for Energy (DG XVII): The SAVE Programme: Energy Management in the Housing Sector: A Multi-media training programme aimed at maintenance staff in residential buildings, 1995.

[8] Energy technologies for the 21st century, Paris: OECD/IEA, 1997.

[9] Energy Efficiency 2000: East-West Energy Efficiency.

INTRODUCTION TO NATIONAL ENERGY PROGRAMME OF BUILDING EFFICIENCY - $KUEN_{building}$

By the decision of the Croatian government National energy programme $KUEN_{building}$ has been initiated in order to organise the care system for decrease of building energy efficiency and to bring together professionals to solve relevant problems.

In the paper some of the main measures in the programme $KUEN_{building}$ are presented which should lead to systematic observation and solution of energy problems in buildings and spatial planning, in the frame of integral problems of environmental protection and development, energy management and sustainable development.

EINFÜHRUNG IN DEN NATIONALEN PROGRAM DES ENERGETISCHEN GÜTEGRADES IM GEBÄUDEWESEN - "$KUEN_{ZGRADA}$"

Auf Grund der Bestimmung der Regierung der Republik Kroatien ist das energetische Programm "$KUEN_{ZGRADA}$" in Gang gesetzt. Sein Zweck ist die Erfassung eines organisierten Systems welches dafür sorgen wird das energetische Gütegrad im Gebäudewesen zu fördern und die Fachkräfte für die Lösung dazugehöriger Fragen zu sammeln.

Im Artikel sind einige der Hauptmaßnahmen dargestellt welche bestrebt sind der Gründung systhematischer Beobachtung sowie der Lösung energetischer Fragen im Gebäudewesen und in der Raumplanung beizutragen und zwar im Rahmen der allumfassenden Lösungen des Umweltschutzes und der Umweltförderung, der Energiewirtschaft und der erhaltbaren Entwicklung.

Naslov pisca:

Mr. sc. Vesna Kolega, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1998-09-18

PROBLEMATIKA KONTROLE ISPRAVNOSTI ODVODNIKA PRENAPONA

Stjepan B a n i ć, Zagreb

UDK 621.315.015.3
PREGLEDNI ČLANAK

Demontaža odvodnika prenapona i transport u visokonaponski laboratorij radi ispitivanja stvara brojne poteškoće za elektroprivredne organizacije. Jedan pristup koji omogućava da se izbjegne demontaže odvodnika i transport u udaljene visokonaponske laboratorije, je mogućnost korištenja pokretnog visokonaponskog laboratorija razvijenog u **IEE Zagreb**. Pokretan VN laboratorij je pogodna alternativa pravim visokonaponskim laboratorijima, gdje se na osnovi proradne vrijednosti izmjeničnog napona reagiranja (50 Hz) dobiva dio podataka o zaštitnim karakteristikama klasičnih odvodnika, a mjerenjem referentne struje metalooksidnih odvodnika dio podataka o zaštitnim karakteristikama ovih odvodnika. Tijekom mnogo godina terenskih ispitivanja odvodnika prenapona stekla su se iskustva koja pružaju pouzdanu ocjenu ispravnosti, kako klasičnih tako i metalooksidnih odvodnika prenapona. U radu se daje kratki opis visokonaponskog pokretnog laboratorija, dosadašnja iskustva i preporuke za kontrolu ispravnosti odvodnika prenapona.

Ključne riječi: VN laboratorij, odvodnik prenapona, zaštitna karakteristika, prenapon.

1. UVOD

Prenaponi u mrežama visokog napona su neizbježni pratilac raznih događanja kao što su udar groma u postrojenje, manipulacije sklopkama, razni kratki spojevi ili nagla promjena opterećenja. Tada se generiraju prenaponi koji dovode do maksimalnih naprezanja izolacije, što u najvećoj mjeri utječe na pouzdanost rada VN opreme i postrojenja u cjelini. Zato su prenaponi predmet istraživanja od nastanka prvih mreža i postrojenja. Dobro projektirana prenaponska zaštita ima veliku važnost u sigurnom radu VN opreme i elektroenergetskog sustava u cjelini. Jedina djelotvorna naprava za ograničenje prenapona je odvodnik prenapona kojem je povjerena zaštita cjelokupne VN opreme u postrojenju. Zato se posebna pozornost daje kontroli ispravnosti odvodnika prenapona. Neispravan odvodnik prenapona u mreži predstavlja opasnost za opremu i ljude jer otkaz rada odvodnika izaziva teška oštećenja opreme u postrojenju. Ukupna problematika odvodnika je kompleksna, a ovdje će biti izložena problematika kontrole ispravnosti odvodnika i najčešći uzroci neispravnosti.

2. STANDARDI ZA PROVJERU ISPRAVNOSTI ODVODNIKA PRENAPONA

Provjera vlastite pouzdanosti i ispravnosti odvodnika prenapona je složen problem zbog sljedećih činjenica:

- Ne postoji prihvaćena metodologija i regulativa (HRN, IEC) za provjeru cjelokupnog stanja odvodnika prenapona u eksploataciji.
- Ne postoji preporuka i regulativa proizvođača za provjeru cjelokupnog stanja odvodnika prenapona u eksploataciji i u pogledu životnog vijeka odvodnika prenapona.
- Pokretnim VN laboratorijem mogu se ispitivati klasični odvodnici do 110 kV nominalnog napona i odvodnici 220 kV ako su dvodjelni i metalooksidni odvodnici do 200 kV nominalnog napona.
- Odvodnici prenapona u 400 kV mreži se ne mogu ispitivati pokretnim VN laboratorijem.
- Izbor odvodnika koji se šalju u visokonaponske laboratorije ovisi o pogonskom stanju postrojenja i broju rezervnih odvodnika.
- Primjena **HRN N.B2.050, IEC 99-4 i IEC 99-1** standarda za ispitivanje odvodnika prenapona je važeća praksa koja se u cijeloj elektroprivredi primjenjuje dulji niz godina. Ovim standardima obuhvaćena je problematika odvodnika prenapona ali je nepotpuno regulirana kontrola ispravnosti tijekom eksploatacije. Period ispitivanja ispravnosti odvodnika prenapona reguliran je tako da se svake tri godine ispita 10% odvodnika. **Pravilnikom o održavanju elektroenergetskih postrojenja i instalacija, Hrvatska elektroprivreda, travanj 1982. god., regulirano je ispitivanje odvodnika prenapona svakih 8 godina.**
- Standardi IEC će se vjerojatno u budućnosti više orijentirati na metalooksidne odvodnike prenapona, a upitno je hoće li se unaprjeđivati regulativa za periodičnu provjeru klasičnih odvodnika. Kako se klasični odvodnici više ne proizvode, a ugrađeni u

mreži postaju sve stariji, njihovoj kontroli treba posvetiti sve veću pozornost. I razvijene zemlje zadržavaju u eksploataciji klasične odvodnike uz redovitu kontrolu ispravnosti odvodnika.

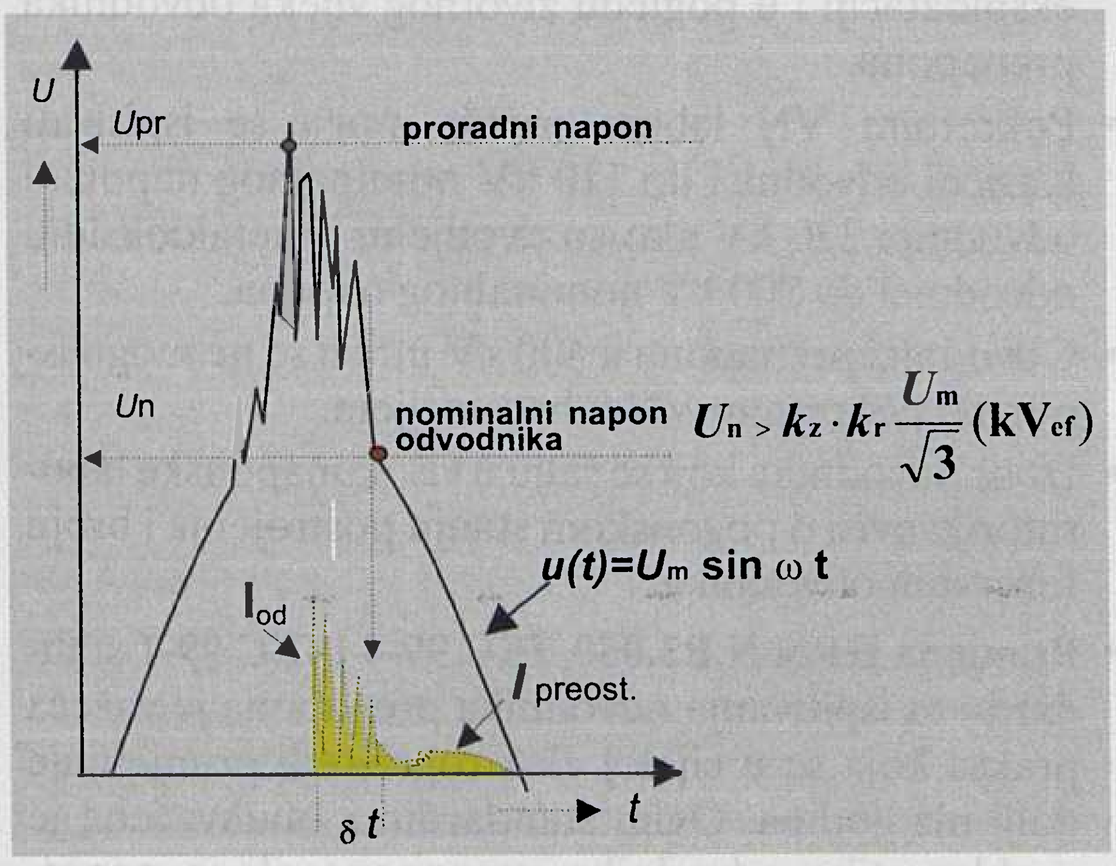
Navedene činjenice pokazuju da svi odvodnici u eksploataciji nemaju isti tretman u pogledu praćenja zaštitnih karakteristika i vlastite pouzdanosti.

3. KONTROLA ISPRAVNOSTI KLASIČNIH (SiC) ODVODNIKA PRENAPONA U POGONU

Potpuna kontrola zahtijeva provjeru cjelokupne zaštitne karakteristike odvodnika prenapona kada je potrebno imati izmjenični i udarni generator. Ovi uvjeti postoje samo u VN laboratoriju a u postrojenju to nije praktično izvodivo.

Osnovne karakteristike svakog SiC odvodnika prenapona su sljedeće:

- Nazivni napon (kV_{ef})
- Nazivna struja odvođenja (kA_{crest})
- Proradni izmjenični napon (kV_{ef})
- Udarni napon reagiranja (kV_{crest})
- Sklopni napon reagiranja (kV_{crest})
- Udarni napon reagiranja na čelu vala (kV_{crest})
- Preostali napon (kV_{crest})
- Podnosive udarne struje (kA_{crest})



Slika 1. Nominalni napon i proradni napon klasičnih odvodnika prenapona

Sve navedene karakteristike mogu se ispitati samo u dobro opremljenom VN laboratoriju. Nominalni napon $\mathbf{U_n}$ je važna karakteristika odvodnika i predstavlja točku kada odvodnik prekida odvođenje impulsne struje. Odvodnik sudjeluje u odvođenju impulsne struje samo za vrijeme **δt** sa slike 1. Kada prenapon padne blizu nominalnog napona odvodnika $\mathbf{U_n}$, impulsna struja odvođenja se prekida. Poslije toga kroz odvodnik teče mala popratna stuja definirana pogonskim naponom. **Tijekom ispitivanja točku $\mathbf{U_n}$ treba kontrolirati jer sniženje ove vrijednosti tijekom vremena može izazvati razaranje odvodnika u eksploataciji.** Nominalni napon klasičnih odvodnika $\mathbf{U_n}$ ne smije biti niži od vrijednosti dane jednadžbom:

$$U_n \rangle k_z \cdot k_r \frac{U_m}{\sqrt{3}} (kV_{ef}) \qquad (1)$$

gdje je:

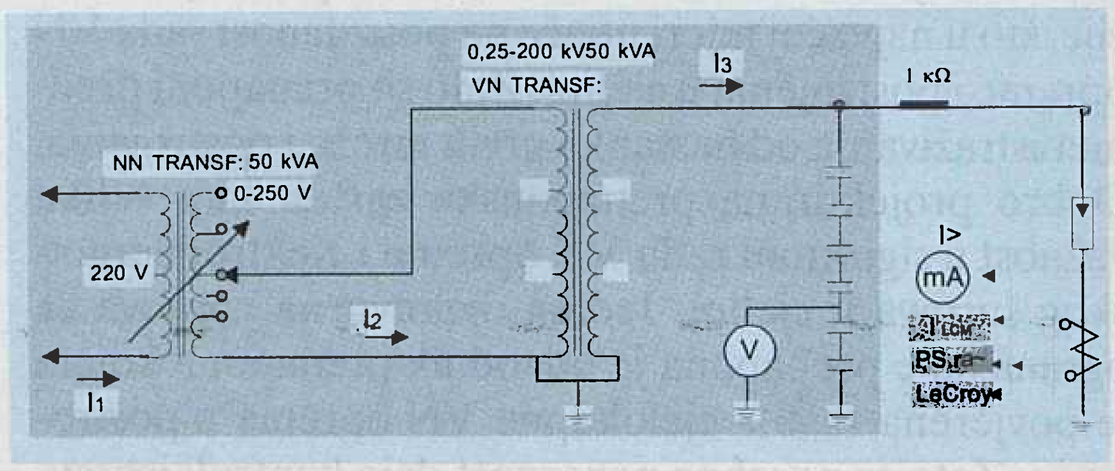
k_z - faktor prenapona kod zemljospoja u mreži ugradnje odvodnika

k_r - faktor prenapona uslijed naglog rasterećenja u mreži

U_m - maksimalni linijski napon mreže

Jedan od usvojenih kriterija za ispravnost odvodnika je provjera proradne vrijednosti izmjeničnog napona 50 Hz. Proradna vrijednost ovoga napona treba biti u određenim granicama za svaki tip odvodnika. Određivanje proradne vrijednosti radi se na terenu s pokretnom VN ispitnom stanicom zatim izmjeničnim i udarnim generatorom u VN laboratoriju. Pokretan VN laboratorij je pogodna alternativa pravim visokonaponskim laboratorijima, gdje se na osnovi provjere izmjeničnog napona reagiranja dobiva dio podataka o zaštitnim karakteristikama odvodnika**. Pokazalo se da je ovaj pristup dovoljno selektivan da se otkriju oni odvodnici koji zbog niskog izmjeničnog napona (50 Hz) reagiranja predstavljaju direktnu opasnost za odvodnik i pouzdanost cijelog postrojenja. Međutim, da se dobiveni rezultati pravilno tumače potrebno je dobro poznavati konstrukciju odvodnika prenapona.**

Ispitni krug predstavljen je na slici 2 s osnovnim karakteristikama opreme.



Slika 2 . Mjerni krug pokretnog VN laboratorija

3.1. Mjerenje proradne vrjednosti 50 Hz

Ispitivanje počinje kada je odvodnik u termičkoj ravnoteži sa zrakom u laboratoriju ili na terenu i kada je izolator odvodnika prenapona dobro očišćen. Napon ispitivanja treba biti sinusoidalan bez izraženih viših harmonika.

Odvodnik prenapona, pripremljen na normalan način, podvrgne se izmjeničnom naponu mreže. Napon se podiže od nule do vrijednosti napona pri kojoj odvodnik počinje odvoditi proradnu struju. Proradna vrijednost napona treba biti u granicama koju daje proizvođač odvodnika, a određena je i standardima.

Zbog termičkog opterećenja otpora za raspodjelu potencijala podizanje napona od nominalnog napona odvodnika do proradnog napona treba biti unutar 5 sec.

3.1.1. *Ponašanje odvodnika do proradne vrijednosti napona*

Kada se odvodnik podvrgne izmjeničnom naponu 50 Hz kroz odvodnik ne teče impulsna struja sve do proradne vrijednosti napona. Kroz odvodnik teče samo sinusoidalna struja odvoda.. Fazni stav struje ovisi o tipu odvodnika i nije isti za sve odvodnike, jer su različitih konstrukcija. Karakteristika struje odvoda mora biti sinusoidalna i da kontinuirano raste sa porastom ispitnog napona. Amplituda unutarnje struje odvoda ispravnih odvodnika prenapona, kod nominalnog pogonskog napona, je mala i kreće se do nekoliko desetina μA. Veće vrijednosti struje odvoda ukazuju na odvod struje vanjskom površinom kućišta ili promijenjenim parametrima u unutrašnjosti odvodnika.

Proradna struja nije sinusoidalna i trajanja je oko 3 msec za proradu kod izmjeničnog napona. Kada je izvor napona dovoljno snažan amplituda proradne struje i kod minimalnog proradnog napona bila bi više desetina ampera. Zato je ugrađen otpornik za ograničenje struje odvodnika. Kako je ispitna stanica snage 50 kVA, a priključena na mrežu vlastite potrošnje, u postrojenjima preko vodiča malih presjeka, ove struje su male. Za objašnjenje ovoga stava mogu se analizirati vrijednosti struje u napojnoj mreži za različite vrijednosti proradne struje. U slučaju da je došlo do prorade odvodnika dolazi do nagle promjene struje. Prema slici 2 imamo sljedeće mjerne veličine:

I_1 - struja mreže
I_2 - struja srednjeg namota
I_3 - struja odvodnika
U_1 - napon 0,4 kV mreže
U_2 - napon srednjeg namota
U_3 - napon visokonaponskog namota
N_1 - prijenosni omjer VN transformatora =1000
N_2 - prijenosni omjer NN transformatora 1 za napone U_2 manje od 220 V
N_2 - prijenosni omjer NN transformatora 1 za napone U_2 veće od 220 V

Za vršne vrijednosti struje I_3 na visokonaponskoj strani imamo vršne vrijednosti struje I_1 iz mreže 0,4 kV prema tablici 1.

Za različite vrijednosti narinutog napona U_3 i za iste struje odvodnika I_3 dobivaju se različite struje mreže. Iz tablice 1 se vidi da za vršnu vrijednost struje I_3 od 0,500 A imamo vršnu vrijednost struje I_1=**250 A**. Dolazi do velikog pada napona mreže koji smanjuje i napon odvodnika sve dok traje proradna struja. Proradna struja traje oko 3 msec, a poslije nje je popratna struja, sve dok izmjenični napon ne padne na nulu (slika 4)

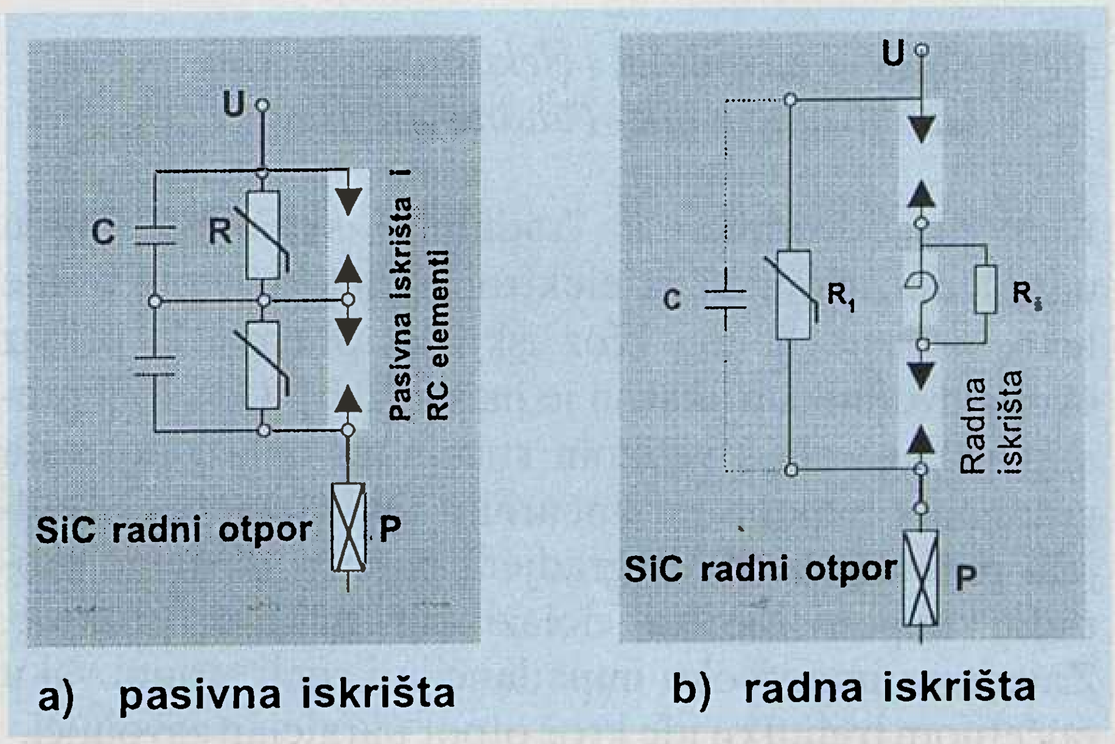
Tablica 1.

I_1 $A_{vrš}$	I_2 $A_{vrš}$	I_3 $A_{vrš}$	U_1 V_{ef}	U_2 V_{ef}	U_3 kV_{ef}	N_1	N_2
25,0	50,0	0,050	220	110	110	1000	0,5
30,0	60,0	0,060	220	110	110	1000	0,5
35,0	70,0	0,070	220	110	110	1000	0,5
55,0	100,0	0,100	220	110	110	1000	0,5
100,0	200,0	0,200	220	110	110	1000	0,5
250,0	500,0	0,500	220	110	110	1000	0,5
300,0	600,0	0,600	220	110	110	1000	0,5
350,0	700,0	0,700	220	110	110	1000	0,5
400,0	800,0	0,800	220	110	110	1000	0,5
450,0	900,0	0,900	220	110	110	1000	0,5
500,0	1000,0	1,00	220	110	110	1000	0,5

Prema tablici 1 može se procijeniti da su moguće proradne struje čija je vršna vrijednost do nekoliko stotina mA. **Međutim, kako je trajanje poradne struje oko 3 msec u poluperiodi, točno registriranje proradne struje moguće je mjeriti instrumentom koji mjeri vršne vrijednosti ili osciloskopom.**

3.2. Konstrukcija SiC odvodnika prenapona

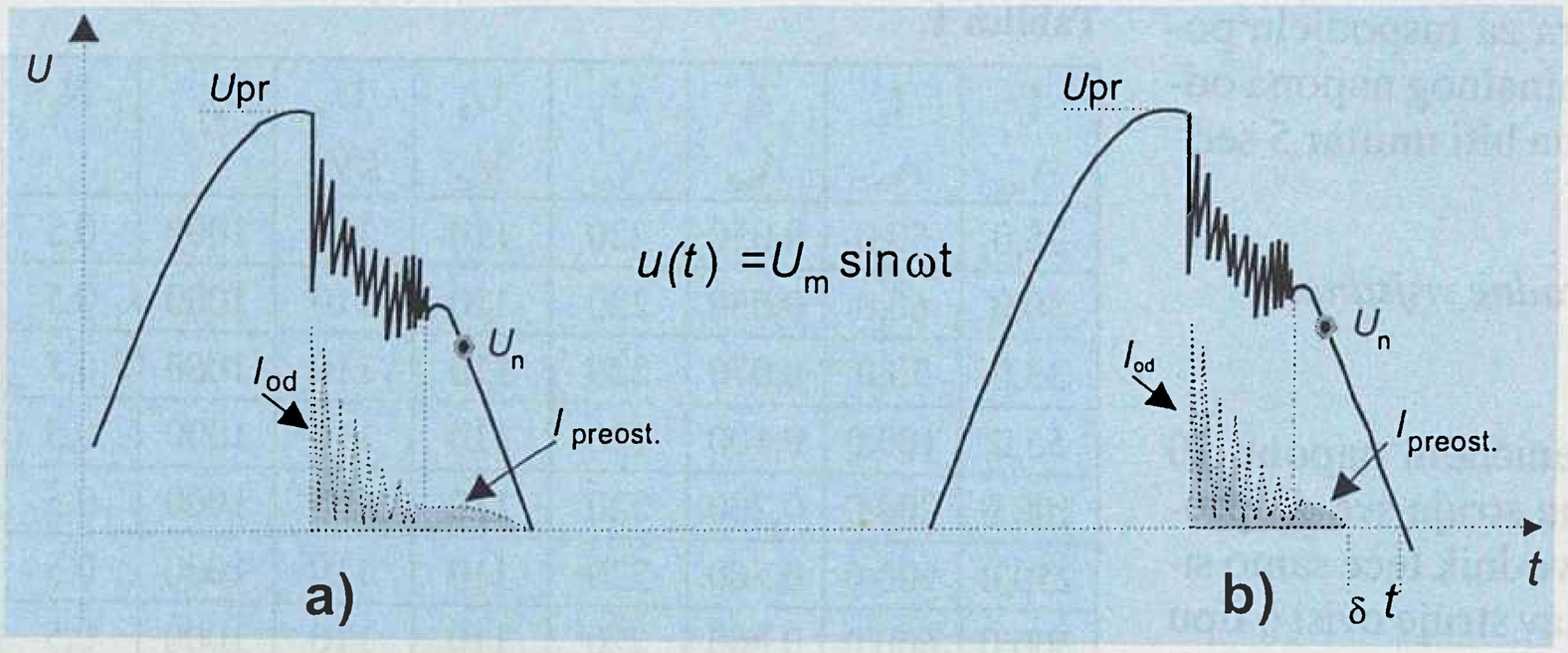
Postoje dva osnovna tipa klasičnih SiC odvodnika prenapona koji se suštinski razlikuju u koncepciji iskrišta i elemenata za raspodjelu potencijala. Svaki osnovni tip razvijen je u više konstrukcija, ovisno o proizvođaču odvodnika.



Slika 3. Shematski prikaz jednog bloka klasičnih odvodnika prenapona

3.2.1. *Klasični SiC odvodnici s "pasivnim" iskrištem*

Princip rada ovog iskrišta je jednostavan. Povećanjem gradijenta napona duž odvodnika dolazi do smanjenja otpora na nelinearnim SiC otporima. Raste napon na otporima za raspodjelu potencijala koji su paralelno vezani s iskrištima.Tako raste gradijent napona na iskrištima i kada dostigne vrijednost 3.8 kV po iskrištu, dolazi do prorade iskrišta i cijelog odvodnika (slika 4.a).



Slika 4. Razlika u prekidanju popratne struje pasivnog i radnog iskrišta

Zbog malog pada napona na iskrištima, gotovo cijeli preostali napon na odvodniku uspostavlja se na SiC nelinearnim otporima ***P* za preostali napon odvodnika**. Nelinearni SiC otpor ***P*** određuje statičku ***U-I*** zaštitnu karakteristiku klasičnih odvodnika prenapona. Smanjenjem vrijednosti prenapona smanjuje se propratna struja, raste otpor električnog luka kroz iskrišta što povećeva obnovu dielektrične čvrstoće iskrišta. Potpuno prekidanje propratne struje nastupa kod prolaza struje kroz nulu (slika 4.a).

Ovo su prve konstrukcije odvodnika prenapona kaje su dominirale do šezdesetih godina, s malim kapacitetom disipacije energije. Pokazali su se djelotvorni kod atmosferskih prenapona dok je njihova prorada kod sklopnih prenapona dovodila do njihovog uništenja, jer kod sklopnih prenapona ne mogu ugasiti propratnu struju.

3.2.2. *Klasični odvodnici s elektromagnetskim otpuhivanjem luka ("radna" iskrišta)*

Klasični odvodnici s "radnim" iskrištima imaju ugrađenu zavojnicu za elektromagnetsko otpuhivanje luka, uspostavljenog kroz iskrišta. Shematski prikaz ovog odvodnika prikazan je na slici 3 b). Upadom prenaponskog vala s velikom strminom dolazi do rasta gradijenta napona na linearnim otporima za raspodjelu potencijala. Kada gradjent napona dostigne proradni napon iskrišta dolazi do njihove prorade. Zavojnica ima visoku impedanciju i cijeli strujni val u početnom trenutku ide kroz otpor paralelan zavojnici. Nakon toga počinje teći struja kroz zavojnicu, uspostavljajući jako magnetsko polje koje djeluje kroz iskrišta, otpuhivajući luk u posebne komore. Električni luk na iskrištima se višestruko produljuje te hladi, što dovodi do prekidanja propratne struje. Tako se postiglo gašenje propratne struje za vrijeme **δt** prije njenog prolaza kroz nulu (slika 4.b). Ograničenjem propratne struje s elektromagnetskim otpuhivanjem el. luka konstruiran je odvodnik s većim energetskim opterećenjem. Ovaj tip odvodnika se pokazao uspješnim i u ograničavanju sklopnih prenapona koji nisu prevelikih energija.

Stupanj nelinearnosti otpora klasičnih SiC odvodnika je reda 5, a metalookidnih nelinearnih otpora dostiže 20 u širim intervalima struje, a i preko 50 u užim intervalima. U području nominalnih napona odvodnika, sklop SiC otpora ima trajnu struju reda i do 100 A.

Zato SiC odvodnici ne smiju biti izloženi naponu trajno, već samo u trajanju prenapona, odnosno tijekom jedne poluperiode. Zato se SiC nelinearni otpori zaduženi za preostali napon odvodnika uključuju na napon preko iskrišta.

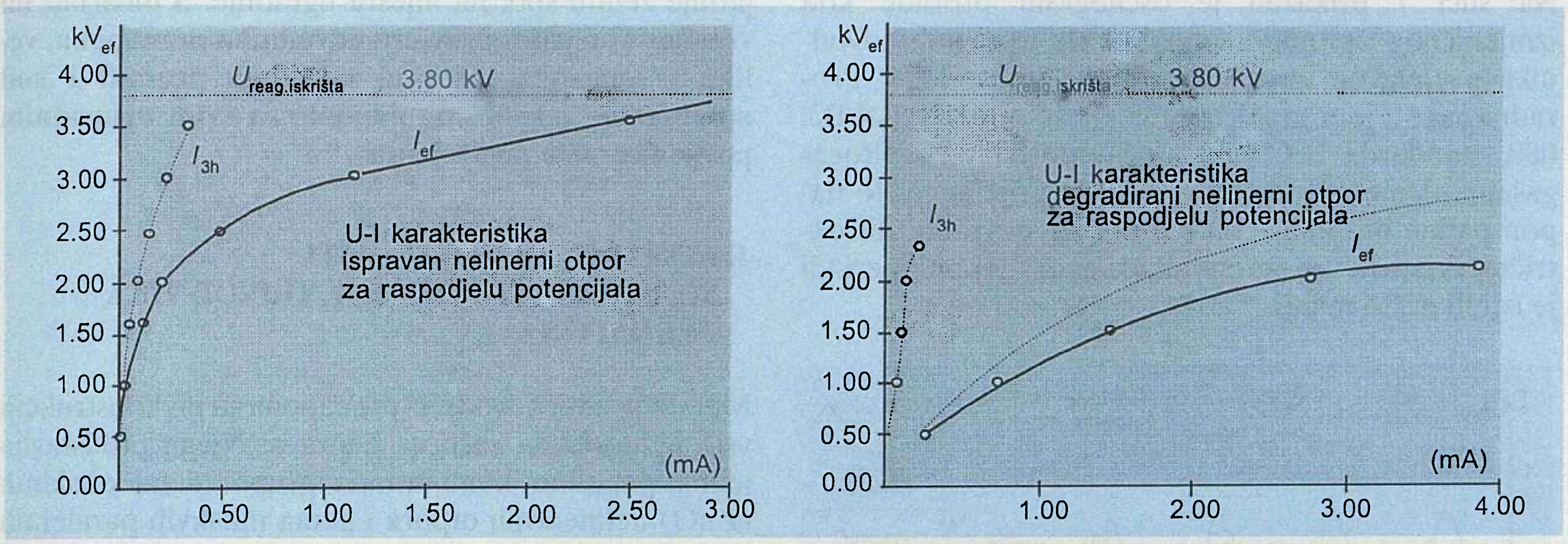
Iskrište je višestruko i ima osnovnu zadaću:

- da kod nastanka prenapona uključi nelinearne otpore **P** u što kraćem vremenu
- da nakon nestanka prenapona djelotvorno prekine električni luk preostale struje koju uzrokuje pogonski napon, kod prvog prolaza kroz nulu, kako bi se izbjeglo razaranje odvodnika.

3.3. Oštećenje otpornika za raspodjelu napona

Struja odvoda kroz odvodnik, u koji je prodrla vlaga, sastavljena je od struje kroz nelinearne otpore za raspodjelu potencijala, vlažnog sloj koja se nalazi na površini nelinearnih otpora i struje kroz vlažni sloj koji se nalazi na unutarnjem zidu kućišta. Odvodnik sastavljen iz više segmenata u uvjetima onečišćenja čini struju odvoda još kompliciranijom. Kondenzirana čista voda posjeduje dobra izolacijska svojstva, ali u dodiru s metalnim dijelovima stvara vodljive elektrolite koji povećavaju struju odvoda u pogonskim uvjetima. Tijekom dana i noći dolazi do velikih temperaturnih razlika zraka, a time i različitog temperaturnog stanja odvodnika prenapona. Zato vlaga koja jednom prodre u unutrašnjost odvodnika, tijekom eksploatacije često mijenja agregatno stanje. Prelazak iz tekućeg u plinovito stanje zatim natrag u tekuće stanje, uvjetuje kondenziranje vlage ravnomjerno na svim unutarnjm dijelovima odvodnika.

Degradirani nelinearni otpor za raspodjelu potencijala ima znatno smanjeni nagib U-I karakteristike, kako je prikazano na slici 5. Cijeli odvodnik prenapona ima veći broj nelinearnih otpora za raspodjelu potencijala vezanih na red. Tijekom proizvodnje provodi se mjerenje efektivne vrijednosti struje svakog nelinearnog otpora pri naponu od 3 kV. Na osnovi ove vrijednosti provodi se klasifikacija pojedinih nelinearnih otpora, odgovarajućih iskrišta i tako ostvaruje željeni napon prorade odvodnika prenapona. Proradni napon jednog iskrišta iznosi 3.8 kV. Da se postigne ovaj napon treba napon na linearnom otporu za raspodjelu potencijala dostići vrijednost 3.8 kV. Degradacija jednog ili više nelinearnih otpora dovodi do smanjenja ukupnog ot-



Slika 5. U-I karakteristika ispravnog i degradiranog otpora za raspodjelu potencijala

pora odvodnika kada se povećava struja odvoda i parcijalni padovi napona na ispravnim nelineranim otporima. Povećani parcijalni padovi napona dovode do brže prorade pripadajućih iskrišta što ukupno daje niži proradni napon na cijelom odvodniku. Iskrište spregnuto paralelno s degradiranim nelinearnim otporom, s malim nagibom U-I karakteristike, teže dostiže proradni napon. Pojavom prenapona na odvodniku dolazi do prorade iskrišta koja su paralelno spregnuta s ispravnim nelinearnim otporima. Cjelokupna udarna struja u ovom trenutku prolazi kroz degradirani otpor, podiže napon na njemu, što omogućava proradu paralelnog iskrišta. Ovaj tijek prorade dovodi do termičkog oštećenja i još veće degradacije nelinearnog otpora.

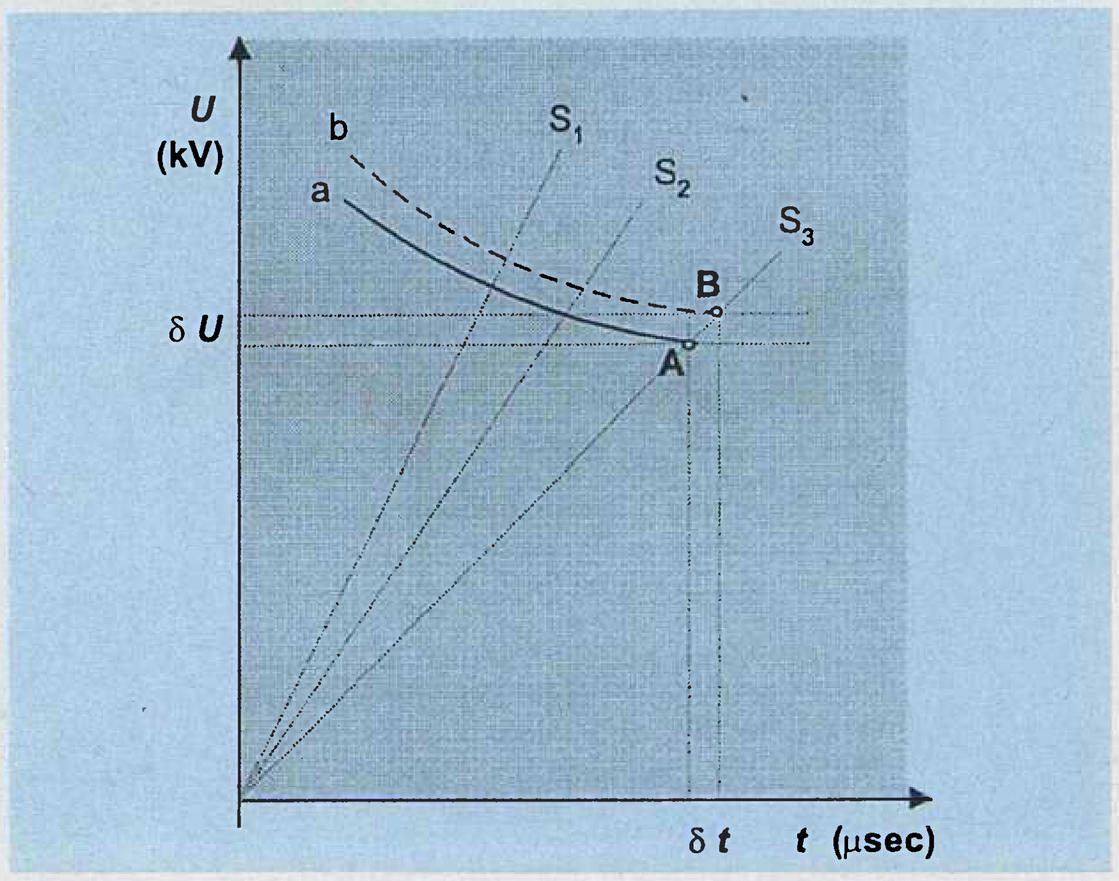
Na taj način su svi nelinearni otpori u odvodniku s vlagom, prije ili kasnije izloženi opasnostima od oštećenja. **Oštećenje većeg broja nelinearnih otpora dovodi do otkaza rada odvodnika i kod nominalnog pogonskog napona. Kako se otkaz rada očituje kao zemljospoj kroz odvodnik, posljedice mogu biti neugodne za okolnu opremu i ljude u postrojenju.**

3.4. Oštećenje iskrišta

Vlaga zarobljena u odvodniku prenapona utječe nepovoljno i na iskrišta. Pokazalo se da izolacijski dijelovi između elektroda iskrišta gube izolacijska svojstva. Na nekim iskrištima pronađena je trajno vodljiva veza. U takvim uvjetima iskrišta gube proradne karakteristike i postaju oštećena. Budući da se dielektrična čvrstoća iskrišta smanjila, remeti se raspodjela napona kroz odvodnik koja snižava proradni napon odvodnika ispod dopuštene granice. Smanjena dielektrična čvrstoća iskrišta stvara teškoće u gašenju propratne struje poslije prorade odvodnika uslijed prenapona. U takvim uvjetima propratna struja se može ponovo uspostaviti, iako je prenapon nestao, a odvodnik se nalazi pod nominalnim pogonskim naponom. Nemogućnost trajnog prekidanja propratne struje izaziva uništenje odvodnika s najtežim posljedicama.

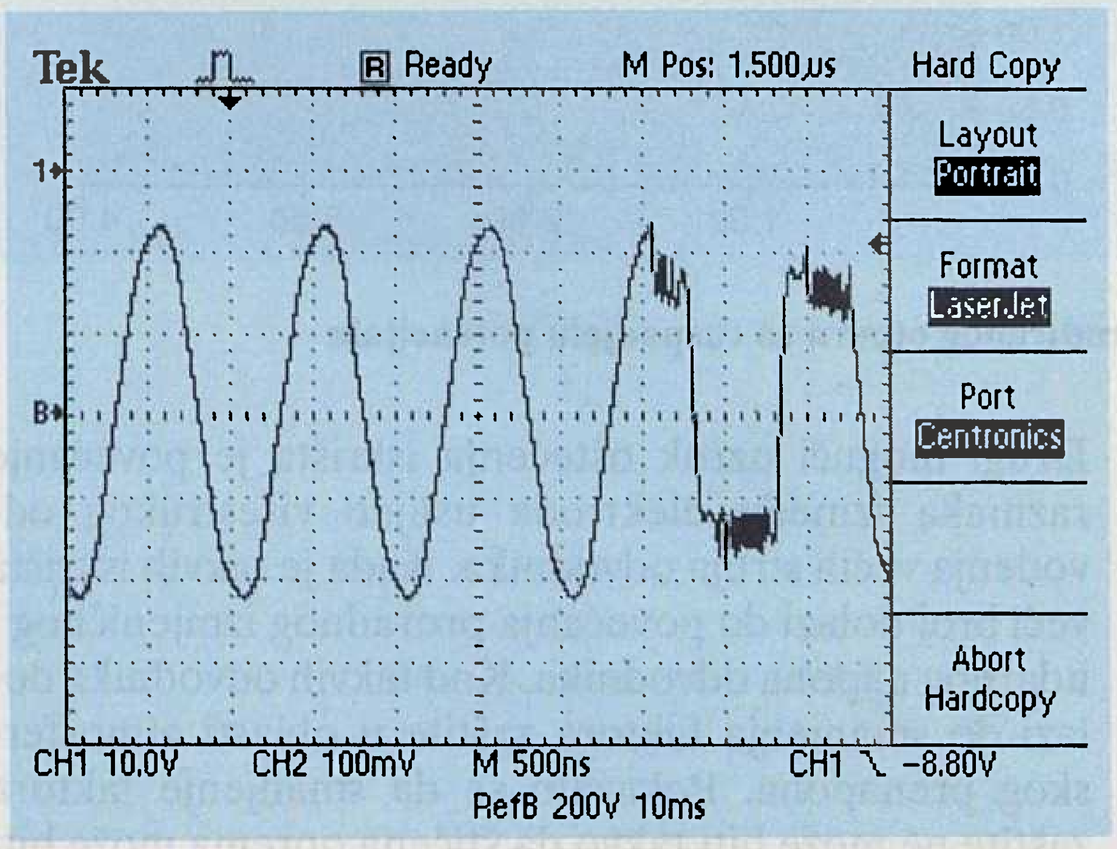
Drugi mogući uzrok oštećenja iskrišta je povećanje razmaka između elektroda uslijed višestrukog odvođenja većih struja odvodnika. Kada je takvih iskrišta veći broj dolazi do povećanja proradnog izmjeničnog i udarnog napona odvodnika. Kod takvih odvodnika dolazi do smanjenja faktora zaštite u oblasti atmosferskog prenapona. Pokazalo se da smanjenje faktora zaštite ne može biti takvo da štićena oprema može biti direktno ugrožena. Kasnija prorada iskrišta više energetski opterećuje otpore za raspodjelu potencijala i svakako utječe na brže starenje otpora. S većim razlikama gornjeg proradnog izmjeničnog napona može doći do oštećenja otpora.

Sa slike 6. se vidi da je za proradu odvodnika prenapona s povećanim razmakom iskrišta potreban veći proradni napon za δU u odnosu na projektirani proradni napon. Trajanje prenapona na odvodniku do prorade traje duže za vrijeme δt. Duže trajanje prenapona do prorade najviše opterećuje otpornike za raspodjelu potencijala što doprinosi bržem starenju otpora.



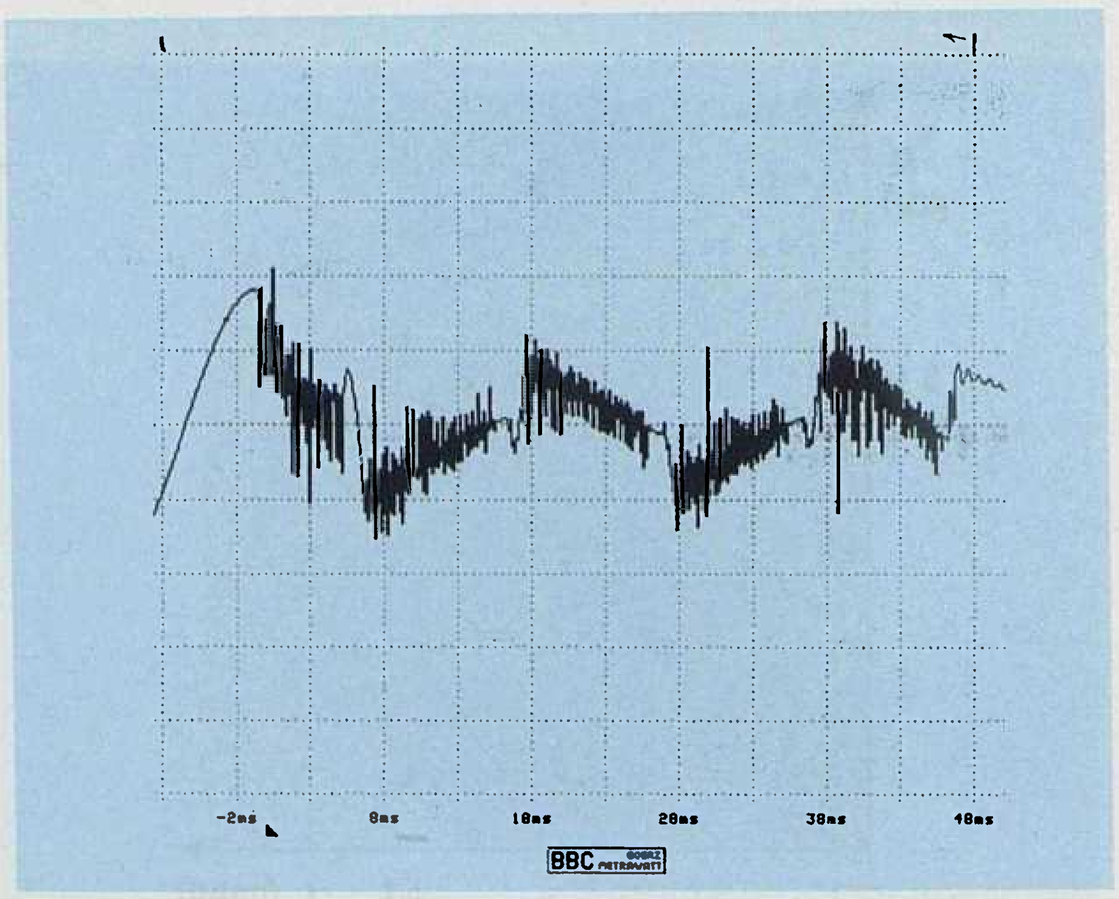
Slika 6. V-t karakteristika odvodnika s većim razmakom iskrišta

Na slici 7 prikazan je oscilogram prorade kod izmjeničnog ispitnog napona 50 Hz ispravnih odvodnika s elektromagnetskim otpuhivanjem luka. Proradni napon je u granicama deklariranih HRN N.B2. 050, standarda IEC i kataloga proizvođača. Proces gašenja struje odvođenja se okonča prije nego što napon padne na nulu. U iskrištima se povratila dielektrična čvrstoća i proradni napon u drugoj poluperiodi je isti ili nešto manji.



Slika 7. Izgled oscilograma proradnog izmjeničnog napona 50 Hz ispravnih odvodnika

Na slici 8 prikazan je izgled oscilograma proradnog izmjeničnog napona 50 Hz neispravnih odvodnika prenapona nominalnog napona 110 kV. Proradna vrijednost je ispod dopuštene granice deklarirane standardima. Opasnost prorade ovih odvodnka u postrojenju je što se u iskrištima ne uspostavlja ponovno dielektrična čvrstoća nakon prorade. Odvodnici nastavljaju odvoditi struju odvoda i u sljedećoj poluperiodi ne čekajući veći proradni napon. Njihova prorada iz bilo kojeg razloga znači i njihovo uništenje i najvjerojatnije zemni spoj na mjestu ugradnje. **S obzirom na vremenski rijetku provjeru odvodnika prenapona, velika je opasnost da ovaj odvodnik proradi i kod nominalnog pogonskog napona, sa svim neugodnim posljedicama u postrojenju.**



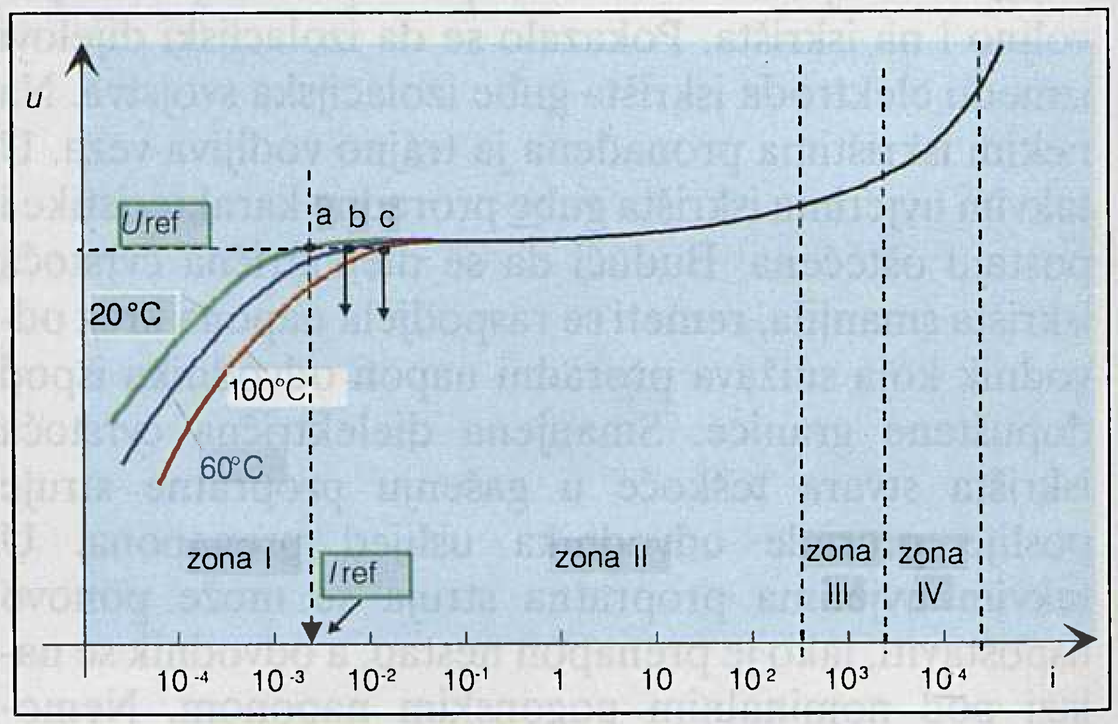
Slika 8. Izgled oscilograma proradnog izmjeničnog napona 50 Hz neispravnih odvodnika

4. KONTROLA ISPRAVNOSTI METALOOKSIDNIH (MO) ODVODNIKA PRENAPONA

Metalooksidni odvodnici prenapona su po konstrukciji vrlo jednostavna zaštitna naprava. Njega predstavlja jedna pogodno kombinirana grupa metalooksidnih (ZnO) nelinearnih otpora i nema nikakvih paralelnih ili serijskih iskrišta. Nelinearni otpori smješteni su u jednom ili više izolacijskih kućišta koja im osiguravaju potrebne radne uvjete. Statička naponsko strujna karakteristika predstavljena je na slici 9. Karakteristika se može promatrati u četiri zone:

- zona I je dio karakteristike od trajne radne struje do referentne struje (radni prenaponi)
- zona II je dio karakteristike od referentne struje do struje 125 A (privremeni prenaponi)
- zona III je dio karakteristike od 125 A do 2000 A (sklopni prenaponi)
- zona IV je dio karakteristike sa strujama većim od 2000 A.

Zona I se odnosi na normalne pogonske napone. Početni dio naponsko strujne karakteristike je veoma strm i skoro linearan. U okolini trajne radne struje, struja je pretežno kapacitivna, dok je kod referentne struje praktično radna i u fazi s naponom. **Impedancija nelinearnih otpora u početnom dijelu karakteristike je kapacitivnog karaktera, pa kao takva izrazito ovisi od frekvencije napona**. Zato se ispitivanje kontrole ispravnosti MO odvodnika prenapona može provoditi ako ispitni napon ne sadrži više harmonike. U mrežama visokog napona prisustvo viših harmonika uglavnom je zanemarivo. Izuzetak mogu biti mreže u blizini velikih ispravljačkih stanica i drugih potrošača koji mogu izobličiti napon.



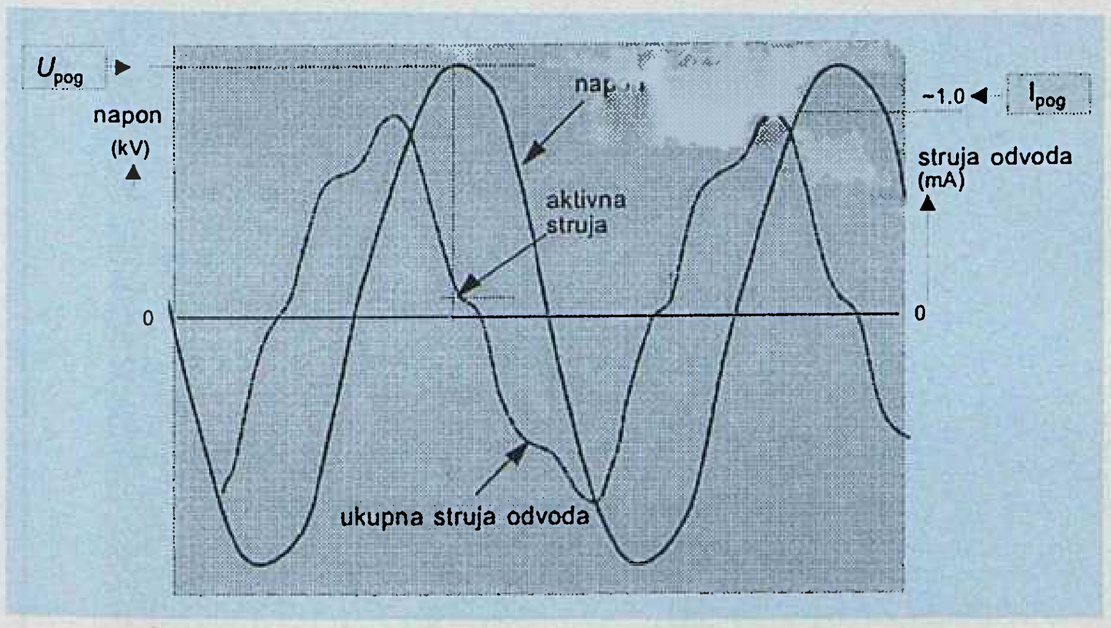
Slika 9. Naponsko-strujna karakteristika MO odvodnika

4.1. Mjerenje struje odvoda

Postoji bitna razlika u značenju nominalnog napona $\mathbf{U_n}$ klasičnih i metalooksidnih odvodnika prenapona. Kod ove točke klasični odvodnici prekidaju impulsnu struju odvođenja a kod metalooksidnih oko ove točke odvodnik počinje odvoditi energiju prenapona. Kod ove točke kod metalooksidnih odvodnika nalazi se koljeno **U-I** karakteristike. Oštećenje ili degradacija nelinearnih otpora pomiče koljeno naniže i cijela karakteristika gubi određeni stupanj nelinearnosti. Zato se metalooksidni odvodnici podižu na referentni napon tijekom ispitivanja. Razvijene su i još se razvijaju ispitne metode za kontrolu odvodnika putem analize struje odvoda kod pogonskog napona. U IEE Zagreb također se vrše istraživanja u tom smjeru. Ipak, konačni zaključak može se donijeti poslije sveobuhvatih istraživanja degradacije nelinearnih otpora u svim uvjetima eksploatacije. Za sada najpouzdaniji način kontrole ispravnosti MO odvodnika prenapona je kontrola položaja koljena na *U-I* karakteristici, odnosno referentnog napona $\mathbf{U_{ref}}$.

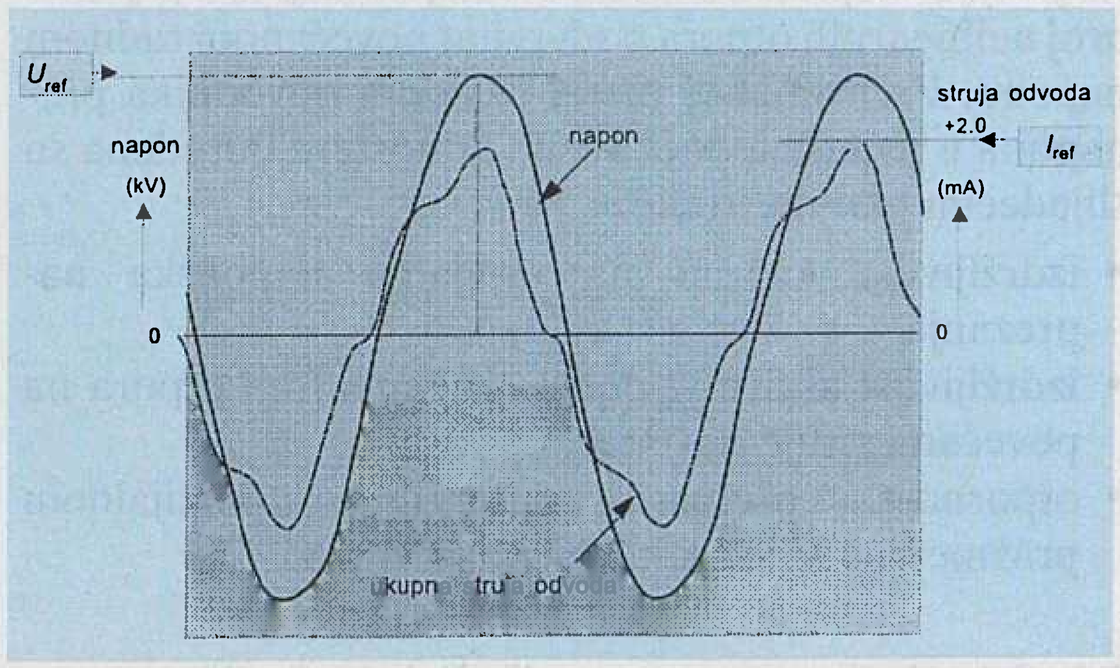
Metalooksidni odvodnik prenapona, pripremljen na normalan način podvrgne se nominalnom naponu mreže i snimi struja odvoda. Zatim se napon podigne na referentni napon **Uref** odvodnika i snimi struja odvoda **Iref.** Referentni napon odvodnika daje proizvođač odvodnika i taj napon je nekoliko postotaka veći od nominalnog napona odvodnika. **Trajanje referentnog napona na metalooksidnom odvodniku može iznositi najviše 10 sec.**

Sa slike 9 se vidi da referentna struja odvoda ovisi od temperature odvodnika. Ona je veća ako je temperatura blokova veća. Ovu konstataciju treba uzeti u obzir za mjerenja na terenu, kada temperatura odvodnika izložena suncu može dostići i preko 60 C°. Zato je potrebno uvijek izmjeriti temperaturu kućišta, i dobiveni rezultat struje odvoda usporediti sa dobivenom od proizvođača za istu temperaturu.



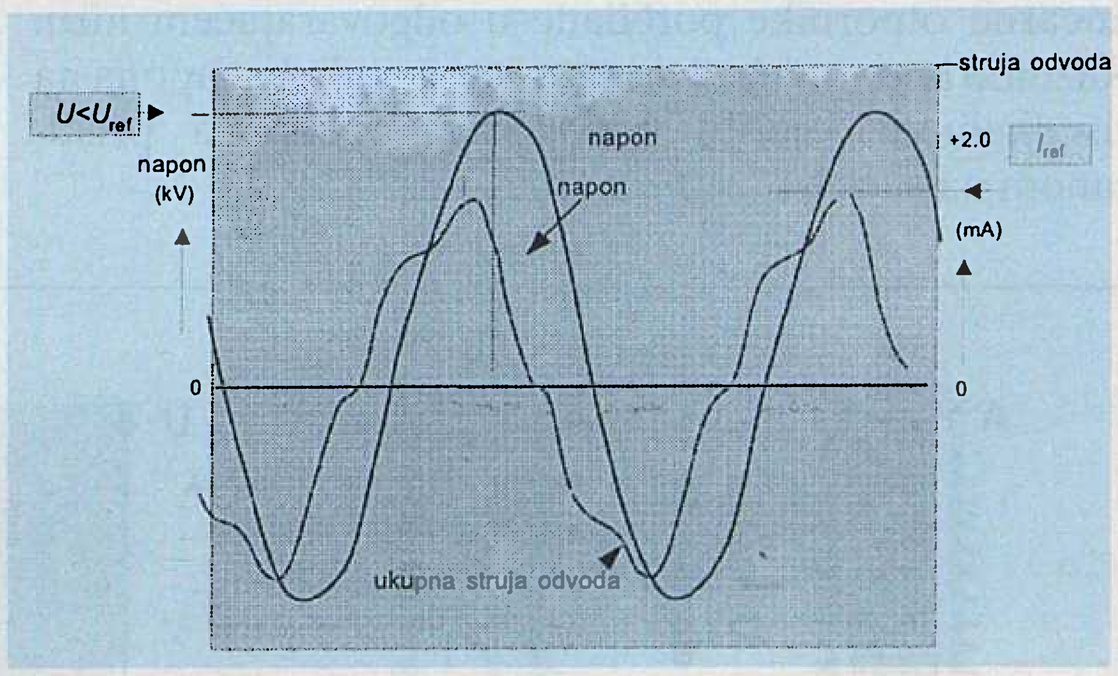
Slika 10. Oscilogram struje odvoda kod pogonskog napona

Struju odvoda korisno je bilježiti radi praćenja ponašanja struje odvoda tijekom vremena u pogonskim uvjetima. Struja je skoro čisto kapacitivna s malom radnom komponentom. Veća amplituda struje odvoda s većom radnom komponentom ukazuje na komponentu struje odvoda putem vanjskog dijela kućišta, Zato se MO odvodnici prenapona mogu ispitivati samo kada je kućište potpuno čisto i suho. Ispitivanja u pogonu nekada zahtijevaju višestruko ponavljane čišćenja da se postignu uvjeti za točnu kontrolu ispravnosti odvodnika.



Slika 11. Ispravan oscilogram referentne struje kod referentnog napona

Na slici 11 prikazana je struja odvoda kod referentnog napona odvodnika. Vidi se da struja postaje skoro u fazi sa naponom odvodnika. Do referentnog napona struja odvoda je praktično kapacitivna kao na slici 10. Napon se podiže do vrijednosti referentne struje koju daje proizvođač odvodnika. Za ispravan odvodnik prenapona izmjereni napona treba biti oko referentnog napona odvodnika. Ako ove vrijednosti odstupaju treba provesti analizu uzroka odstupanja.



Slika 12. Neispravan oscilogram kod referentne struje

Sa slike 12 se vidi da struja odvoda nije pretežno kapacitivna zbog aktivne komponente struje odvoda. Aktivna komponenta najčešće je posljedica onečišćenja na kućištu odvodnika.

- **Ispravan je onaj odvodnik čiji oscilogram struje kod referentnog napona ima izgled kao na slici 10, a amplituda struje nije veća od vrijednosti danih od proizvođača, za istu temperaturu.**

Oscilograme koji nemaju takav izgled treba posebno analizirati i dati konačan zaključak o ispravnosti odvodnika.

5. UGROŽAVANJE ODVODNIKA S ONEČIŠĆENJEM NA KUĆIŠTU

U uvjetima onečišćenja dolazi do odstupanja linearne raspodjele napona na vanjskom dijelu kućišta odvodnika, kada se na kućištu formira suha zona. Nelinearna raspodjela napona dovodi do stanja u kojemu je jedan broj nelinearnih otpora podvrgnut povećanom radnom naponu. Performanse metal-oksidnih odvodnika prenapona u uvjetima onečišćene atmosfere određena su slijedećim parametrima:

- izdržljivost kućišta na radijalna naponska naprezanja
- izdržljivost aktivnog dijela – nelinearnih otpora na povećane struje odvoda
- otpornost prema unutarnjem parcijalnom pražnjenju uslijed jakih el. naprezanja.

5.1. Odvodnik prenapona s višedjelnim kućištem

Analiza raspodjele napona na jednodjelnom kućištu odvodnika prenapona je pokazala da dolazi do vanjske i unutarnje neravnomjerne raspodjele potencijala. Međutim, ova neravnomjerna raspodjela napona ne može ugroziti varistore u MO odvodniku (L7) sve do trenutka probijanja kućišta odvodnika. Kada dođe do električnog proboja kućišta dolazi do oštećenja nelinearnih blokova obuhvaćenih suhom zonom. Proizlazi da je veoma važan parametar dielektrična probojnost kućišta odvodnika pri radu u uvjetima onečišćenja. Metal-oksidni odvodnici su veoma jednostavnog unutarnjeg sustava. Oni imaju samo nelinearne otpornike poređane u odgovarajućem nizu. Razmotrimo vanjsku i unutarnju raspodjelu napona na višedijelnom kućištu odvodnika prenapona prikazanom na slici 13.

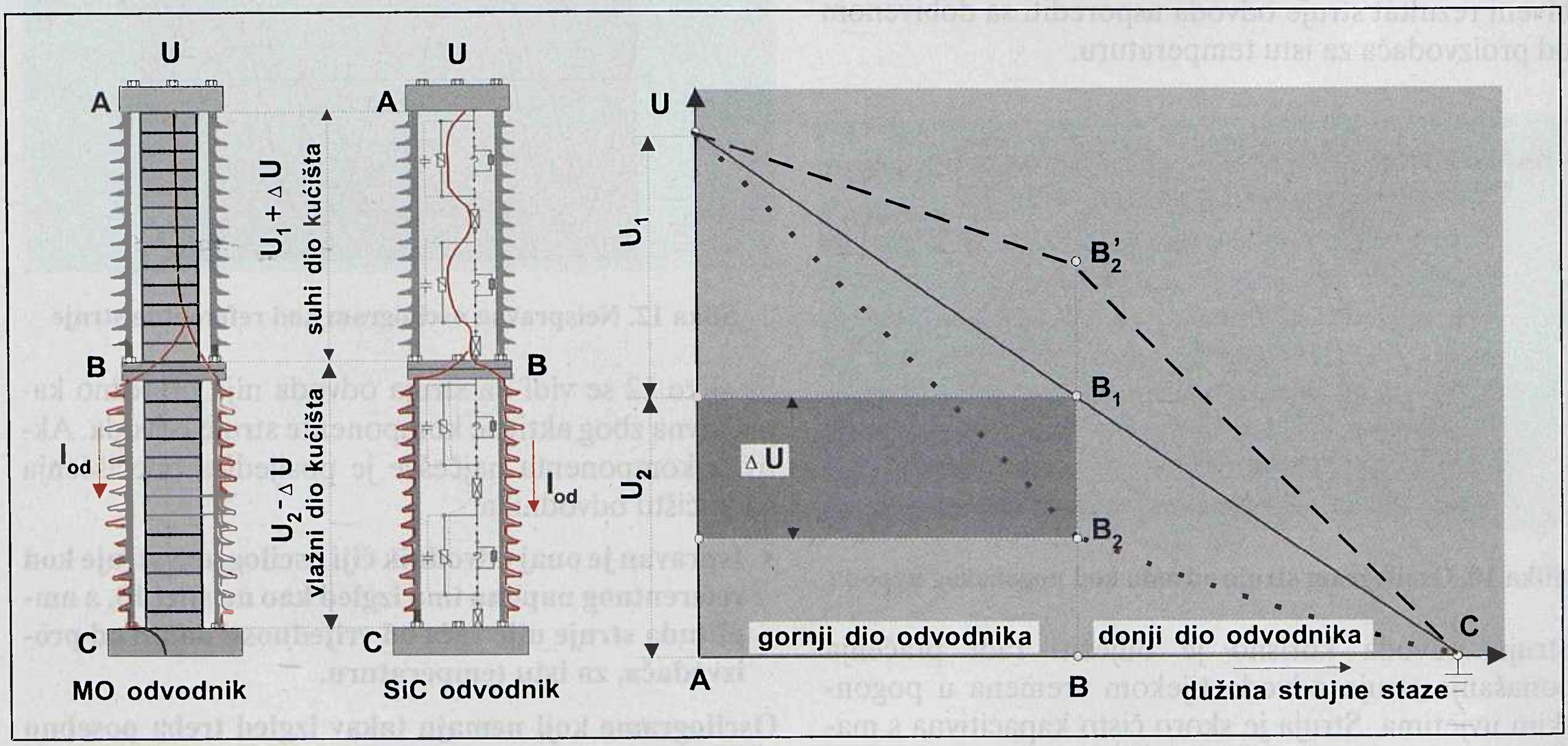
U uvjetima većeg onečišćenja, kada je vodljivost naslage velika suha zona na odvodniku prenapona uvjetovat će neravnomjernu raspodjelu potencijala duž izolacije odvodnika. Suha zona formirana na bilo kojem višedijelnom elementu više će naponski opteretiti taj dio, a rasteretit će ostale dijelove kućišta odvodnika. Neka se suha zona napravila na gornjem elementu odvodnika prema slici 13.

Omjer napona na suhoj zoni $\mathbf{U_1+\Delta U}$ prema naponu vlažnog dijela $\mathbf{U_2-\Delta U}$ je isti kao i omjer otpornosti suhog dijela naslage prema mokrom dijelu naslage. Kako je kućište višedijelno očigledno je da će unutarnja raspodjela napona biti ista kao i vanjska raspodjela napona.

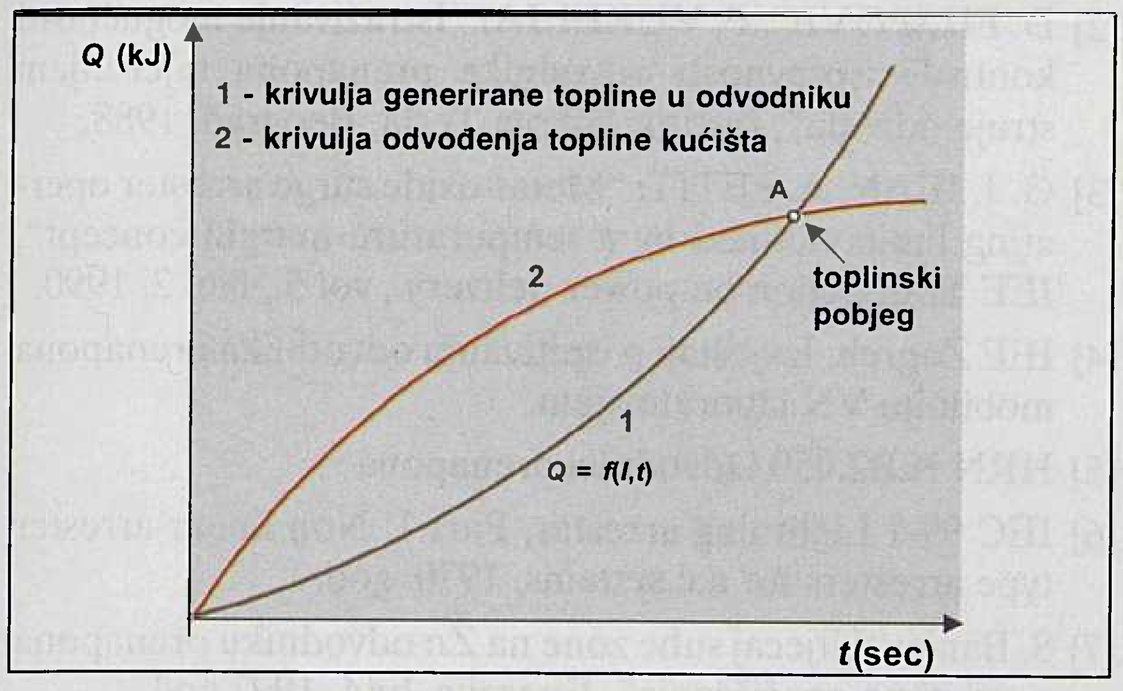
Metalooksidni (MO) odvodnici prenapona

Nelinearni varistori gornjeg dijela bit će izloženi naponu $\mathbf{U_1+\Delta U}$ (slika12), koji može dostići veće vrijednosti od referentnog napona (U_{ref}) MO odvodnika prenapona. Međutim, struja kroz ovaj dio odvodnika neće proteći prema U-I karakteristici odvodnika za napon $\mathbf{U_1+\Delta U}$. Struja je ograničena sa mogućnošću provođenja mokrog dijela naslage onečišćenja. Ustanovljeno je da ova struja iznosi do 100 mA. Iznad ove vrijednosti dolazi do preskoka preko vlažnog dijela odvodnika. Kako referentna struja odovodnika iznosi manje od 5 mA, očito da je odvodnik ugrožen u režimu rada sa suhom zonom.

MO odvodnik prenapona mora izdržati referentnu struju najmanje **10 sec**. Iznad ove vrijednosti vremena može doći do toplinskog pobjega odvodnika i do oštećenja nelinearnih otpornika. Prema slici 14., toplinski pobjeg nastupa u točki **A** kada generirana toplina u odvodniku prelazi mogućnosti odvođenja topline kućišta.



Slika 13. Moguća raspodjela napona na kućištu odvodnika u uvjetima onečišćenja



Slika 14. Toplinski pobjeg MO odvodnika prenapona

Ako suha zona ne obuhvaća cijeli dio kućišta jednog dijela odvodnika opet dolazi do povećanog napona na tom dijelu odvodnika, do povećane struje kroz taj dio odvodnika te opasnosti od stradanja.

Ovdje vrijedi primijetiti da, dođe li do parcijalnog luka preko suhe zone nastupa naponsko preopterećenje donjeg dijela odvodnika. Ovo nastupa iz razloga što je pad napona kroz parcijalni luk mali i on djeluje na premošćenje gornjeg dijela odvodnika. Ako bi se parcijalni luk dulje održavao moglo bi doći do ugrožavanja nelinearnih otpora u donjem dijelu odvodnika. Slična naponska slika događa se pri formiranju suhe zone na donjem dijelu višedjelnog MO odvodnika prenapona.

Klasični (SiC) odvodnici prenapona

Na slici 13 predstavljen je klasični odvodnik u uvjetima onečišćenja i mogućeg parcijalnog vlaženja. Za petpostavljeno stanje parcijalnog vlaženja dolazi do velikog naponskog naprezanja otpora za raspodjelu potencijala u gornjem dijelu odvodnika. Ako ova naponska slika traje dulje prijeti opasnost od degradacije istih sa istim posljedicama kao na slici 5. Za druge moguće položaje suhe zone na odvodniku u uvjetima onečišćenja dolazi se do sličnih zaključaka.

U uvjetima višeg stupnja onečišćenja, 3. i 4. zona prema IEC 815, suhe zone na kućištu odvodnika prenapona nepovoljno djeluju na ispravan rad odvodnika i mogu dovesti do toplinskog pobjega nelinearnih elemenata odvodnika prenapona.

Odvodnici prenapona sa višedijelnim kućištem su neotporni za rad u zagađenim uvjetima. Potrebno je inzistirati kod proizvođača izradu metal-oksidnih odvodnika iz jednodijelnih kućišta za sve naponske razine.

6.KRITERIJI ZA OCJENU STANJA ODVODNIKA

6.1. Kriteriji za ocjenu stanja klasičnih (SiC) odvodnika prenapona

Ocjena stanja odvodnika, na osnovi mjerenja izmjeničnog proradnog napona, određena je donjom granicom proradnog napona 50 Hz, prema HRN N.B2. 050, standardu IEC i katalogom proizvođača. Gornja granica proradnog izmjeničnog napona nije definirana.

Međutim, na temelju istraživanja odvodnika prenapona postavljena je i gornja granica proradnog napona koju nisu prekoračili proizvođači odvodnika.

6.1.1. *Donja granica proradnog izmjeničnog napona*

Prema iznesenim standardima i podacima proizvođača donja granična vrijednost izmjeničnog proradnog napona iznosi:

$$U_{min}=1{,}5\ U_n\ (kV_{ef})$$

Neki proizvođači daju viši proradni izmjenični napon za svoje odvodnike i u ocjeni stanja ispitivači poštivaju takve zahtjeve. Niža vrijednost proradnog izmjeničnog napona, ako je veća od 1.5 Un, a manja od podataka proizvođača, ukazuje na započet proces degradacije otpora za raspodjelu potencijala ili iskrišta. Ovakav odvodnik je potencijalna opasnost u postrojenju te ga treba odmah zamijeniti ispravnim.

Na temelju iznijetog kao i laboratorijskih provjera, postavljeni su kriteriji za ocjenu stanja odvodnika:

1. **Ako je izmjenični proradni napon manji od 1.5 Un, ili manji od granične vrijednosti proizvođača, odvodnik se proglašava neispravnim i treba ga odmah zamijeniti ispravnim.**
2. **Ako je izmjenični proradni napon veći od donje granične vrijednosti, a manji ili jednak 2.1 Un, tada je odvodnik ispravan.**
3. **Ako je izmjenični proradi napon veći od 2.1 Un preporuča se detaljno ispitivanje u VN laboratoriju, a kada je proradni izmjenični napon veći od 2.4 Un, odvodnik se proglašava neispravnim i preporuča se njegova zamjena.**

6.2. Kriteriji za ocjenu stanja metalooksidnih (MO) odvodnika prenapona

Potpuna kontrola ispravnosti odvodnika prenapona može se provesti u VN laboratoriju prema standardu IEC 99-4.

1. **Kontrola položaja točke referentnog napona U_{ref}, na *U-I* karakteristici kod referentne struje odvođenja I_{ref}, daje uvid u stanje nelinearnosti otpora, a samim tim i u ispravnost odvodnika prenapona. Vrijednost referentne struje I_{ref} kada se na odvodnik narine referentni napon U_{ref} treba imati vrijednost koju daje proizvođač odvodnika.**
2. **Odstupanje referentnog napona U_{re} kod referentne struje I_{ref} do 10 % odvodnik treba dopremiti u VN laboratorij na daljna ispitivanja.**
3. **Odstupanje referentnog napona U_{ref} kod referentne struje I_{ref} za više od 10 % odvodnik se proglašava neispravnim.**

U mrežama visokog napona prisustvo viših harmonika uglavnom je zanemarivo. Izuzetak mogu biti mreže u blizini velikih ispravljačkih stanica i drugih potrošača koji mogu izobličiti napon, prisustvom viših harmonika u naponu. **Zato se ispitivanje kontrole ispravnosti MO odvodnika prenapona može provoditi ako ispitni napon ne sadrži više harmonike.**

7. ZAKLJUČAK

- Pokretan VN laboratorij razvijen u **IEE Zagreb** je pogodna alternativa pravim visokonaponskim laboratorijima, gdje se na osnovi proradne vrijednosti izmjeničnog napona reagiranja (50 Hz), dobiva dio podataka o zaštitnim karakteristikama odvodnika. Za odvodnike prenapona nazivnog napona odvodnika do **210 kV_{ef}** uspješno se može provesti pokretnom VN laboratorijem razvijenom u IEE Zagreb.
- Kriterij za ocjenu stanja klasičnih (**SiC**) odvodnika prenapona dani su u **točki 6.1.**
- Kriterij za ocjenu stanja metalooksidnih (**MO**) odvodnika prenapona dani su u **točki 6.2.**
- Prodor vlage u kućišta odvodnika prenapona glavni je uzročnik neispravnosti odvodnika prenapona u eksploataciji. Istodobno prisustvo vlage i povišenje temperature nelinearnih otpora iznad 50^0C, dovodi do otapanja parafina i prodora vlage u zrnastu strukturu nelinearnih otpora. Tako se mijenja mikrostruktura nelinearnih otpora što ima za posljedicu promjenu električnih svojstava otpora, degradaciju otpora i glavni je uzročnik teškoćama odvodnika u eksploataciji.
  Vlaga zarobljena u odvodniku prenapona utječe nepovoljno i na iskrišta kod klasičnih odvodnika. Pokazalo se da izolacijski dijelovi između elektroda iskrišta gube izolacijska svojstva. Smanjena dielektrična čvrstoća iskrišta stvara teškoće u gašenju propratne struje poslije prorade odvodnika uslijed prenapona. U takvim uvjetima propratna struja se može ponovo uspostaviti, iako je prenapon nestao, a odvodnik se nalazi pod nominalnim pogonskim naponom. Nemogućnost trajnog prekidanja propratne struje izaziva uništenje odvodnika s najtežim posljedicama.
- Standardima je obuhvaćena problematika odvodnika prenapona, ali je nepotpuno regulirana kontrola ispravnosti tijekom eksploatacije. Postoje mišljenja stručnjaka, koji se bave ovom problematikom, da bi optimalni period ispitivanja odvodnika prenapona bio svake tri godine.
- Da bi se u ovoj važnoj problematici prenaponske zaštite držao korak s razvijenim svijetom predlaže se analiza uzroka neispravnosti svakog odvodnika koji se pronađe neispravan. Samo sustavno praćenje ponašanja odvodnika u različitim mikroklimatskim uvjetima i mjestima ugradnje može dati korisne podatke za sigurniji rad odvodnika prenapona.
- Kontrola ispravnosti MO odvodnika prenapona putem analize struje odvoda kod pogonskog napona daje ohrabrujuće rezultate i u tom smjeru treba nastaviti istraživanja.

LITERATURA

[1] D. MIHALIC: "Primjena suvremenih metoda za periodička preventivna ispitivanjaodvodnika prenapona", magistarski rad, Zagreb, 1987. god.

[2] D. FILIPOVIĆ, P. VUKELJA: "Istraživanje mogućnosti kontrole ispravnosti odvodnika prenapona mjerenjem struje odvoda", Institut Nikola Tesla, Beograd, 1988.

[3] G. J. JEAN, A. PETIT: "Metal-oxide surge arrester operating limits defined by a temperature margin concept", IEE Transection on power delivery , vol 5., No. 2, 1990.

[4] IEE Zagreb: Izvještaji o ispitivanju odvodnika prenapona mobilnim VN laboratorijem.

[5] HRN N.B2.050 Odvodnici prenapona

[6] IEC 99-1 Lightning arrester, Part 1: Non linear arrester type arresters for a.c.systems, 1970. god.

[7] S. Banić: "Utjecaj suhe zone na Zn odvodniku prenapona u uvjetima onečišćenja", Energija, br.4, 1997.god.

[8] IEC 99-4 Metal oxide arrester, Part 1. 1994. god.

PROBLEMS OF SURGE ARRESTER ACCURACY CONTROL

Demounting of surge arresters and their transportation to the high-voltage laboratory testing causes numerous difficulties for electric power utilities. One possibility to avoid arrester demounting and transportation to remote high-voltage laboratories is the usage of mobile high-voltage laboratory developed by IEE Zagreb. Mobile HV laboratory is a suitable alternate to a real high-voltage laboratory, where based on the work value of alternating voltage reaction (50Hz) one gets a part of data on protection characteristics of all surge arresters. During many years of on-site tests of arresters experience has been gained that enables reliable accuracy estimation of classic as well as metal-oxid surge arresters. In the work, a short description of high-voltage mobile laboratory is given and current experiences and recommendations for surge arrester accuracy control.

DIE FRAGEN DER TAUGLICHKEITSKONTROLLE VON ÜBERSPANNUNGSABLEITERN

Ausbau von Überspannungsableitern und deren Beförderung -zwecks Prüfung- in das Hochspannungslaboratorium, bringt für Elektrizitätsversorgungsuntenehmen zahlreiche Schwierigkeiten zustande. Das Vermeiden des Ausbaus und der Beförderung ermöglicht die Nutzung des im IEE entwickelten mobilen Hochspannungslaboratoriums. Das mobile Hochspannungslaboratorium ist eine günstige Alternative jenen stabilen. Auf Grund des Ansprechwertes der Auslösewechselspannung (50 Hz) wird da ein Teil der Angaben über Schutzeigenschaften aller Ableiter gewonnen. Im Laufe vieler Jahren der Prüfungen von Überspannungsableitern in Anlagen hat man jene Erfahrungen gesammelt, welche eine glaubwürdige Beurteilung der Zuverlässigkeit sowohl der klassischen als auch der Metalloxydableitern ermöglichen. Im Artikel sind das mobile Hochspannungslaboratorium und die bisherigen Erfahrungen und Empfehlungen bezüglich der Tauglichkeitskontrolle von Überspannungsableitern kurz beschrieben.

Naslov pisca:

Stjepan Banić, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu i energetiku d.d.
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis: 1999-06-11.

OPTIMALNI PREPLET FAZA DVOSISTEMSKOG VODA

Mr. sc. Davor Nevečerel, Zagreb

UDK 621.315.1:621.3.09
PREGLEDNI ČLANAK

U članku je izložena problematika elektromagnetske i elektrostatske neravnoteže dvosistemskog voda, sa prijedlogom optimalnog prepleta.

Ključne riječi: **elektromagnetska i elektrostatska neravnoteža, preplet.**

1. UVOD

Načelno opredjeljenje Hrvatske elektroprivrede, da u slučaju potrebe izgradnje novih vodova u interkonektivnoj 400 i 220 kV prijenosnoj mreži u pravilu gradi dvosistemske vodove, otvara problematiku rješavanja elektromagnetske i elektrostatske neravnoteže dvosistemskog voda. Problematika nesimetrija napona i preplitanja faza već je široko elaborirana u radovima koji su rješavali problematiku 380 kV mreže bivše Jugoslavije [1], [2]. U članku su ukratko iznesene nova sagledavanja formulacije problema sa rješenjem optimalnog prepleta za dvosistemski vod.

2. TEORETSKE OSNOVE PRORAČUNA NESIMETRIJA

2.1. Induktivna (elektromagnetska) neravnoteža

Elektromagnetski parametri se mogu računati koristeći izraze razvijene od Carsona i modificirane od Clarke-a i Calabrese-a. Veza između napona i struja u trofaznim sustavima je definirana Ohmovim zakonom u matričnom obliku:

$$v = Z\,i \tag{2.1}$$

U faznim komponentama pojedini članovi serijske matrice impedancija Z su:

$$Z_{ii} = R_i + \pi^2 f\,10^{-4} + \mathrm{j}\,2\pi 10^{-2}\,ln\,(H_e^2/d_{ii})\ \text{ohm/km} \tag{2.2}$$

$$Z_{ij} = \pi^2 f\,10^{-4} + j\,2\pi\,10^{-2}\,ln\,(H_e^2/D_{ij})\ \text{ohm/km} \tag{2.3}$$

gdje su:

R_i - djelatni otpor vodiča odn. zaštitnog užeta u ohm/km.

f - frekvencija mreže u Hz.

$H_e^2 = 658.324\,\sqrt{(\rho/f)}$ - ekvivalentna dubina prodiranja povratne struje u zemlji prema Carsonu.

d_{ii} - vlastita SGU vodiča odn. odn. zaštitnog užeta "i".

D_{ij} - međusobna udaljenost vodiča ili zaštitnog užeta "i" i vodiča ili zaštitnog užeta "j".

Matrica impedancija faznih komponenata dvosistemskog voda Z^{faz}, svedena nakon redukcije zaštitnih užeta i ekvivalentiranja snopova vodiča na matricu reda (6x6), jednostavno se transformira u matricu impedancija simetričnih komponenata dvosistemskog voda Z^{sim} pomoću matrica transformacija S^6 i T^6:

$$Z^{sim} = S^6\,Z^{faz}\,T^6 \tag{2.4}$$

gdje su:

$$S^6 = \begin{vmatrix} S^3 & 0 \\ 0 & S^3 \end{vmatrix} \text{ i } T_6 = \begin{vmatrix} T^3 & 0 \\ 0 & T^3 \end{vmatrix},\ \text{odn. } S^3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{vmatrix} 1/\sqrt{3},$$

$$T^3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{vmatrix} 1/\sqrt{3},$$

Nakon inverzije serijske matrice impedancija simetričnih komponenata dvosistemskog voda $Y^{sim} = (Z^{sim})^{-1}$ može se postaviti slijedeća relacija:

$$i^{sim} = Y^{sim}\,\Delta e^{sim} \tag{2.5}$$

Gornja relacija opisuje struje u vodu kao funkciju padova napona između početka i kraja voda. Postoje praktičko iskustvo da padovi napona pokazuju veoma male nesimetrije između sebe, tako da se za procjenu utjecaja može pretpostaviti da je vektor Δe^{sim} jedino u direktnom sustavu.

Dvosistemski vod se može prema tome opisati slijedećom relacijom:

$$\begin{vmatrix} i_0 \\ i_1 \\ i_2 \\ i'_0 \\ i'_0 \\ i'_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} Y_{00} & Y_{01} & Y_{02} & Y_{00'} & Y_{01'} & Y_{02'} \\ Y_{10} & Y_{11} & Y_{12} & Y_{10'} & Y_{11'} & Y_{12'} \\ Y_{20} & Y_{21} & Y_{22} & Y_{20'} & Y_{21'} & Y_{22'} \\ Y_{0'0} & Y_{0'1} & Y_{0'2} & Y_{0'0'} & Y_{0'1'} & Y_{0'2'} \\ Y_{1'0} & Y_{1'1} & Y_{1'2} & Y_{1'0'} & Y_{1'1'} & Y_{1'2'} \\ Y_{2'0} & Y_{2'1} & Y_{2'2} & Y_{2'0'} & Y_{2'1'} & Y_{2'2'} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ \Delta e_1 \\ 0 \\ 0 \\ \Delta e_1 \\ 0 \end{vmatrix} \tag{2.6}$$

Padovi napona Δe_1 su za obje trojke jednaki zbog paralelizma. Izrazi za struje u sustavu simetričnih komponenata glase:

$$i_0 = (Y_{01} + Y_{01'})\,\Delta e_1 \quad i_{0'} = (Y_{0'1} + Y_{0'1'})\,\Delta e_1$$
$$i_1 = (Y_{11} + Y_{11'})\,\Delta e_1 \quad i_{1'} = (Y_{1'1} + Y_{1'1'})\,\Delta e_1 \qquad (2.7)$$
$$i_2 = (Y_{21} + Y_{21'})\,\Delta e_1 \quad i_{2'} = (Y_{2'1} + Y_{2'1'})\,\Delta e_1$$

Faktori strujne neravnoteže se sada mogu definirati kao:

Prva trojka:

$$m_0 = i_0/i_1 = (Y_{01} + Y_{01'})/(Y_{11} + Y_{11'})\ 100\% \qquad (2.8)$$
$$m_2 = i_2/i_1 = (Y_{21} + Y_{21'})/(Y_{11} + Y_{11'})\ 100\%$$

Druga trojka:

$$m_{0'} = i_{0'}/i_{1'} = (Y_{0'1} + Y_{0'1'})/(Y_{1'1} + Y_{1'1'})\ 100\% \qquad (2.9)$$
$$m_{2'} = i_{2'}/i_{1'} = (Y_{2'1} + Y_{2'1'})/(Y_{1'1} + Y_{1'1'})\ 100\%$$

Dvosistemski vod:

uzdužna strujna neravnoteža (Through Current Unbalance = in-phase components):

$$m_{u0} = (i_0+i_{0'})/(i_1+i_{1'}) =$$
$$= (Y_{01}+Y_{01'}+Y_{0'1}+Y_{0'1'})/(Y_{11}+Y_{11'}+Y_{1'1}+Y_{1'1'})\ 100\% \qquad (2.10)$$
$$m_{u2} = (i_2+i_{2'})/(i_1+i_{1'}) =$$
$$= (Y_{21}+Y_{21'}+Y_{2'1}+Y_{2'1'})/(Y_{11}+Y_{11'}+Y_{1'1}+Y_{1'1'})\ 100\%$$

neravnoteža od kružećih struja (Circulating Current Unbalance = out-of-phase components):

$$m_{k0} = (i_0-i_{0'})/(i_1+i_{1'}) =$$
$$= (Y_{01}+Y_{01'}-Y_{0'1}-Y_{0'1'})/(Y_{11}+Y_{11'}+Y_{1'1}+Y_{1'1'})\ 100\% \qquad (2.11)$$
$$m_{k2} = (i_2-i_{2'})/(i_1+i_{1'}) =$$
$$= (Y_{21}+Y_{21'}-Y_{2'1}-Y_{2'1'})/(Y_{11}+Y_{11'}+Y_{1'1}+Y_{1'1'})\ 100\%$$

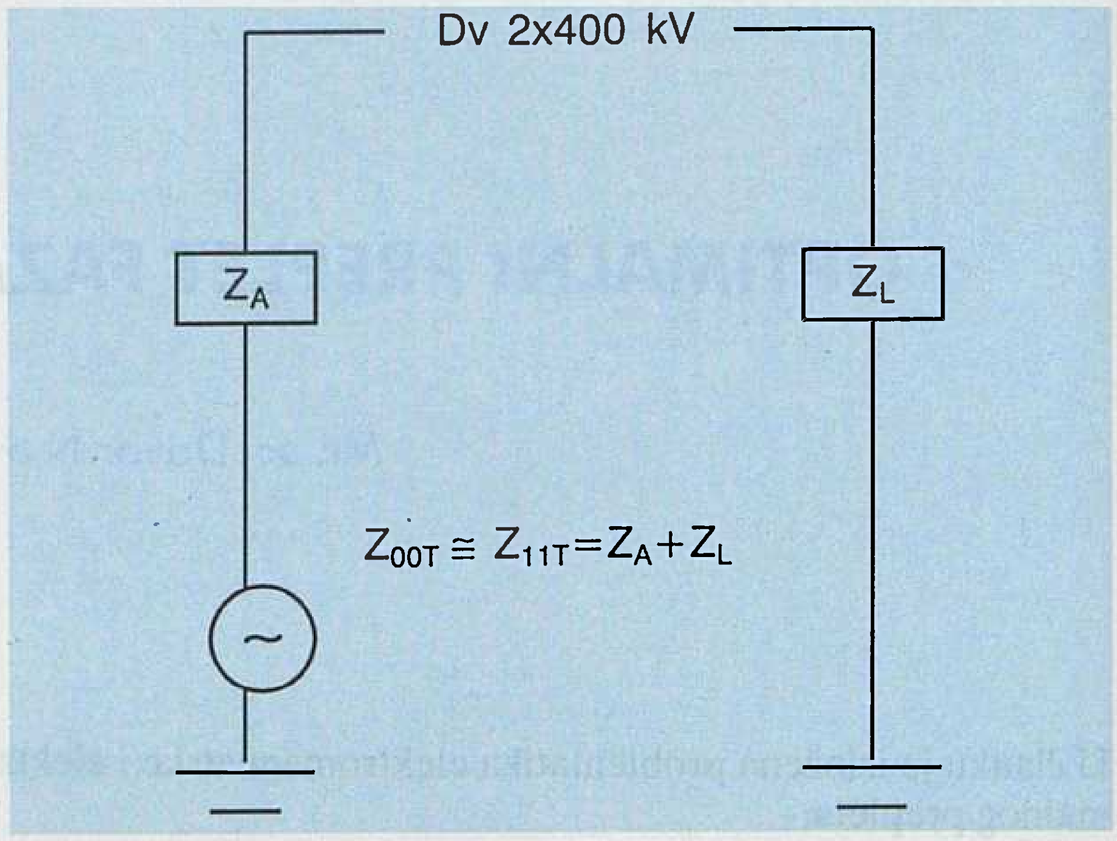
Redukcija neravnoteže od kružećih struja vodi na poznate izraze sa elementima matrice impedancija simetričnih komponenata, koje je izložio Hesse u svojim ranijim radovima:

$$m_{z0} = \left|\frac{Z_{01}}{Z_{00}}\right| 100\% \qquad (2.12)$$
$$m_{z2} = \left|\frac{Z_{21}}{Z_{11}}\right| 100\%$$

Veličine navedene u izrazu (2.12) predstavljaju maksimalne faktore neravnoteže, koje se pojavljuju prigodom kratkog spoja.

Utjecaj simetričnih prilika na krajevima voda na faktore nesimetrija u realnim pogonskim uvjetima prijenosa je moguće razmatrati nakon određivanja nadomjesnih impedancija Z_{00T} i Z_{11T}, (slika 1.) pomoću aproksimativnih izraza:

$$m_{T0} \cong \left|\frac{Z_{01}}{Z_{00}+Z_{00T}}\right| \cdot 100\% \qquad (2.13)$$
$$m_{T2} \cong \left|\frac{Z_{21}}{Z_{11}+Z_{11T}}\right| \cdot 100\%$$



Slika 1. Opterećeni dvosistemski vod

Međutim, utjecaj simetričnih prilika na krajevima voda preko nadomjesnih impedancija Z_{00T} i Z_{11T} u seriji nema bitnog utjecaja na veličine kružećih struja, što očito apostrofira značaj njihovog određivanja.

Neravnoteža napona je posljedica neravnoteža struja u faznim vodičima koja rezultira pojavom nesimetričnih padova napona na različitim točkama uzduž voda. Prema tome, za nesimetrične padove napona vrijedi:

$$\begin{vmatrix} U_{a1} \\ U_{a2} \\ U_{a0} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} E_{a1} \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{10} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{20} \\ Z_{01} & Z_{02} & Z_{00} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} I_{a1} \\ I_{a2} \\ I_{a0} \end{vmatrix} \qquad (2.14)$$

Faktori naponske neravnoteže su definirani kao omjeri inverzne i nulte komponente napona prema direktnoj komponenti napona:

$$\Lambda u_2 = U_{a2} / U_{a1} \qquad (2.15)$$
$$\Lambda u_0 = U_{a0} / U_{a1}$$

2.2. Kapacitivna (elektrostatska) neravnoteža

Elektrostatski parametri se mogu računati koristeći izraze razvijene od Clarke-a, Calabrese-a i Westinghouse-a. Veza između napona i naboja vodiča u trofaznim sustavima definirana je matricom potencijalnih koeficijenata:

$$v = P\,q \qquad (2.16)$$

U faznim komponentama pojedini članovi matrice potencijalnih koeficijenata su

$$P_{ii} = 18\ 10^6\, ln\, (H_{ii}/r_{ii})\ \text{km/F} \qquad (2.17)$$
$$P_{ij} = 18\ 10^6\, ln\, (H_{ij}/D_{ij})\ \text{km/F}$$

gdje su:

r_{ii} - radius vodiča odnosno zaštitnog užeta " i ".

D_{ij} - međusobna udaljenost vodiča ili zaštitnog užeta "i" i vodiča ili zaštitnog užeta " j ".

H_{ij} - međusobna udaljenost između vodiča ili zaštitnog užeta "i" i zrcalne slike vodiča ili zaštitnog užeta " j ".

Matrica potencijalnih komponenata P^{faz}, svedena nakon redukcije zaštitnih užeta i ekvivalentiranja snopova vodiča na matricu reda (6x6), jednostavno se transformira u matricu potencijalnih simetričnih komponenata P^{sim} pomoću matrica transformacije S^6 i T^6:

$$P^{sim} = S^6 P^{faz} T^6 \qquad (2.18)$$

Dvosistemski vod se može prema tome opisati slijedećom relacijom:

$$\begin{vmatrix} v_0 \\ v_1 \\ v_2 \\ v_{0'} \\ v_{1'} \\ v_{2'} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_{00'} & P_{01'} & P_{02'} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & P_{10'} & P_{11'} & P_{12'} \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & P_{20'} & P_{21'} & P_{22'} \\ P_{0'0} & P_{0'1} & P_{0'2} & P_{0'0'} & P_{0'1'} & P_{0'2'} \\ P_{1'0} & P_{1'1} & P_{1'2} & P_{1'0'} & P_{1'1'} & P_{1'2'} \\ P_{2'0} & P_{2'1} & P_{2'2} & P_{2'0'} & P_{2'1'} & P_{2'2'} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} q_0 \\ q_1 \\ q_2 \\ q_{0'} \\ q_{1'} \\ q_{2'} \end{vmatrix} \qquad (2.19)$$

To nam omogućuje definiranje faktora elektrostatske neravnoteže, nulte s_0 i inverzne s_2:

$$s_0 \cong \left|\frac{P_{01}}{P_{00}}\right| \cdot 100\% \qquad (2.20)$$

$$s_2 \cong \left|\frac{P_{21}}{P_{11}}\right| \cdot 100\%$$

U ovom slučaju nesimetrija napona javlja se kao posljedica nesimetričnih kapaciteta prema zemlji i uzrokuje pomak zvjezdišta sustava. Međutim, u mrežama sa kruto uzemljenim zvjezdištem ne dolazi do navedenog pomaka sustava, nego se javlja struja izjednačenja.

2.3. Konvencija o označavanju vodova

Općenito razlikujemo četiri tipa dvosistemskih vodova u odnosu na raspored faza. To su heksagonalni, vertikalni, trokutni i horizontalni:

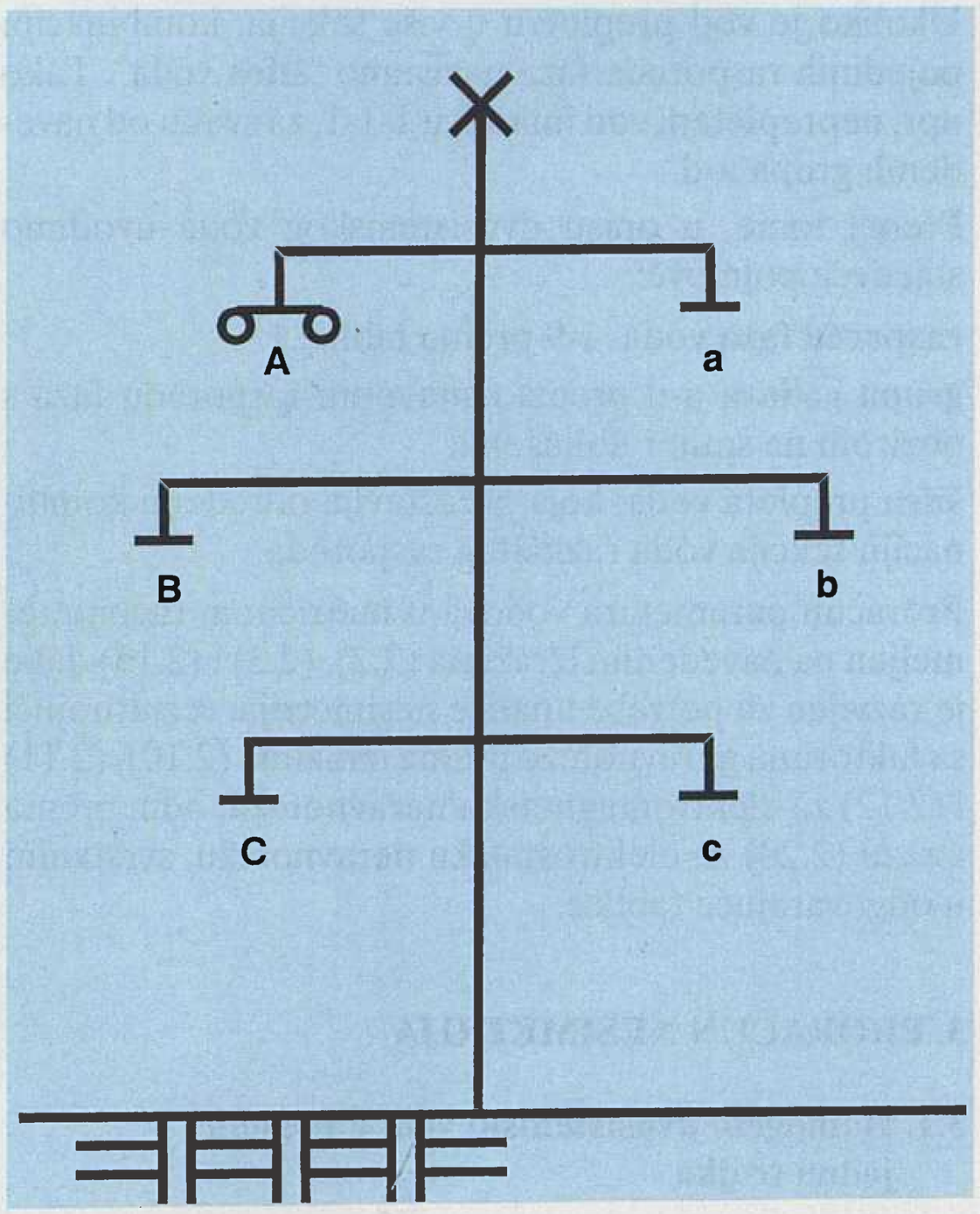
heksagonalni	vertikalni	trokutni	horizontalni
A a	A a	A a	
B b	B b	B C c b	B A C c a b
C c	C c		

Razmatrani vod je dvosistemski vod tipa "bačva" heksagonalnog rasporeda vodiča sa dva vodiča u snopu i jednim zaštitnim užetom. Oznaka "ABC-abc" (slika 2.) odnosi se na slijedeći raspored vodiča:

1. raspored: **ABC- abc**

DV 400KV 2*3*2*490/65Al/C+1*120/70AlMg1E/C

$X(1)$ =	-6.30 M	$Y(1)$ =	32.20 M
$X(2)$ =	-10.60 M	$Y(2)$ =	23.70 M
$X(3)$ =	-7.40 M	$Y(3)$ =	15.70 M
$X(4)$ =	5.90 M	$Y(4)$ =	32.20 M
$X(5)$ =	10.20 M	$Y(5)$ =	23.70 M
$X(6)$ =	7.00 M	$Y(6)$ =	15.70 M
$X(7)$ =	-5.90 M	$Y(7)$ =	32.20 M
$X(8)$ =	-10.20 M	$Y(8)$ =	23.70 M
$X(9)$ =	-7.00 M	$Y(9)$ =	15.70 M
$X(10)$ =	6.30 M	$Y(10)$ =	32.20 M
$X(11)$ =	10.60 M	$Y(11)$ =	23.70 M
$X(12)$ =	7.40 M	$Y(12)$ =	15.70 M
$GX(13)$ =	.00 M	$GY(13)$ =	44.50 M



Slika 2. Označavanje dvosistemskog voda

Oznaka "ABC-abc" prema tome predstavlja ovjes vodiča dvosistemskog voda sa suprotnim smjerom obilaženja, tj. jedna trojka je ovješena u smjeru kazaljke na satu, a druga trojka u smjeru suprotnom od kazaljke na satu.

S obzirom na smjer ovjesa razlikujemo četiri glavne grupe. To su:

a) osnovni raspored ABC-abc
b) osnovni raspored ABC-acb
c) osnovni raspored ACB-abc
d) osnovni raspored ACB-acb

Također navedimo da postoji ***9 mogućih početnih rasporeda faza*** dvosistemskog voda za navedene četiri grupe. To su:

Tablica 1. Kombinacije raspored/grupa dvosistemskog voda

raspored / grupa	a	b	c	d
1	ABC-abc	ABC-acb	ACB-abc	ACB-acb
2	ABC-cab	ABC-cba	ACB-cab	ACB-cba
3	ABC-bca	ABC-bac	ACB-bca	ACB-bac
4	CAB-bca	CAB-bac	CBA-bca	CBA-bac
5	CAB-abc	CAB-acb	CBA-abc	CBA-acb
6	CAB-cab	CAB-cba	CBA-cab	CBA-cba
7	BCA-cab	BCA-cba	BAC-cab	BAC-cba
8	BCA-bca	BCA-bac	BAC-bca	BAC-bac
9	BCA-abc	BCA-acb	BAC-abc	BAC-acb

Ukoliko je vod prepleten u više sekcija, kombinaciju pojedinih rasporeda faza nazivamo "**šifra voda**". Tako npr. neprepleteni vod ima šifru 1-1-1, za svaku od navedenih grupa a-d.

Prema tome, u opisu dvosistemskog voda uvodimo slijedeće pojmove:

raspored faza voda 1-9 prema tablici 1.

grupa vodova a-d prema osnovnom rasporedu faza s obzirom na smijer obilaženja

šifra prepleta voda, koja predstavlja određenu kombinaciju sekcija voda različitog rasporeda.

Proračun parametara vodova u matričnom računu temeljen na navedenim izrazima (2.2), (2.3) i (2.17) dalje je razvijen za potrebe analize nesimetrija, rezultirajući sa faktorima neravnoteže prema izrazima (2.10), (2.11) i (2.12) za elektromagnetsku neravnotežu, odn. prema izrazu (2.20) za elektrostatsku neravnotežu, svrstanim u odgovarajuće tablice.

3. PRORAČUN NESIMETRIJA

3.1. Homogeni dvosistemski vod, u pogonu jedna trojka

Homogeni dvosistemski vod može biti u tijeku etapne izgradnje u prvoj etapi u pogonu sa samo jednom trojkom, odnosno sa obje trojke gdje je druga trojka izvan pogona (isključena i uzemljena) ili sa obje trojke gdje je druga trojka u praznom hodu (priključena na napon djeluje kao kondenzator) i konačno druga trojka može biti priključena na različiti naponski nivo u potpuno različitom strujnom krugu.

Općenito, ukoliko je svaka trojka dvosistemskog voda u nekom konačno odabranom prepletu za dvosistemski vod i sama potpuno prepletena (jedan potpuni prepletni ciklus), može se konstatirati da i pogon jedne trojke zadovoljava u odnosu na zahtjeve u ograničenju nesimetričnosti. Međutim, ukoliko je dvosistemski vod samo djelomično prepleten, ili neprepleten u nekom povoljnijem početnom rasporedu faza (vidjeti dalje razmatranja u točki 3.2.), tada pogon samo jedne trojke predstavlja nepovoljniju okolnost u odnosu na nivo nesimetričnosti, jer izostaje poništavajuće djelovanje struje u drugoj trojci ma neravnotežu kompletnog dvosistemskog voda.

Povoljan slučaj je, kada se nivo nesimetrije kod pogona samo jedne trojke bitno ne mijenja u odnosu na pogon kompletnog dvosistemskog voda, zbog provedenog kompletnog prepleta svake pojedine trojke. Jedino u mogućem slučaju priključenja druge trojke na različiti naponski nivo u potpuno različitom strujnom krugu može doći do stanovitog porasta elektromagnetske i elektrostatske neravnoteže, zbog različite dužine druge trojke razmatranog voda.

Tada navedeni slučaj treba rješavati nezavisno, ovisno o novouspostavljenoj topologiji elektroenergetskog sustava.

3.2.Homogeni dvosistemski vod, u pogonu obje trojke

Proračun faktora neravnoteže za homogeni dvosistemski vod (u pogonu obje trojke u paraleli!) proveden je prema izrazima iz točke 2. Podaci voda su uzeti prema hrvatskim podlogama DV 2x400 kV Žerjavinec - Heviz, za heksagonalni oblik stupa "bačva" sa dva vodiča u snopu i jednim zaštitnim užetom [3].

Ovjesi vodiča, odnosno snopova vodiča homogenog dvosistemskog neprepletenog voda mogu biti različitog rasporeda. Šest faznih (snopova) vodiča moguće je razmjestiti u ukupno

6! = 720 permutacija

Proračun faktora neravnoteže proveden je za sve moguće kombinacije vodiča prve i druge trojke, uz uvjet da **nema prepleta između trojki** dvosistemskog voda. U tome slučaju se broj kombinacija smanjuje na

$(3!)^2$ = 36 kombinacija

Navedenih 36 kombinacija možemo dalje podijeliti na 4 glavne grupe po 9 kombinacija, prikladnih za cikličko permutiranje faza.

Pregled rezultata proračuna faktora neravnoteže svrstanih uz uvjet minimuma sume sva četiri faktora prema izrazima (2.10) i (2.11) prikazan je u tablici 2., za svih 36 kombinacija.

Tablica 2. prikazuje podatke faktora elektromagnetske neravnoteže određenih prema izrazima (2.10) i (2.11) i svrstanih u uzlaznom nizu sume svih faktora. Najpovoljniji rasporedi u (heksagonalnom) rasporedu vodiča su:

red. br. 6 oznaka: **ABC-cba** = raspored: **A c / B b / C a**

red. br. 8 oznaka: **BAC-cab** = raspored: **B c / A a / C b**

red. br. 14 oznaka: **CAB-bac** = raspored: **C b / A a / B c**

red. br. 22 oznaka: **ACB-bca** = raspored: **A b / C c / B a**

red. br. 28 oznaka: **BCA-acb** = raspored: **B a / C c / A b**

red. br. 36 oznaka: **CBA-abc** = raspored: **C a / B b / A c**

Prema tome, očito je da veličine faktora neravnoteže neprepletenog dvosistemskog voda ovise o **početnom rasporedu faznih vodiča.**

Tablica 2. Kombinacije različitog rasporeda ovjesa homogenog dvosistemskog neprepletenog voda tipa BAČVA (heksagonalan raspored)

redni broj	tip prepleta	uzdužna strujna neravnoteža		neravnoteža od kružećih struja	
		mu0%	mu2%	mk0%	mk2%
6	ABC-cba	0.73	3.25	1.28	0.86
8	BAC-cab	0.73	3.25	1.28	0.86
14	CAB-bac	0.73	3.25	1.28	0.86
22	ACB-bca	0.73	3.25	1.28	0.86
28	BCA-acb	0.73	3.25	1.28	0.86
36	CBA-abc	0.73	3.25	1.28	0.86
7	BAC-cba	0.72	0.36	4.53	6.36
11	BAC-acb	0.72	0.36	4.53	6.36
19	ACB-cba	0.72	0.36	4.53	6.36
21	ACB-bac	0.72	0.36	4.53	6.36
33	CBA-bac	0.72	0.36	4.53	6.36
35	CBA-acb	0.72	0.36	4.53	6.36
3	ABC-cab	0.78	0.37	4.51	6.45
5	ABC-bca	0.78	0.37	4.51	6.45
13	CAB-abc	0.78	0.37	4.51	6.45
17	CAB-bca	0.78	0.37	4.51	6.45
25	BCA-abc	0.78	0.37	4.51	6.45
27	BCA-cab	0.78	0.37	4.51	6.45
9	BAC-bac	1.52	11.34	0	0
23	ACB-acb	1.52	11.34	0	0
31	CBA-cba	1.52	11.34	0	0
1	ABC-abc	1.67	11.55	0	0
15	CAB-cab	1.67	11.55	0	0
29	BCA-bca	1.67	11.55	0	0
2	ABC-bac	0.79	7.21	5.21	7.04
12	BAC-abc	0.79	7.21	5.21	7.04
16	CAB-acb	0.79	7.21	5.21	7.04
20	ACB-cab	0.79	7.21	5.21	7.04
30	BCA-cba	0.79	7.21	5.21	7.04
34	CBA-bca	0.79	7.21	5.21	7.04
4	ABC-acb	1.56	8.83	3.89	6.17
10	BAC-bca	1.56	8.83	3.89	6.17
18	CAB-cba	1.56	8.83	3.89	6.17
24	ACB-abc	1.56	8.83	3.89	6.17
26	BCA-bac	1.56	8.83	3.89	6.17
32	CBA-cab	1.56	8.83	3.89	6.17

4. MOGUĆNOST SMANJENJA NESIMETRIJA UZDUŽNIM PREPLITANJEM VODIČA SEKCIONIRANOG VODA

4.1. Općenito

U točki 3. prikazan je utjecaj različitog rasporeda vodiča na konačnu nesimetriju voda, iskazanu sa faktorima neravnoteže nultog i inverznog sustava. Dobro odabranim raporedom vodiča moguće je nesimetrije smanjiti, ali ne i eliminirati. Daljnje mogućnosti smanjenja nesimetrija treba tražiti u cikličkoj zamjeni pojedinih faza slijedeći jednostavnu filozofiju da treba svaka faza doći ravnomjerno na svako mjesto, za svaku od trojki dvosistemskog voda.

Iz prijenosnih jednadžbi četveropola koji nadomješta kratki vod (sekcije!) s uvažavanjem samo uzdužne impedancije (zanemaren utjecaj "poprečnih" konstanti voda za dužine manje od 200 km) razvijena je u Direkciji za razvoj Francuske elektroprivrede aproksimativna metoda proračuna nesimetrija [3], koja na temelju prijenosnih jednadžbi četveropola nadomješta kratki vod samo sa uzdužnom impedancijom.

$$U_{ul} = \mathbf{1} \cdot U_{iz} + Z \cdot I_{iz} \qquad (4.1)$$

$$I_{ul} = \mathbf{0} \cdot U_{iz} + \mathbf{1} \cdot I_{iz}$$

Indeksima "ul", odnosno "iz" označene su ulazne odnosno izlazne veličine. U matričnoj formulaciji:

$$|UL| = |\Gamma| \cdot |IZ| \qquad (4.2)$$

gdje je $|UL|$ stupčana matrica ulaznih napona i struja, $|IZ|$ izlaznih, a $|\Gamma|$ je lančana ili prijenosna matrica:

$$|UL| = \begin{bmatrix} U_{ul} \\ I_{ul} \end{bmatrix}, \quad |IZ| = \begin{bmatrix} U_{iz} \\ I_{iz} \end{bmatrix}, \quad |\Gamma| = \begin{bmatrix} |\mathbf{1}| & |Z| \\ |\mathbf{0}| & |\mathbf{1}| \end{bmatrix}, \qquad (4.3)$$

U slučaju neprepletenog voda prikladno je promatrati vod kao serijski spoj dionica sa jednakim rasporedom vodiča. Za svaku se dionicu može postaviti lančana matrica "γ", pa će za ukupnu dužinu voda u slučaju "n" dionica, biti:

$$\Gamma = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdots\cdots \gamma_n \qquad (4.4)$$

Npr., ako je vod sa dva prepleta podijeljen u tri dionice (lanac od tri četveropola) onda je:

$$\Gamma = \gamma_I \cdot \gamma_{II} \cdot \gamma_{III} = \begin{vmatrix} |\mathbf{1}| & 3|Z| \\ |\mathbf{0}| & |\mathbf{1}| \end{vmatrix}, \qquad (4.5)$$

gdje je

$$3 \cdot |Z| = |Z_I| + |Z_{II}| + |Z_{III}| = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{bb} & Z_{bc} & Z_{ba} \\ Z_{cb} & Z_{cc} & Z_{ca} \\ Z_{ab} & Z_{ac} & Z_{aa} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{cc} & Z_{ca} & Z_{cb} \\ Z_{ac} & Z_{aa} & Z_{ab} \\ Z_{bc} & Z_{a} & Z_{bb} \end{bmatrix} \qquad (4.6)$$

Provedene analize u nastavku temeljene su na navedenoj aproksimativnoj metodi, transformanoj u sustav simetričnih komponenata.

4.2. Homogeni dvosistemski vod

4.2.1. *Potpuni preplet homogenog dvosistemskog voda (36 sekcija)*

Potpuni preplet dvosistemskog voda moguće je postići cikličkom **zamjenom svih kombinacija parova vodiča** odnosno snopa vodiča, u ukupno 36 sekcija.

Na temelju matematičkog modela iz točke 4.1 prikazan je **kumulativni proračun** faktora neravnoteže dvosistemskog voda DV 2x400kV 2*3*2*490/65Al/C+1*120/70AlMg1E/C dužine 167.770 ≅ 168 km, preplitanjem svih parova faza, počevši preplitanje od početnog rasporeda **ABC- abc** trojki. Ciklus preplitanja je 168/36 = 4.667 km.

	sekcija	mu0	mu2	mk0	mk2	mz0	mz2	s0	s2
medjurezultat:	1 ABC- abc	1.67	11.55	.00	.00	1.82	11.56	3.69	10.37
medjurezultat:	2 ABC- bac	1.10	7.91	2.64	3.57	1.29	8.04	3.67	7.05
medjurezultat:	3 ABC- cab	.83	5.32	3.26	4.55	.97	5.39	2.78	4.75
medjurezultat:	4 ABC- acb	1.01	4.93	2.96	4.34	1.16	5.10	2.51	4.55
medjurezultat:	5 ABC- bca	.89	3.92	3.16	4.57	1.02	4.03	2.12	3.65
medjurezultat:	6 ABC- cba	.80	3.80	2.66	3.80	.91	3.90	1.84	3.57
medjurezultat:	7 BAC- cba	.58	3.27	1.61	2.38	.66	3.32	1.67	3.06
medjurezultat:	8 BAC- cab	.41	2.64	1.29	1.98	.49	2.7	1.56	2.47
medjurezultat:	9 BAC- bac	.32	1.93	1.15	1.77	.42	1.86	1.79	1.66
medjurezultat:	10 BAC- bca	.32	1.10	.99	1.69	.42	1.00	1.73	.87
medjurezultat:	11 BAC- acb	.35	.98	.91	1.75	.46	.92	1.66	.80
medjurezultat:	12 BAC- abc	.39	1.49	.72	1.49	.50	1.47	1.83	1.27
medjurezultat:	13 CAB- abc	.34	1.40	.83	1.51	.44	1.33	1.75	1.17
medjurezultat:	14 CAB- bac	.27	1.43	.82	1.44	.38	1.36	1.69	1.22
medjurezultat:	15 CAB- cab	.15	1.92	.77	1.35	.23	1.92	1.47	1.73
medjurezultat:	16 CAB- acb	.13	1.80	1.04	1.69	.21	1.81	1.34	1.64
medjurezultat:	17 CAB- bca	.08	1.70	1.25	1.98	.15	1.72	1.15	1.55
medjurezultat:	18 CAB- cba	.02	2.02	1.27	2.02	.06	2.05	.98	1.85
medjurezultat:	19 ACB- cba	.06	1.89	1.05	1.72	.08	1.96	.85	1.76
medjurezultat:	20 ACB- cab	.10	1.83	.74	1.30	.12	1.90	.84	1.70
medjurezultat:	21 ACB- bac	.08	1.74	.49	.93	.12	1.80	.89	1.62
medjurezultat:	22 ACB- bca	.08	1.55	.43	.86	.12	1.62	.81	1.44
medjurezultat:	23 ACB- acb	.14	1.15	.41	.82	.19	1.18	.86	1.03
medjurezultat:	24 ACB- abc	.19	.74	.36	.74	.25	.74	.92	.64
medjurezultat:	25 BCA- abc	.20	.70	.43	.79	.26	.72	.85	.61
medjurezultat:	26 BCA- bac	.18	.88	.35	.63	.23	.93	.79	.81
medjurezultat:	27 BCA- cab	.14	.87	.38	.57	.18	.89	.71	.77
medjurezultat:	28 BCA- acb	.16	.82	.40	.58	.20	.84	.65	.74
medjurezultat:	29 BCA- bca	.16	.90	.38	.56	.19	.93	.51	.85
medjurezultat:	30 BCA- cba	.15	.75	.53	.75	.17	.78	.37	.71
medjurezultat:	31 CBA- cba	.09	.38	.52	.73	.11	.36	.24	.34
medjurezultat:	32 CBA- cab	.04	.30	.42	.56	.05	.29	.20	.26
medjurezultat:	33 CBA- bac	.04	.29	.32	.42	.04	.28	.16	.25
medjurezultat:	34 CBA- bca	.04	.10	.17	.21	.05	.09	.04	.09
medjurezultat:	35 CBA- acb	.02	.10	.04	.03	.02	.09	.04	.09
medjurezultat:	36 CBA- abc	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

Navedeni su svi faktori neravnoteže za nulti (oznaka 0) i inverzni (oznaka 2) sustav simetričnih komponenata, uz slijedeći način označavanja:

- za (m = elektromagnetska neravnoteža), prikazani su faktori:
  mu0, mu2 (izraz 2.10 u točki 2),
  mk0, mk2 (izraz 2.11 u točki 2),
  mz0, mz2 (izraz 2.12 u točki 2),
- za (s = elektrostatska neravnoteža), prikazani su faktori:
  s0, s2 (izraz 2.20 u točki 2).

4.2.2. *Potpuni preplet homogenog dvosistemskog voda (9 sekcija)*

Potpuni preplet dvosistemskog voda također je moguće postići **cikličkom zamjenom sva tri vodiča jedne trojke** u smijeru kazaljke na satu ili u smijeru obrnutom od kazaljke na satu; u oba slučaja radi se ustvari o istodobnoj zamjeni **dva para vodiča**, odnnosno snopa vodiča, u ukupno 9 sekcija.

Ponovo ćemo, prema matematičkom modelu iz točke 4.1. prikazati **kumulativni proračun** faktora neravnoteže dvosistemskog voda DV 2x400kV 2*3*2*490/65Al/C+1*120/70AlMg1E/C dužine 167.770 ≅ 168 km, cikličkim preplitanjem vodiča pojedine trojke dvosistemskog voda, počevši preplitanje od početnog rasporeda **ABC- abc** trojki. Ciklus preplitanja je 168/9 = 18.667 km.

	sekcija	*mu*0	*mu*2	*mk*0	*mk*2	*mz*0	*mz*2	*s*0	*s*2
medjurezultat:	1 ABC- abc	1.67	11.55	.00	.00	1.82	11.56	3.69	10.37
medjurezultat:	2 ABC- cab	1.07	5.75	2.33	3.33	1.20	5.98	2.44	5.33
medjurezultat:	3 ABC- bca	.80	3.80	2.66	3.80	.91	3.90	1.84	3.57
medjurezultat:	4 CAB- bca	.40	2.75	2.29	3.28	.45	3.04	.92	2.71
medjurezultat:	5 CAB- abc	42	2.26	1.58	2.26	.48	2.44	.98	2.17
medjurezultat:	6 CAB- cab	.40	1.90	1.33	1.90	.45	1.95	.92	1.78
medjurezultat:	7 BCA- cab	.30	1.62	.66	.94	.34	1.73	.70	1.54
medjurezultat:	8 BCA- bca	.10	.05	.58	.83	.11	.06	.23	.01
medjurezultat:	9 BCA- abc	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

Ponovno su navedeni svi faktori neravnoteže za nulti (oznaka 0) i inverzni (oznaka 2) sustav simetričnih komponenata, uz slijedeći način označavanja:

- za (*m* = elektromagnetska neravnoteža), prikazani su faktori:
  ***mu*0, *mu*2** (izraz 2.10),
  ***mk*0, *mk*2** (izraz 2.11),
  ***mz*0, *mz*2** (izraz 2.12),
- za (s = elektrostatska neravnoteža), prikazani su faktori:
  ***s*0, *s*2** (izraz 2.20).

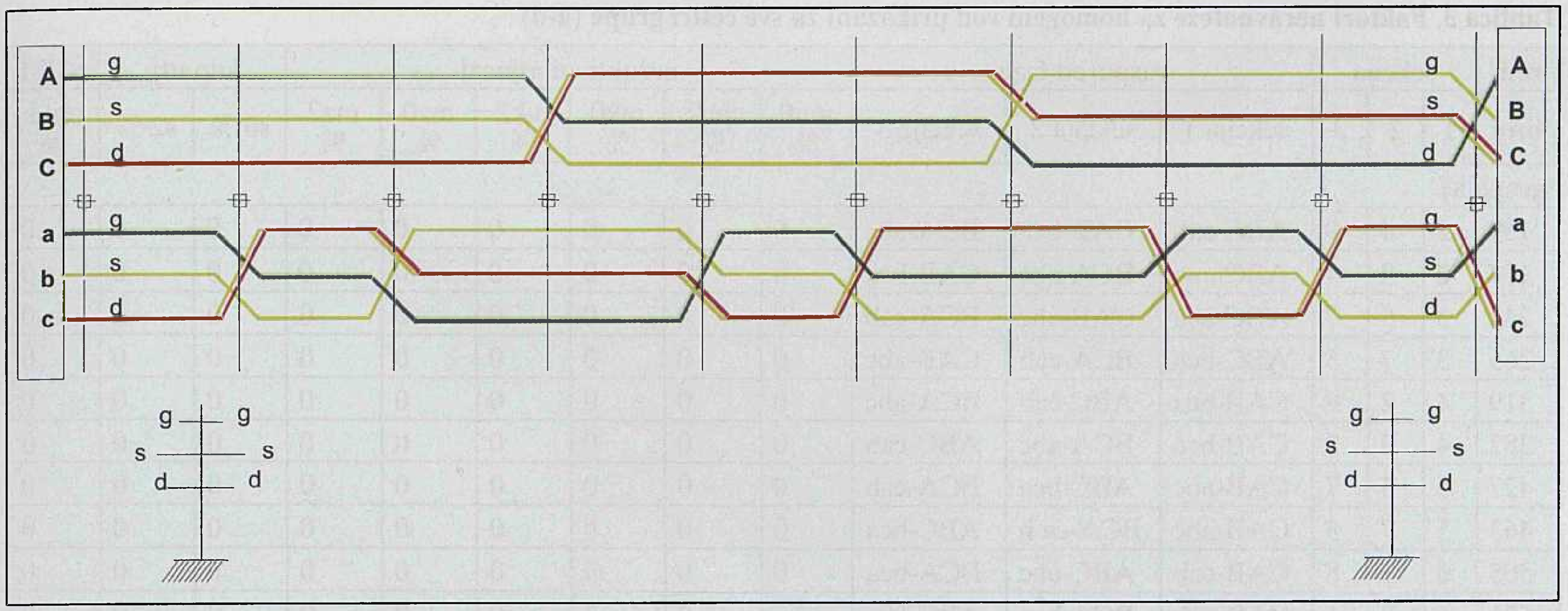
Potpuni preplet homogenog dvosistemskog voda u 9 sekcija prikazan je na slici 3.

4.2.3. *Potpuni preplet homogenog dvosistemskog voda (3 sekcije)*

Potpuni preplet dvosistemskog voda također je moguće postići **cikličkom zamjenom sva tri vodiča, odnosno snopa vodiča jedne trojke u 3 sekcije,** odabiranjem najpovoljnijeg početnog rasporeda trojki homogenog dvosistemskog voda. Budući da nam je taj položaj nepoznat, treba provesti kompletan proračun za sve moguće slučajeve.

Uz uvjet da se ne razmatra međusobno preplitanje između trojki dvosistemskog voda, postoje četiri **grupe osnovnog rasporeda** vodiča dvosistemskog voda (vidjeti točku 6.3.):

a) osnovni raspored "**ABC-abc**" u sve tri sekcije
b) osnovni raspored "**ABC-acb**" u sve tri sekcije
c) osnovni raspored "**ACB-abc**" u sve tri sekcije
d) osnovni raspored "**ACB-acb**" u sve tri sekcije



Slika 3. Potpuni preplet homogenog dvosistemskog voda u 9 sekcija

U tablici 3. su prikazani rezultati proračuna faktora neravnoteže dvosistemskog voda DV 2x400KV 2*3*2*490/65Al/C+1*120/70AlMg1E/C dužine 167.770 ≅ 168 km, cikličkim preplitanjem vodiča pojedine trojke dvosistemskog voda za različite ***početne rasporede*** trojki homogenog dvosistemskog voda. Ciklus preplitanja je 168/3 = 56 km.

Za svaku grupu a) - d) provedeno je ukupno

$(9+1)^3$ = 1000 proračuna

(potencija "3" se odnosi na tri sekcije, a permutacija "+1" je uvedena zbog vraćanja na početni raspored), sa ispisom

$(9)^3$ = 729 proračuna

Rezultati proračuna su potom svi zajednički prikazani u tablici 3. ukupne veličine od

$4(9)^3$ = 2916 proračuna

Slijedeći striktno matematički model prikazan u točki 4.1., koji se temelji na uzdužnim impedancijama vodiča (elektromagnetska neravnoteža), dopunjen razmatranjima prema točki 2.1. (značaj kružnih struja), kriterij uspoređivanja "dobrote" pojedinog prepleta se može definirati prema izrazima (2.10) i (2.11):

$$\min \Sigma\,(mu, mk\,\%) \qquad (4.7)$$

gdje su:

$$mu \equiv m_{u0} + m_{u2},$$
$$mk \equiv m_{k0} + m_{k2}$$

U točnijim računima treba još provesti korekciju faktora uzdužne neravnoteže $mu \equiv m_{u0} + m_{u2}$ prema izrazima (2.13) u ovom slučaju za opterećeni vod (utjecaj simetričnih prilika na krajevima voda). Međutim, za usporedbu suma u slučajevima kada su faktori kružnih struja jednaki nuli, dovoljno je baratati samo sa apsolutnim sumama bez navedene korekcije.

Rezultati provedenih proračuna (tablica 3.) svrstani po kriteriju (4.7) bez korekcije faktora uzdužne neravnoteže za opterećeni vod, pokazuju da postoje ukupno 4(grupe)x18(proračuna)=72 kombinacije potpunog prepleta dvosistemskog voda u odnosu na elektromagnetsku neravnotežu, uz uvjet da nisu razmatrane kombinacije međusobnog preplitanje između trojki dvosistemskog voda.

Na temelju rezultata proračuna može se utvrditi opće pravilo da su najbolje kombinacije slučajevi kada se na svakoj od 6 pozicija (sa identičnim koordinatama x_i i y_i vodiča (snopova) dvosistemskog voda ravnomjerno mijenjaju sve tri faze.

Slika 4. prikazuje karakteristični primjer za prvo navedeni raspored pod rednim brojem 139 tablice 3.

5. ZAKLJUČAK

Nakon temeljnih postavki postupno je izložena mogućnost smanjenja elektromagnetske (induktivne) neravnoteže i elektrostatske (kapacitivne) neravnoteže različitim načinima preplitanja faza, preko jednostavnijih modela sve do realnog modela dvosistemskog voda.

Pri tome su, zbog lakšeg razumijevanja izložene metodologije, u opisu dvosistemskog voda uvedeni slijedeći pojmovi (vidjeti točku 2):

raspored faza voda 1-9 prema tablici 1.

grupa vodova a-d prema osnovnom rasporedu faza s obzirom na smjer obilaženja

šifra prepleta voda, koja predstavlja određenu kombinaciju sekcija voda različitog rasporeda.

Provedena analiza, temeljena na kriteriju usporedbe veličina ukupne sume pojedinih faktora elektromagnetske neravnoteže prema zaključcima u točki 4.2.3. za svaki pojedini preplet, pokazuje da se najpovoljnije prilike ograničenja nesimetrija mogu postići u tri slučaja:

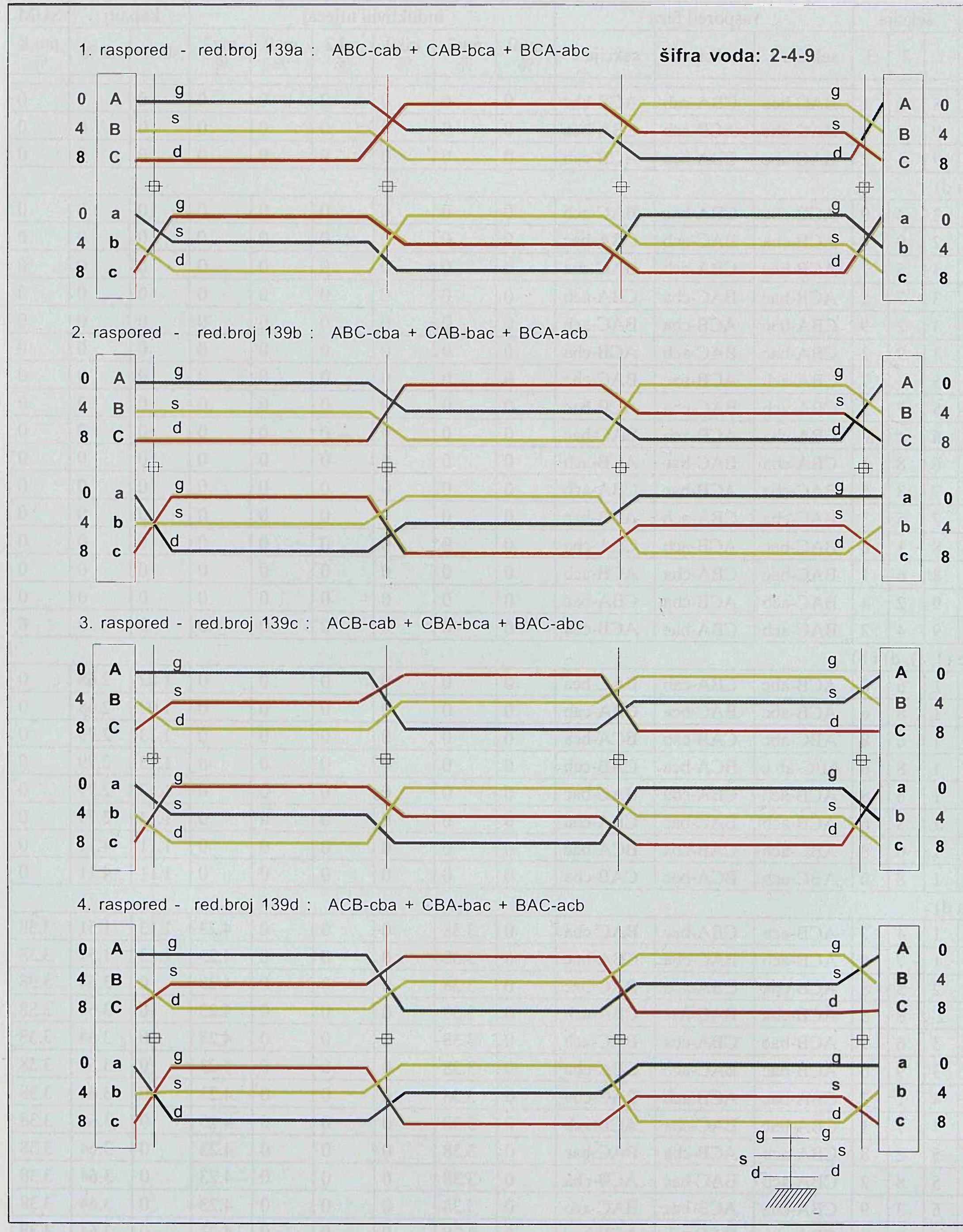
- sve kombinacije 2, 4, 9 za sve grupe vodova a-d
- sve kombinacije 3, 5, 7 za sve grupe vodova a-d
- sve* kombinacije 1, 6, 8 za sve grupe vodova a-d

Tablica 3. Faktori neravnoteže za homogeni vod prikazani za sve četiri grupe (a-d)

red.	sekcija			raspored faza			induktivni utjecaj						kap.utj.		SUM
broj	1	2	3	sekcija 1	sekcija 2	sekcija 3	mu0 %	mu2 %	mk0 %	mk2 %	mz0 %	mz2 %	s0 %	s2 %	mu,k %
grupa a)															
139	2	4	9	ABC-cab	CAB-bca	BCA-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
184	2	9	4	ABC-cab	BCA-abc	CAB-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
247	3	5	7	ABC-bca	CAB-abc	BCA-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
265	3	7	5	ABC-bca	BCA-cab	CAB-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	4	2	9	CAB-bca	ABC-cab	BCA-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
382	4	9	2	CAB-bca	BCA-abc	ABC-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
427	5	3	7	CAB-abc	ABC-bca	BCA-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
463	5	7	3	CAB-abc	BCA-ca b	ABC-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
508	6	1	8	CAB-cab	ABC-abc	BCA-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
571	6	8	1	CAB-cab	BCA-bca	ABC-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
625	7	3	5	BCA-cab	ABC-bca	CAB-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
643	7	5	3	BCA-cab	CAB-abc	ABC-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
706	8	1	6	BCA-bca	ABC-abc	CAB-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
751	8	6	1	BCA-bca	CAB-cab	ABC-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
814	9	2	4	BCA-abc	ABC-cab	CAB-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
832	9	4	2	BCA-abc	CAB-bca	ABC-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grupa b)															
139	2	4	9	ABC-cba	CAB-bac	BCA-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
184	2	9	4	ABC-cba	BCA-acb	CAB-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
247	3	5	7	ABC-bac	CAB-acb	BCA-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
265	3	7	5	ABC-bac	BCA-cba	CAB-ac b	0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	4	2	9	CAB-bac	ABC-cba	BCA-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
382	4	9	2	CAB-bac	BCA-acb	ABC-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
427	5	3	7	CAB-acb	ABC-bac	BCA-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
463	5	7	3	CAB-acb	BCA-cba	ABC-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
508	6	1	8	CAB-cba	ABC-acb	BCA-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
571	6	8	1	CAB-cba	BCA-bac	ABC-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
625	7	3	5	BCA-cba	ABC-bac	CAB-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
643	7	5	3	BCA-cba	CAB-acb	ABC-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
706	8	1	6	BCA-bac	ABC-acb	CAB-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
751	8	6	1	BCA-bac	CAB-cba	ABC-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
814	9	2	4	BCA-acb	ABC-cba	CAB-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
832	9	4	2	BCA-acb	CAB-bac	ABC-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grupa c)															
13 9	2	4	9	ACB-cab	CBA-bca	BAC-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
184	2	9	4	ACB-cab	BAC-abc	CBA-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
247	3	5	7	ACB-bca	CBA-abc	BAC-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
265	3	7	5	ACB-bca	BAC-cab	CBA-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	4	2	9	CBA-bca	ACB-cab	BAC-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
382	4	9	2	CBA-bca	BAC-abc	ACB-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
427	5	3	7	CBA-abc	ACB-bca	BAC-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
463	5	7	3	CBA-abc	BAC-cab	ACB-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
508	6	1	8	CBA-cab	ACB-abc	BAC-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
571	6	8	1	CBA-cab	BAC-bca	ACB-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
625	7	3	5	BAC-cab	ACB-bca	CBA-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
643	7	5	3	BAC-cab	CBA-abc	ACB-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
706	8	1	6	BAC-bca	ACB-abc	CBA-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0

red.	sekcija			raspored faza			induktivni utjecaj						kap.utj.		SUM
broj	1	2	3	sekcija 1	sekcija 2	sekcija 3	mu0 %	mu2 %	mk0 %	mk2 %	mz0 %	mz2 %	s0 %	s2 %	mu,k %
751	8	6	1	BAC-bca	CBA-cab	ACB-abc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
814	9	2	4	BAC-abc	ACB-cab	CBA-bca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
832	9	4	2	BAC-abc	CBA-bca	ACB-cab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grupa d)															
139	2	4	9	ACB-cba	CBA-bac	BAC-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
184	2	9	4	ACB-cba	BAC-acb	CBA-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
247	3	5	7	ACB-bac	CBA-acb	BAC-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
265	3	7	5	ACB-bac	BAC-cba	CBA-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	4	2	9	CBA-bac	ACB-cba	BAC-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
382	4	9	2	CBA-bac	BAC-acb	ACB-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
427	5	3	7	CBA-acb	ACB-bac	BAC-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
463	5	7	3	CBA-acb	BAC-cba	ACB-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
508	6	1	8	CBA-cba	ACB-acb	BAC-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
571	6	8	1	CBA-cba	BAC-bac	ACB-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
625	7	3	5	BAC-cba	ACB-bac	CBA-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
643	7	5	3	BAC-cba	CBA-acb	ACB-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
706	8	1	6	BAC-bac	ACB-acb	CBA-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
751	8	6	1	BAC-bac	CBA-cba	ACB-acb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
814	9	2	4	BAC-acb	ACB-cba	CBA-bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
832	9	4	2	BAC-acb	CBA-bac	ACB-cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grupe c), a), d) i b)															
58	1	6	8	ACB-abc	CBA-cab	BAC-bca	0	0	0	0	0	0	1.02	2.68	0
76	1	8	6	ACB-abc	BAC-bca	CBA-cab	0	0	0	0	0	0	1.02	2.68	0
58	1	6	8	ABC-abc	CAB-cab	BCA-bca	0	0	0	0	0	0	1.13	2.79	0
76	1	8	6	ABC-ab c	BCA-bca	CAB-cab	0	0	0	0	0	0	1.13	2.79	0
58	1	6	8	ACB-acb	CBA-cba	BAC-bac	0	0	0	0	0	0	1.13	2.79	0
76	1	8	6	ACB-acb	BAC-bac	CBA-cba	0	0	0	0	0	0	1.13	2.79	0
58	1	6	8	ABC-acb	CAB-cba	BCA-bac	0	0	0	0	0	0	1.11	4.11	0
76	1	8	6	ABC-acb	BCA-bac	CAB-cba	0	0	0	0	0	0	1.11	4.11	0
grupa d)															
37	1	4	7	ACB-acb	CBA-bac	BAC-cba	0	3.38	0	0	0	4.23	1.13	1.51	3.38
64	1	7	4	ACB-acb	BAC-cba	CBA-bac	0	3.38	0	0	0	4.23	1.13	1.51	3.38
148	2	5	8	ACB-cba	CBA-acb	BAC-bac	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
175	2	8	5	ACB-cba	BAC-bac	CBA-acb	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
259	3	6	9	ACB-bac	CBA-cba	BAC-acb	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
286	3	9	6	ACB-bac	BAC-acb	CBA-cba	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
307	4	1	7	CBA-bac	ACB-acb	BAC-cba	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
361	4	7	1	CBA-bac	BAC-cba	ACB-acb	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
418	5	2	8	CBA-acb	ACB-cba	BAC-bac	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
472	5	8	2	CBA-acb	BAC-bac	ACB-cba	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
529	6	3	9	CBA-cba	ACB-bac	BAC-acb	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
583	6	9	3	CBA-cba	BAC-acb	ACB-bac	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
604	7	1	4	BAC-cba	ACB-acb	CBA-bac	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
631	7	4	1	BAC-cba	CBA-bac	ACB-acb	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
715	8	2	5	BAC-bac	ACB-cba	CBA-acb	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
742	8	5	2	BAC-bac	CBA-acb	ACB-cba	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
826	9	3	6	BAC-acb	ACB-bac	CBA-cba	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38
853	9	6	3	BAC-acb	CBA-cba	ACB-bac	0	3.38	0	0	0	4.23	0	3.64	3.38

..... itd.



Slika 4. Potpuni preplet homogenog dvosistemskog voda u 3 sekcije

Utjecaj preplitanja na nesimetrije struja mogu se prikazati na konkretnom primjeru dvosistemskog voda DV 2x400 kV Žerjavinec - Heviz opterećenog prirodnom snagom prijenosa od 1034 MVA, u kombinaciji sa impedancijom izvora od $Z_A = 12\,\Omega$. (slika 1). Rezultati su dani za nehomogeni vod, koji se nakon 97.798 km na hrvatskoj strani (*vodiči 2x3x2x490/65 AL/Č, zaštitno uže 1x120/70 AlMg1E/Č*) nastavlja u dužini od 69.972 km sa drugačijim dvosistemskim vodom na mađarskoj strani (*vodiči 2x3x2x500/65 AL/È, zaštitna užeta 2x95/55 AL/Č)*

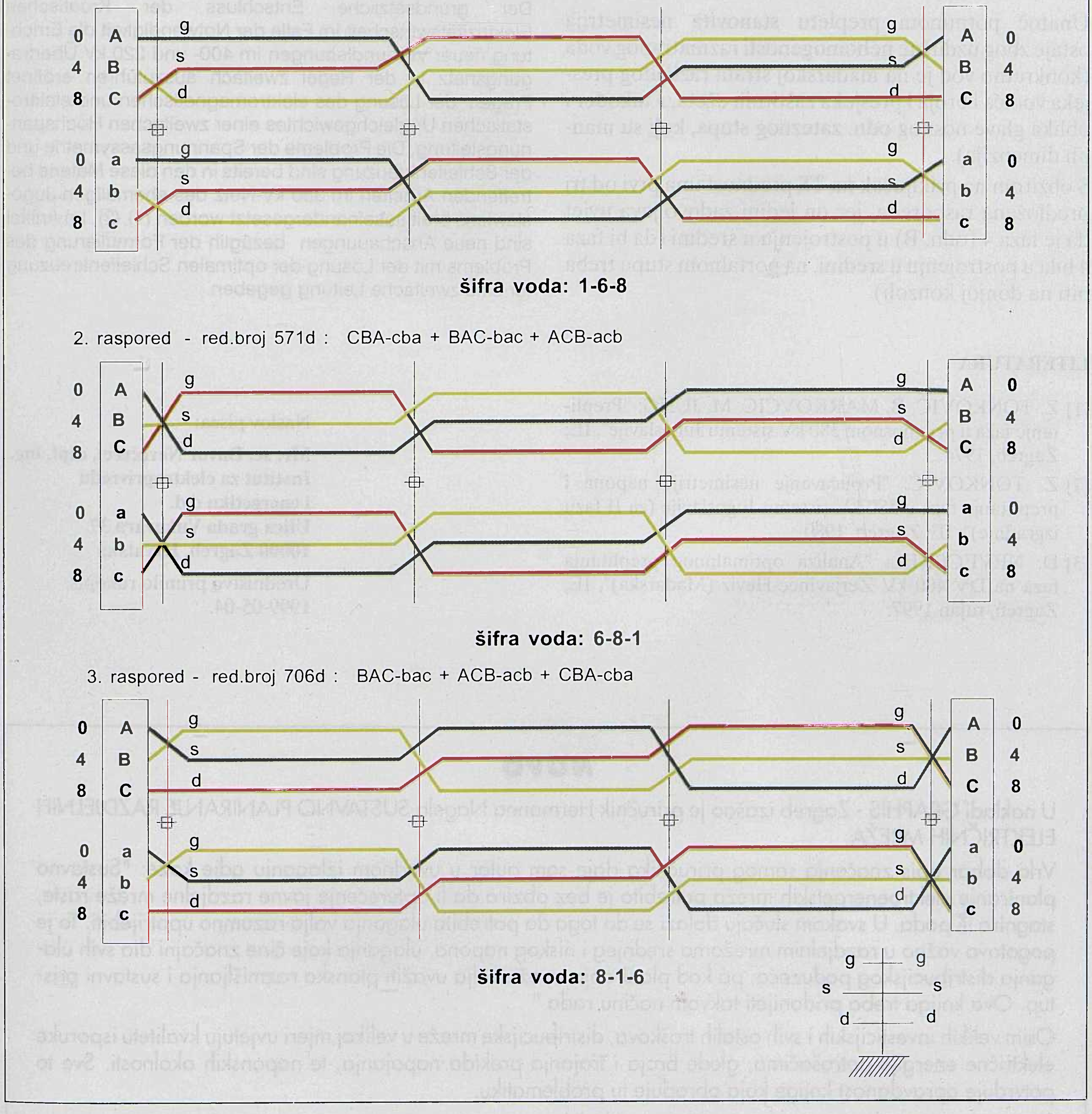
Za neprepleteni vod (redni broj 1, šifra voda 1-1-1, preplet voda ABC-abc ABC-abc ABC-abc) nesimetrije napona i struja iznose u postrojenju 400 kV Žerjavinec:

$U_a = 404.0$ kV $I_a = 733$ A
$U_b = 403.2$ kV $I_b = 792$ A
$U_c = 400.9$ kV $I_c = 731$ A
$U_A = 404.0$ kV $I_A = 733$ A
$U_B = 403.2$ kV $I_B = 792$ A
$U_C = 400.9$ kV $I_C = 731$ A

Faktori nesimetrija u tom slučaju iznose:

faktor nultog napona	0,11 %
faktor nulte struje	2,10 %
faktor inverznog napona	0,57 %
faktor inverzne struje	7,15 %

Na temelju navedene metodologije, u kombinaciji sa podacima iz stupne liste, kao najpovoljniji prepleti za konkretni slučaj dobiveni su prepleti voda prema slici 5 (kombinacije 1,6,8 za grupu d).



Slika 5. Optimalni preplet nehomogenog dvosistemskog voda DV 2x400 kV Žerjavinec-Heviz

Neravnoteže napona i struja iznose u tom slučaju u postrojenju 400 kV Žerjavinec:

$U_a = 402.6$ kV $I_a = 751$ A
$U_b = 402.8$ kV $I_b = 751$ A
$U_c = 402.4$ kV $I_c = 750$ A

$U_A = 402.6$ kV $I_A = 751$ A
$U_B = 402.8$ kV $I_B = 751$ A
$U_C = 402.4$ kV $I_C = 750$ A

Faktori nesimetrija u tom slučaju iznose:

faktor nultog napona	0,03 %
faktor nulte struje	0,50 %
faktor inverznog napona	0,03 %
faktor inverzne struje	0,51 %

Unatoč potpunom prepletu stanovita nesimetrija ostaje zbog uzdužne nehomogenosti razmatranog voda (konkretno vod je na mađarskoj strani različitog presjeka vodiča i broja i presjeka zaštitnih užeta, a također i oblika glave nosnog odn. zateznog stupa, koji su manjih dimenzija).

S obzirom na priključak na TS prednost ima prvi od tri predložena rasporeda, jer on jedini zadovoljava uvjet da je faza 4 (odn. B) u postrojenju u sredini (da bi faza 4 bila u postrojenju u sredini, na portalnom stupu treba biti na donjoj konzoli).

OPTIMAL PHASE TRANSPOSITION OF DOUBLE CIRCUIT LINE

The principle of the Croatian National Electricity to build double circuit lines in the case of need for new interconnections within the 400 and 220 kV transmission network, raises problems of electromagnetic and electrostatic imbalance of the double circuit line. The problems of voltage non-symmetry and phase transposition have been widely elaborated in the works that considered 380 kV network of ex-Yugoslavia. In this paper new review of problem formulation is given together with optimal transposition for a double circuit line.

DIE GÜNSTIGSTE SCHLEIFENKREUZUNG EINER ZWEIFACHEN HOCHSPANNUNGSLEITUNG

Der grundsätzliche Entschluss der Kroatischen Elektrizitätswirtschaft im Falle der Notwendigkeit die Errichtung neuer Verbundleitungen im 400- und 220 kV Übertragungsnetz in der Regel zweifach auszuführen eröffnet Fragen der Lösung des elektromagnetischen und elektrostatischen Ungleichgewichtes einer zweifachen Hochspannungsleitung. Die Probleme der Spannungsassymetrie und der Schleifenkreuzung sind bereits in den diese Materie betreffenden Arbeiten im 380 kV-Netz des ehemaligen Jugoslawiens breit auseinandergesetzt worden (1),(2). Im Artikel sind neue Anschauungen bezüglih der Formulierung des Problems mit der Lösung der optimalen Schleifenkreuzung für eine zweifache Leitung gegeben.

LITERATURA

[1] Z. TONKOVIĆ, B. MARKOVČIĆ, M. JUNG: "Preplitanje faza u prijenosnom 380 kV sistemu Jugoslavije", IE; Zagreb, 1974.

[2] Z. TONKOVIĆ: "Proučavanje nesimetrije napona i preplitanje faza u 380 kV sistemu Jugoslavije (za II fazu izgradnje)", IE; Zagreb, 1980

[3] D. NEVEČEREL: "Analiza optimalnnog preplitanja faza na DV 400 kV Žerjavinec-Heviz (Mađarska)", IE, Zagreb, rujan 1997.

Naslov pisca:

Mr. sc. Davor Nevečerel, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu
i energetiku d.d.
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-05-04.

NOVO

U nakladi GRAPHIS - Zagreb izašao je priručnik Hermanna Nagela SUSTAVNO PLANIRANJE RAZDJELNIH ELEKTRIČNIH MREŽA.

Vrlo dobar opis značenja samog priručnika daje sam autor u uvodnom izlaganju gdje kaže: "Sustavno planiranje elektroenergetskih mreža potrebito je bez obzira da li opterećenje javne razdjelne mreže raste, stagnira ili pada. U svakom slučaju dolazi se do toga da potrebita ulaganja valja razumno upotrijebiti. To je pogotovo važno u razdjelnim mrežama srednjeg i niskog napona, ulaganja koje čine značajni dio svih ulaganja distribucijskog poduzeća, pa kod planiranja mreže valja uvažiti planska razmišljanja i sustavni pristup. Ova knjiga treba pridonijeti takvom načinu rada."

Osim velikih investicijskih i svih ostalih troškova, distribucijske mreže u velikoj mjeri uvjetuju kvalitetu isporuke električne energije potrošačima, glede broja i trajanja prekida napajanja, te naponskih okolnosti. Sve to potvrđuje opravdanost knjige koja obrađuje tu problematiku.

Knjigu je s njemačkog preveo mr. sc. Ernest Mihalek.

UVOD U GENETIČKE ALGORITME

Mr. sc. Dubravko S a b o l i ć, Zagreb

UDK 514.25:621.3
PREGLEDNI ČLANAK

Rad daje pregled metode optimiranja genetičkim algoritmima s detaljima potrebnim za njenu uspješnu primjenu. Prikazan je jedan primjer korištenja genetičkog algoritma u rješavanju stvarnog problema.

Ključne riječi: genetički algoritam, računanje, optimizacija, evolucija, gen, kromosom, križanje, mutacija, prirodni odabir, funkcija prilagođenosti.

Uvod

Potreba za optimiranjem javlja se u inženjerskom poslu, posebice u projektiranju. Proces projektiranja uređaja, sustava ili bilo kakvog tehničkog rješenja počinje definiranjem problema i cilja, te kriterija za vrednovanje rješenja. Temeljem toga, a uz poželjnu primjenu iskustva, nastaje početno rješenje problema, koje često puta nije zadovoljavajuće, ili bi moglo biti bolje nego što je ispalo od prve. Zato slijedi analiza utjecaja *parametara* konstrukcije ili sustava na ukupno rješenje, i njihovo variranje s ciljem poboljšanja rezultata. Kada se procijeni da je dobijeno rješenje optimalno u nekom smislu, ono se konačno prihvaća.

Ovako ugrubo opisan misaoni proces projektiranja je inteligentna radnja, koja kao takva ne može biti jednoznačno trasirana. Ne može postojati algoritam ili "špranca" po kojemu bi se složeni projekt sigurno ostvario na optimalan način. I kada je optimizacija provedena, radi utjecaja ljudskog faktora ona može biti izvedena bolje ili lošije, pa zapravo možemo govoriti o kvazioptimizaciji. Po sposobnosti i vještini ugađanja parametara složenih projekata razlikujemo dobre i loše projektantske kuće, proizvodna poduzeća i pojedince.

Teško je, barem na općoj razini, dobiti formalnu pomoć za potrebe optimiranja projekata, jer se svaki pojedini problem razlikuje od drugih. Međutim, ako je vrijednost nekoga rješenja moguće formulirati matematički, kao *funkciju* ulaznih parametara, moguće je razraditi metode optimiranja koje se svode na traženje ekstremne vrijednosti (minimuma ili maksimuma) te funkcije, ovisno o njenoj definicijskoj vezi s problemom. Primjerice, ako je aktivni filtar sastavljen od više elemenata (barem jednog pojačala, te nekoliko otpornika i kondenzatora, vrlo je poželjno sklop konstruirati tako da njegove karakteristike odstupaju *minimalno* uz zadane varijacije vrijednosti svih elemenata. Time se pojeftinjuje uređaj, jer se mogu upotrijebiti manje precizni (jeftiniji) otpornici i kondenzatori, smanjuje se rasap karakteristika pojedinih sklopova iz serije, i postiže se bolja vremenska stabilnost, tj. otpornost na starenje elemenata. Definira li se funkcija čija je vrijednost jednaka nekoj numeričkoj mjeri odstupanja od poželjne karakteristike (to može biti npr. srednje kvadratno ili srednje apsolutno odstupanje), a koja ovisi o tolerancijama pojedinih elemenata, zadatak optimiranja svodi se na pronalaženje minimuma takve funkcije odstupanja. Precizno rečeno, treba pronaći *skup vrijednosti ulaznih varijabli* za koje se postiže minimum odstupanja. U drugim primjerima može mjerodavna funkcija biti formulirana tako da je njena vrijednost to veća što su performancije projektiranog sustava bolje. Tada je zadatak pronaći slog vrijednosti ulaznih parametara uz koji ona poprima maksimalnu moguću vrijednost, i to globalnu, na cijelom području definicije ulaznih parametara. Mjerodavne funkcije su redovito funkcije više, pače, ponekad i mnogo varijabli, i najčešće nisu unimodalne, tj. imaju više lokalnih ekstrema, od kojih je interesantan samo onaj najekstremniji, dakle *globalni*. Varijable funkcije ne moraju imati samo tehničko porijeklo, već mogu potjecati i od ekonomskih, ekoloških i drugih obzira. U matematičkom smislu, mjerodavne funkcije ne samo da često nisu diferencijabilne ili neprekidne, već se ne moraju uopće dati definirati analitički. One mogu biti definirane kao rezultati numeričkih izračuna, pretraživanja baza podataka i sl. Sve to čini formalizaciju procesa optimiranja složenom.

Ukupna mjerodavna funkcija nastaje od doprinosa svake pojedine varijable. Ako je djelovanje svih varijabli nezavisno, za svaku od njih može se definirati posebna mjerodavna funkcija. Ako su djelovanja ponekih varijabli međuovisna, one će zajedno tvoriti jednu

funkciju. Na kraju se ukupna mjera performancije ili odstupanja slaže od svih pojedinačnih doprinosa. Ima više načina za to. Uobičajeni i česti su npr. težinsko sumiranje separatnih funkcija:

$$F = \sum_i k_i f_i \qquad (1)$$

ili pak težinsko sumiranje njihovih kvadrata:

$$F = \sum_i k_i f_i^2 \qquad (2)$$

Potonje je naročito pogodno kada mjerodavne funkcije nastaju kao odstupanja od željenih vrijednosti. Naravno, definicije mogu biti i drugačije. To ovisi o projektantu. Težinski faktori k_i određuju važnosti pojedinih separatnih mjerodavnih funkcija u ukupnoj sumi. Primjerice, ako funkcijama ekonomskog porijekla damo veće težine nego onima tehničkog, tada će ekonomski aspekti dominirati u ukupnoj ocjeni.

Klasične metode numeričkog optimiranja primjenom računala dijele sa u dvije velike skupine. Direktne metode jednostavno pretražuju područje definicije funkcije tako da svakim korakom sužavaju interval u kojemu se ekstrem nalazi. One zahtijevaju da je funkcija jednomodalna, tj. da u pretraživanom dijelu područja definicije ima samo jedan ekstrem. To je vrlo veliki zahtjev. Gradijentne metode osim toga zahtijevaju još i da je funkcija derivabilna. Obje ove vrste postupaka nisu osobito pogodne za optimiranje višemodalnih funkcija, jer vrlo lako zapinju u lokalnim ekstremima, što znači da po svojoj prirodi nisu globalni, nego lokalni optimizatori. Njihova blaga prednost je u relativno velikoj brzini konvergencije. Vrlo dobar i dostatno iscrpan pregled glavnih klasičnih (direktnih i gradijentnih) optimizacijskih metoda i algoritama može se naći u [1].

Globalne metode oslanjaju se na stohastičko pretraživanje područja definicije, koje u suštini omogućuje izbavljenje iz zamke lokalnog ekstrema u koju proces evntualno zapadne. Spomenimo dvije vrste stohastičkih optimizatora: postupak slučajnog hoda (random walk) i *genetički algoritam* (genetic algorithm). Tablica 1 daje usporedan kvalitativni prikaz podobnosti tri različite vrste optimizacijskih postupaka za traženje ekstrema funkcija, u slučajevima kada je ona višemodalna, diskontinuirana, odnosno nederivabilna. Genetički algoritam ima, ukupno, prednost pred drugim metodama.

Što je to genetički algoritam i zašto se on tako zove? On nam omogućuje da primjenom suvremenih jakih i široko dostupnih računala izračunamo vrijednost mjerodavne funkcije tisućama puta u kratkom roku, i na taj način ispitamo na tisuće mogućih kombinacija ulaznih parametara, te među njima nađemo najpovoljniju. Ključno svojstvo genetičkog algoritma je to da on ne obavlja to stohastičko pretraživanje na slijepo, već se koristi od ranijih faza proračuna prisutnim informacijama da bi reducirao broj potrebnih ispitivanja funkcije na podnošljivu mjeru. Tako umjesto milijuna ispitivanja (kod multimodalnih funkcija više varijabli) dostaje samo njih par tisuća. *Način* na koji se u procesu zadržava ranije računanjem stečeno korisno znanje dosta podsjeća na prirodni tijek evolucije živih bića ka svojoj sredini sve prilagođenijim generacijama. Prirodni mehanizmi darwinističke selekcije, miješanja genetičkog materijala kod reprodukcije, i slučajnih mutacija genetičkog materijala jedinki, osnova su evolucijskog napretka. Njih u jednostavnim oblicima nalazimo i u genetičkim algoritmima. Prema tome, genetički algoritam možemo uvodno definirati kao računarski postupak optimiranja koji operira nad kodnim reprenzentima varijabli na način analogan prirodnim getičkim i evolucijskim pojavama.

Polja primjene genetičkih algoritama su toliko mnogobrojna, da ih nema smisla nabrajati. Kakav se god proces mogao ikako matematički oblikovati, on može biti optimiran genetičkim algoritmom. Sam algoritam, kada se odlučimo za neku od njegovih varijanti, pojmovno je uvijek isti. Čak i različite verzije djeluju na istim temeljnim zasadama. Jedna jedina veza algoritma i stvarnog svijeta je mjerodavna funkcija. U tome i leži elegancija ovoga postupka. U članku koji slijedi izložit će se sistematično svi ključni aspekti, tako da bi čitatelj na kraju trebao potpuno shvatiti o čemu se radi, i biti sposoban konstruirati vlastiti program za genetički algoritam, naravno, pod uvjetom da zna neki od programskih jezika. Primjer koji će na kraju biti pružen na uvid uzet je iz područja radiokomunikacija. Autor ovoga teksta, koji je inženjer te grane struke, nada se da mu odabir neće biti zamjeren, jer će svaki energetičar, strojar, ili bilo tko drugi, lako uvidjeti probleme iz svoje uže struke, koji bi bili pogodni za obradu genetičkim algoritmom.

Genetički algoritmi pojavili su se prije desetak godina, a danas se nalaze u fazi zamaha, poput drugih numeričkih metoda. Razlog tome je izniman razvoj osobnih i velikih računala, koji je gotovo svakome omogućio pristup moćnim strojevima. Osnovna namjena ovoga članka je edukativna: on treba pružiti dovoljan uvodni pregled područja na jednom mjestu i na

Tablica 1. Usporedba ocjena pogodnosti tri tipa optimizatora za četiri važna parametra vezana za svojstva mjerodavne funkcije. Najlošija ocjena je 1, a najbolja 3

	gradijentne metode	slučajni hod	genetički algoritam
globalna optimizacija	1	2	3
diskontinuirana mjerodavna funkcija	1	3	3
ne-derivabilna mjerodavna funkcija	1	3	3
brzina konvergencije	3	1	2

našem jeziku, a da bi se zainteresirani čitatelj već mogao početi baviti ovom univerzalno primjenjivom metodom. Sve dalje je na njemu i na iskustvu koje stekne u praksi.

1. DEFINICIJE POJMOVA I KONCEPT EVOLUCIJE RJEŠENJA

Genetički algoritmi osobito su efikasni, kao globalni optimizatori stohastičke vrste, u nalaženju globalnih ekstrema multimodalnih funkcija više varijabli. Algoritam pronalazi skup vrijednosti ulaznih varijabli (tj. točku u višedimenzionalnom prostoru varijabli) za koji se dobija približno optimalna vrijednost mjerodavne funkcije. Pretraživanje toga područje definicije temelji se na načelima prirodne selekcije, evolucije i genetike. Posebnosti genetičkih algoritama u odnosu na druge optimizatore su:

- Paralelno procesiranje grupe test-rješenja na taj način da se za svako od njih odredi vrijednost mjerodavne funkcije, kako bi se ta rješenja mogla usporediti i rangirati po svojoj "prilagođenosti životnoj sredini". Pod tim pojmom razumijemo prilagođenost ekstremnoj vrijednosti mjerodavne funkcije. Test-rješenje je jedan skup konkretnih vrijednosti svih ulaznih varijabli. Npr, ako imamo pet ulaznih varijabli, od kojih se svaka može mijenjati od 0 do 127 u koracima od po 1, tada je jedno test-rješenje ovaj skup: {7, 65, 43, 114, 26}. Te vrijednosti, uvrštene u formulu ili drugi oblik definicije mjerodavne funkcije, daju njenu vrijednost, koja je mjerilo prilagođenosti danog test-rješenja.
- Genetički algoritam ne operira nad vrijednostima varijabli test-rješenja, već nad njihovim *kodnim oznakama* ili *reprenzentima*, koje se najčešće javljaju u obliku *binarnog koda*. U našem maločas navedenom primjeru, svaka varijabla koja ima raspon mogućih vrijednosti od 0 do 127 u jediničnim koracima, može poprimiti neku od 128 vrijednosti: 0, 1, 2, 3, ... , 126, 127. Za binarni prikaz 128 vrijednosti treba 7 binarnih znamenki ($2^7=128$), tako da će svaka ulazna varijabla biti predstavljena sa 7 bita. Pri tome treba definirati *sasvim proizvoljno jednoznačno pravilo pridruživanja*. Najjednostavnije je vrijednosti varijable 0 pridružiti kod 0000000, vrijednosti 1 kod 0000001, itd. sve do koda 1111111 koji se pridružuje vrijednosti varijable 127. Riječ je, dakle, o običnom prirodnom binarnom kodu, kod kojega su vrijednosti dekadski pisanog broja i njegovog binarno pisanog koda iste. Kodirano test-rješenje sada glasi:

{0000111, 1000001, 0101011, 1110010, 0011010}

Ovaj 35-bitni binarni niz, koji predstavlja kod za odgovarajuće test-rješenje, naziva se *kromosomom*. Zarezima odvojene 7-bitne binarne sekvencije su *geni*. Gen je kod svake pojedine varijable. Pojedine bitove ili skupine bitova unutar gena možemo nazvati *subgenima*.

- Čitatelj se sada može pitati u čemu je prednost kodiranja varijabli, ako će se dalje vršiti izračuni nad binarnim, umjesto nad dekadskim varijablama, što je računalu potpuno svejedno. Odgovor glasi - nad genima i kromosomima ne vrše se *nikakve* matematičke niti logičke operacije. Umjesto toga, oni su podvrgnuti stohastičkim operacijama *prirodne selekcije* (odabira), *križanja* i *mutacije*.

Opišimo početni ciklus genetičkog algoritma. Najprije se stohastički generira *inicijalna populacija jedinki* (kodiranih test-rješenja). Svi binarni znakovi u svim kromosomima generiraju se slučajno. Kada se dovrši generiranje npr. 50 kromosoma, redom se nad svakime od njih provodi postupak vrednovanja mjerodavne funkcije. Za svaki pojedini kromosom to se radi ovako: uzme se svaki od njegovih gena, dekodira se da bi se dobila odgovarajuća vrijednost varijable, pa se vrijednosti svih dekodiranih varijabli uvrštavaju u mjerodavnu funkciju, čija veličina predstavlja *mjeru prilagođenosti* kromosoma, tj. jedinke. Sada slijedi prirodni odabir: selektiraju se parovi jedinki tako da se određenom strategijom favoriziraju prilagođenije jedinke, ali da se u potpunosti ne odbace one lošije. Njihovi se kromosomi parenjem *križaju*. Od dvoje *roditelja* nastaje tako dvoje *djece*. Prije nego li djeca budu podvrgnuta ispitivanju prilagođenosti u slijedećem ciklusu algoritma, na njima se može dogoditi eventualno i mutacija subgena.

Ovdje treba naglasiti neke važne stvari. U prirodi postoji velika razlika između *fenotipa* i *genotipa* jedinke. Fenotip predstavlja skup izraženih svojstava jedinke, koja je ona dobila genetskim nasljeđivanjem od svojih predaka. Međutim, genotip te jedinke krije u sebi možda i recesivne faktore nasljeđivanja, koji su kod nje potisnuti, ali se kod potomstva mogu ispoljiti. Primjerice, parenjem crnog zeca i crne zečice ne moraju nastati samo crni potomci, već se među njima mogu javiti i bijeli, ako oba crna pretka imaju recesivni gen za bijelu boju dlake. Kod genetičkih algoritama fenotip je izražen mjerodavnom funkcijom. Uzimanjem samo trenutno najboljih jedinki za daljnje razmnožavanje, i istodobnim izbacivanjem srednjih i lošijih, moglo bi doći do zapadanja algoritma u lokalni ekstrem. Lošije jedinke u svojem genotipu mogu nositi "impuls" potreban procesu da izađe iz zamke lokalnog ekstrema. Stoga sve strategije prirodnog odabira koje žele biti uspješnima moraju ostaviti izvjesnu mogućnost parenja praktički svim jedinkama, unatoč favoriziranju boljih.

Mogućnost mutacije ima također ulogu sprečavanja zaglavljivanja algoritma u lokalnom ekstremu. Mutacija se može dogoditi u bilo kojem subgenu, tako da odgovarajuće promjene vrijednosti varijable mogu biti prilično velike, a time i promjene prilagođenosti jedinke. Određenu ulogu u ostvarenju nužne *raznolikosti genotipova* ima i način *smjene generacija*, pri čemu se pokazalo da smrt roditelja netom po rađanju

djece nije baš najsretnije rješenje. Bolje je dopustiti preklapanje generacija i mogućnost križanja jedinki starije i mlađe generacije, jer se tako ostavlja u igri raznolikiji genetski materijal. O svim ovim pojedinostima bit će kasnije više riječi. U svakom slučaju, veća raznolikost genotipova kromosoma dovodi do sporije konvergencije algoritma, ali osigurava pronalaženje globalnog ekstrema. Manja raznolikost brže daje rješenje, ali sadrži opasnost zapinjanja procesa u lokalnom ekstremu.

Evo primjera. Zamislimo funkciju dviju varijabli, x i y, koja za graf ima dva "brda" različite, ali slične visine, jedno kraj drugoga, nad x-y ravninom. Visina pojedine točke dana je z koordinatom i funkcija je od x i y. Pretpostavimo da genetičkim algoritmom želimo pronaći koordinate (x,y) koje pripadaju najvišoj točki ovoga pejzaža. Naši kromosomi imat će po dva gena (za x i za y), u proizvoljno finom rasteru. Zamislimo da je algoritam generirao inicijalnu populaciju od npr. 30 jedinki. Uočimo dvije od njih. Neka jedinka A ima takve koordinate da je smještena blizu samog vrha nižeg brda. Jedinka B neka se nalazi u podnožju višeg brda. Funcija prilagođenosti je ovdje, sasvim prirodno, jednaka z koordinati (visini) za zadani par (x,y). Očito je da jedinka A ima bolji fenotip, jer se nalazi na većoj visini, pa joj je i mjerodavna funkcija veća. Međutim, koristimo li nadalje samo jedinku A i njoj slične za reprodukciju, očito ćemo završiti na vrhu nižeg brda, tj. u lokalnom ekstremu. Iz toga nas može izvući samo značajna mutacija. Naprotiv, jedinka B, premda možda i mnogo lošijeg fenotipa, ima *bolji genotip*, jer su njezine koordinate bliže koordinatama najvišeg vrha, pa će njezin genetski materijal dovesti do pravog rješenja. Nevolja je u tome što upravo genetički algoritam tek traži stvarnu najvišu točku, koja dakle tijekom izvođenja programa nije poznata, pa tako nije poznata niti euklidska udaljenost test-solucije od pravog rješenja, u kojoj se krije informacija o kvaliteti genotipa. Zbog toga uvijek moramo, pomoću stohastičkih metoda, ostaviti otvorenu mogućnost sudjelovanja u rađanju slijedeće generacije i onih jedinki s najlošijim fenotipovima.

Funkcija prilagođenosti, mjerodavna funkcija i funkcija ocjene su hrvatski izrazi kojima možemo označiti ovu ključnu funkciju, koja povezuje stvarni problem s algoritmom. Opazimo već sada da genetički algoritam nema sam po sebi nikakve veze s problemom kojega rješava. Istu vrstu algoritma možemo upotrijebiti za optimizaciju sasvim različitih problema. Uobičajeni engleski nazivi mjerodavne funkcije u većini literature su "fitness function" i "cost function".

Ponovimo sada, radi komocije na jednom mjestu, osnovne pojmove vezane uz genetičke algoritme:

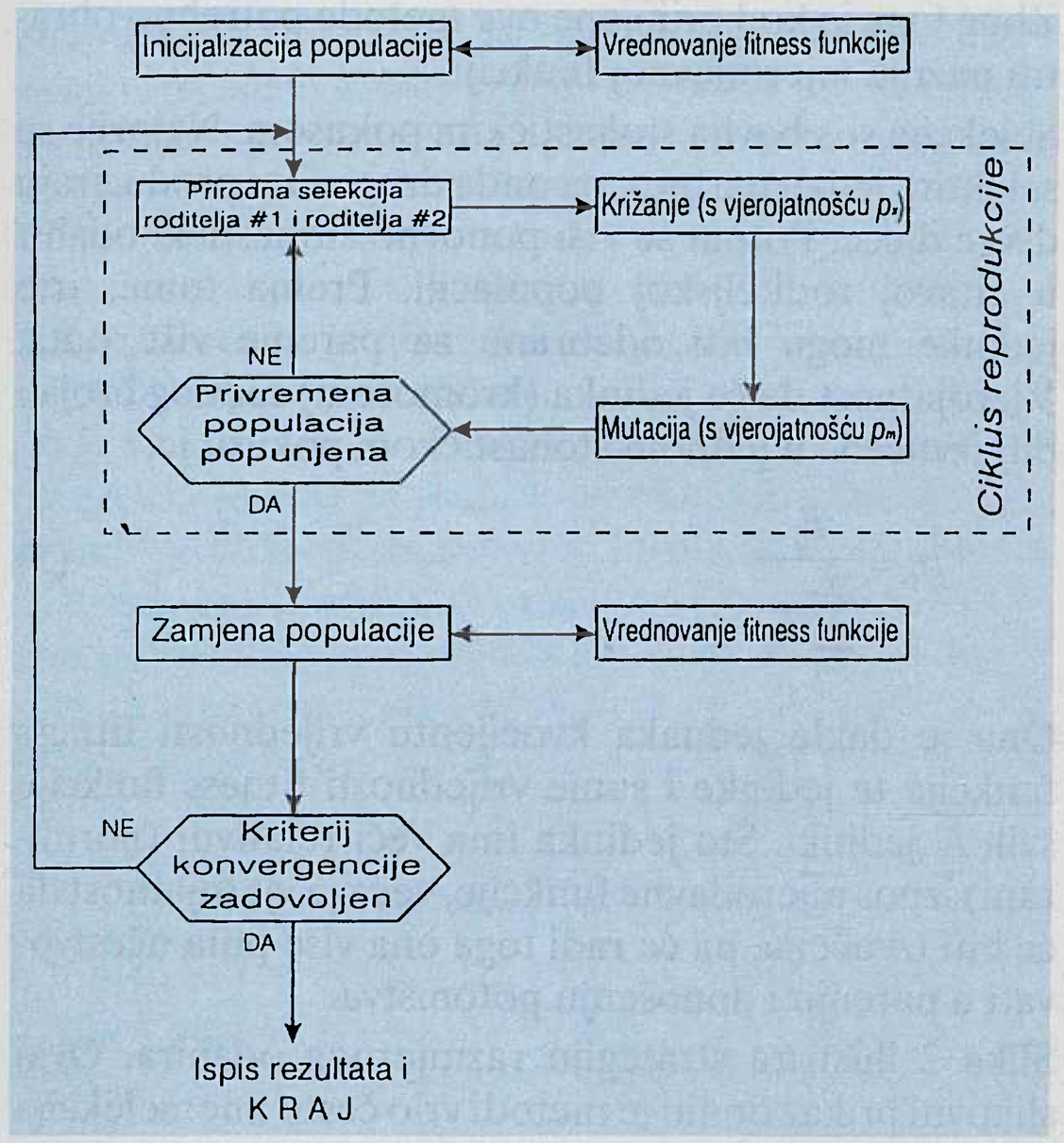
- *Test-rješenje* je skup konkretnih brojčanih vrijednosti ulaznih varijabli iz njihova područja (prostora) definicije.
- *Populacija* je skup jedinki koje sadrže svaka svoj kromosom, tj. kodirano test-rješenje.
- *Roditelj* je pripadnik sadašnje generacije jedinki.
- *Dijete* je jedinka nastala ili kloniranjem, ili križanjem roditeljskih kromosoma, te eventualnom mutacijom takvoga klona ili hibrida, a koja je pripadnik slijedeće generacije.
- *Generacija* je populacija generirana razmnožavanjem u jednom ciklusu algoritma.
- *Gen* je kodirani oblik ulazne varijable.
- *Kromosom* je kodirano test-rješenje koje se sastoji od gena nastalih slučajnim procesom u prvoj generaciji, odnosno kloniranjem ili križanjem, sa ili bez mutacije u slijedećima. Kromosom sadrži sav genetički materijal jedinke.
- *Mjerodavna (fitness) funkcija* je funkcija koja na temelju svih gena u kromosomu određuje njegov fenotip, odnosno "prilagođenost" temeljem koje se vrši prirodni odabir. Ona operira nad dekodiranim genima, dakle test-rješenjima. Prilagođenost jedinke je tim bolja što je fitness funkcija njenih dekodiranih gena bliža poželjnoj vrijednosti, što pak zavisi o definiciji same funkcije. Ako algoritam traži globalni maksimum, prilagođenost je bolja što je iznos fitness funkcije veći. Traži li algoritam globalni minimum, prilagođenost je bolja ako je iznos mjerodavne funkcije manji.
- *Genotip* je sadržaj svih gena, odnosno sadržaj kromosoma.
- *Fenotip* je ispoljavanje genotipa kroz vidljiva svojstva jedinke. U našem slučaju, fenotip je u stvari jedinki pripadajuća vrijednost mjerodavne funkcije.
- *Rezultat izračunavanja algoritmom* nije vrijednost mjerodavne funkcije koja je pronađena kao optimalna, već skup vrijednosti ulaznih varijabli koji daje tu optimalnu vrijednost.
- *Ulazne varijable* su varijable koje utječu na kvalitetu rješenja problema projektiranja, a genetički algoritam treba pronaći optimalnu kombinaciju njihovih vrijednosti u zadanom području definicije.

Slika 1 prikazuje jednostavan dijagram toka za genetički algoritam _2_. Uočimo na njemu fazu inicijalizacije, fazu reprodukcije, fazu smjene generacija i fazu ispitivanja kriterija za izlazak iz petlje. Koristeći ovaj dijagram, moguće je načiniti modularni skup programa za evolucijsku optimizaciju. Slijedeći odjeljci ovoga poglavlja potanko će objasniti detalje postupaka i operacija potrebnih za izvođenje svih ovih faza algoritma.

1.1. Inicijalizacija, kromosomi i geni

Pogledajmo na slici 1 prvi redak. On sadrži blok inicijalizacije populacije i blok vrednovanja svih jedinki unutar početne populacije. Da bi ovaj potonji radio, moraju postojati dvije stvari: fitness funkcija i način dekodiranja gena.

Ako gen ima G bitova, a varijabla pridružena njemu poprima vrijednosti između a i b uključivo, pri čemu je $a < b$, tada je korak kvantizacije varijable jednak:



Slika 1. Dijagram toka jednostavnog genetičkog algoritma

$$\Delta = \frac{b-a}{2^G - 1}. \qquad (3)$$

Veličina a ima kod od samih binarnih nula dugačak G bitova, a veličina b ima pak kod od samih binarnih jedinica iste takve duljine. Binarna vrijednost n pridjeljuje se stvarnoj vrijednosti varijable:

$$v_n = a + n\Delta = b - (2^G - 1 - n)\Delta, \quad 0 < n < 2^G - 1. \qquad (4)$$

Primjerice, ako varijabla poprima vrijednosti između 11 i 75, a želimo je kodirati 8-bitnim genom, bit će prema (3) $\Delta = 0.250980392175$. Kada program za vrednovanje pročita binarnu vrijednost gena n = 10000110 (dekadski 134), izračunat će prema (4) stvarnu vrijednost varijable $v_{134} = 11 + 134\Delta = 44.631372549$, i nju uvrstiti u formulu mjerodavne funkcije. Takav postupak identičan je za sve varijable, ako se koristi prirodno binarno kodiranje. Primijetimo da poznavanje inverzne funkcije od (4) *nije potrebno*, jer nikada ne moramo vršiti pretvorbu stvarne vrijednosti varijable u kodiranu. To je automatski potpuno određeno odabirom broja bita u genu, a - ponovimo - genetski algoritam uopće nije briga za stvarne vrijednosti varijabli asocirane uz gene, osim kod vrednovanja fitness funkcije, koje je pokriveno sa (4). Naravno, ne postoji obveza uporabe jednostavnog prirodnog binarnog kodiranja. Način kodiranja može biti bilo kakav, ako je dekodiranje jednoznačno.

Duljina različitih gena ne mora biti ista. Općenito, s veličinom gena ne valja pretjerivati. Što su geni dulji, to je pretraživanje definicijskog prostora finije, ali je konvergencija algoritma sporija. Ako kromosom ima ukupno K bitova, broj mogućih test-rješenja je 2^K. Prema tome, kompleksnost zadatka pretraživanja raste vrlo brzo s brojem bitova. Često nije potrebno pronaći baš vrlo točno položaj optimuma. Kada god to nije od velike važnosti, dobro je ogrubiti raster varijable koliko god je prihvatljivo.

Inicijalizacija početne populacije zanimljivo je pitanje koje zaslužuje nekoliko redaka. Ona, kao prvo, nema nikakve veze s kvantizacijom varijabli, samim varijablama ili mjerodavnom funkcijom. Geni i kromosomi generiraju se tako da se na svako binarno mjesto upiše 0 ili 1 stohastičkim odabirom. To može raditi npr. odsječak programa koji najprije generira slučajan broj između 0 i 1 po konstantnoj razdiobi vjerojatnosti, a zatim daje bitu vrijednost 0 ako je slučajni broj manji ili jednak 0.5, a 1 ako je on veći od 0.5. Međutim, imamo li nekoga razloga za preferiranje određenog genotipa, ako npr. na temelju ranijih spoznaja pretpostavljamo da će optimalno rješenje imati genotip blizak tome, možemo izborom gustoće vjerojatnosti, kao funkcije položaja bita u genu ili kromosomu, pri generiranju slučajnog broja utjecati da se na nekim mjestima u kromosomu češće javljaju jedinice, a na nekima nule. Vjerojatnost pojave nule ili jedinice može se regulirati promjenom praga odluke kod generiranja slučajnog broja. Uporabom neke standardne ili proizvoljne formule za gustoću vjerojatnosti, taj se način kreiranja kromosoma može potpuno automatizirati u smislu da kod pisanja programa ne treba za svaki bit posebno specificirati prag odluke.

1.2. Strategije prirodne selekcije

Prirodna selekcija (uočimo njeno mjesto na slici 1) zapravo je mehanizam kojime fitness funkcija utječe na tijek evolucije populacija u algoritmu. Selekcija se događa i u prirodi, ponekad po najgrubljim scenarijima. Riječ je o zakonu jačega. Scenario odabira, svejedno, ne smije u ranoj fazi evolucijskog algoritma posve odbaciti lošije jedinke, jer kromosomi s u početku procesa najboljim iznosima mjerodavne funkcije ne moraju dovesti do najboljeg rješenja. *Raznolikost u ranoj fazi* je temeljni i ključni preduvjet uspjeha evolucijskog procesa računanja. Pri kraju postupka, ako je on korektno izveden, raznolikost je naravno sasvim mala.

Postoje dvije vrste strategija odabira: determinističke i stohastičke. Determinističke strategije traže veću vjerojatnost događanja mutacija od stohastičkih. Stohastičke preferiraju bolje jedinke, ali za razliku od determinističkih, ne odbacuju slabije. One su, prema tome, sličnije stvarnim prirodnim procesima, gdje potomstvo ne daju samo najjači, najljepši i najotporniji pojedinci, već i svi ostali.

1.2.1. *Desetkovanje populacije*

Ova strategija (population decimation) najjednostavnija je deterministička opcija obavljanja selekcije. Kada se provjere vrijednosti fitness funkcije za sve jedinke u populaciji, vrši se njihovo rangiranje po prila-

gođenosti. Ukoliko, recimo, algoritam traži maksimum funkcije, lista populacije započinjat će jedinkom s najvećim iznosom funkcije prilagođenosti, a završavat će onom s najmanjom.

Prvi način odabira je taj da se jednostavno, nakon parenja i donošenja potomstva, 50 % ukupne tako nastale populacije roditelja i djece s lošijom prilagođenošću jednostavno likvidira. Preostala populacija parenjem generira toliko djece, da ona zaposjednu upražnjena mjesta. Parenje uključuje križanje i mutacije kromosoma. Ono se može odvijati također po različitim scenarijima, npr. slučajnim odabirom partnera, zatim po redu (prvi s drugim, treći s četvrtim itd.), ili napreskokce (prvi sa zadnjim, drugi sa predzadnjim itd.). Kada se dovrši generiranje potomstva, opet se zbirna populacija roditelja i djece rangira, eliminiraju se jedinke s druge polovice liste, i tako redom dalje. Uočimo da ovakva strategija automatski osigurava smjenu generacija.

Drugu varijantu strategije desetkovanja populacije sastoji se u tome da se odredi jedna granična vrijednost fitness funkcije koja je najgora prihvatljiva [3]. Sve jedinke s boljom prilagođenošću od te preživjet će, a ostale će biti uklonjene. Ova se operacija radi nad zajedničkom populacijom roditelja i djece. Problem je u tome što se nikada ne zna koji postotak jedinki će zadovoljiti kriterij. U ranim fazama programa on će vjerojatno biti mali, ali u kasnima sve veći i veći, približavajući se iznosu od 100 %. Ako selekciju prođe manje od pola ukupne roditeljske i dječje populacije, potrebno je regrutirati novu količinu slučajnih jedinki radi popune populacije, a ako prođe više, onda sve one koji su po rangu u drugoj polovini ukupno testirane populacije svejedno treba odbaciti.

Odabir strategije desetkovanja populacije nije preporučljiv, jer on od najranijih faza favorizira jedinke s dobrim fenotipom, što nije dobro i može dovesti do zaglavljivanja u lokalnom ekstremu. Varijanta s pragom prolaska povoljnija je jer, zahvaljujući niskom postotku prolaznosti u ranoj fazi, ostavlja dovoljno mjesta za unos novog genetičkog materijala generiranjem slučajnih jedinki za popunu desetkovane populacije.

Zanimljivo je porijeklo imena ovog postupka. Naziv je nastao jer se odabir jedinki vrši tako da se sve lošije od neke propisane granice jednostavno pobiju, tj. izbrišu iz memorije računala.

1.2.2. *Razmjerni odabir*

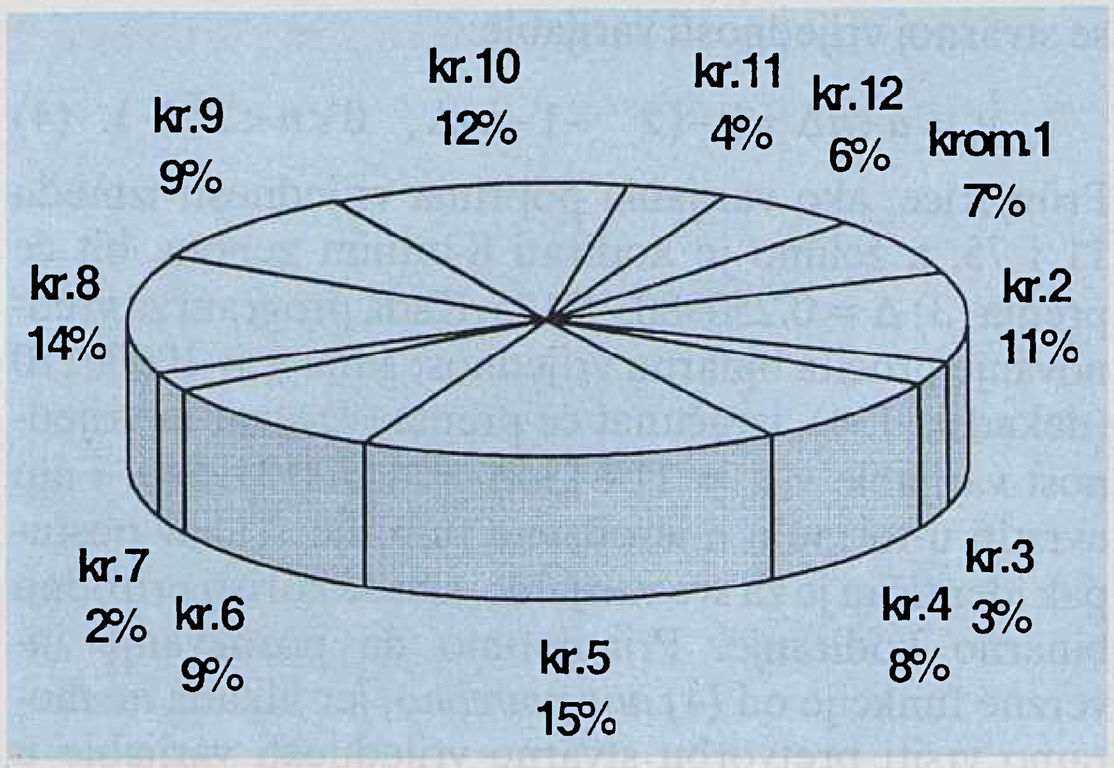
Razmjerni odabir (proportionate selection) je stohastička strategija izbora primjenjiva na probleme kod kojih je fitness funkcija pozitivno definirana, tj. kod kojih se traži globalni maksimum mjerodavne funkcije. Pritom oblik mjerodavne funkcije jako utječe na tijek odabira. Ako su njeni maksimumi vrlo oštri i izraženi, u postupku će se snažno favorizirati jedinke dobrog fenotipa, koje međutim ne moraju imati dobar genotip. Zbog toga je kod primjene ove metode potrebno obratiti pažnju mjerodavnoj funkciji.

Selekcija se obavlja stohastičkim pokusom. Najprije se selektira jedan partner, pa onda drugi. Oni produciraju dvoje djece. Potom se vrši ponovno stohastički odabir u čitavoj roditeljskoj populaciji. Prema tome, iste jedinke mogu biti odabrane za parenje više puta. Vjerojatnost da će jedinka (kromosom) rednog broja i biti izvučena u jednom stohastičkom pokusu je:

$$p_i = \frac{F_i}{\sum_{j=1}^{N} F_j} \quad . \tag{5}$$

Ona je dakle jednaka kvocijentu vrijednosti fitness funkcije te jedinke i sume vrijednosti fitness funkcije svih N jedinki. Što jedinka ima veći relativni (normirani) iznos mjerodavne funkcije, veća je vjerojatnost da će biti izvučena, pa će radi toga ona više puta učestvovati u parenju i donošenju potomstva.

Slika 2 ilustrira strategiju razmjernog odabira. Ovaj slikovni prikaz donio je metodi vrlo često ime: selekcija ruletom ili roulette-wheel selection. U nas bi danas mogao biti skovan popularniji naziv sličnoga smisla: selekcija kolom sreće. Svaka jedinka zauzima krišku kotača razmjernu svojoj relativnoj prilagođenosti prema (5). Vjerojatnost da će pokazivač kola sreće zastati na nekoj jedinki i time je odabrati za parenje, razmjerna je središnjem kutu kriške.



Slika 2. Razmjerna selekcija jedinki prikazana ruletom ili kotačem kola sreće

Svaki odabir vrši se iz potpune roditeljske populacije. Dakle, kada je neka jedinka izabrana kao prvi partner za parenje, ona se svejedno opet vraća među daljnje kandidate, i učestvuje u slijedećem izboru sa šansama razmjernim svojoj prilagođenosti. To znači da postoji određena vjerojatnost da ista jedinka bude izabrana dvaput u isti "bračni par", radi čega će se križati sama sa sobom, izrodivši dvoje djece genetički i fenotipski identične sebi. Ovaj postupak poznat je pod imenom *kloniranje*. Nespretan odabir oblika mjerodavne funkcije izazvat će povećanu vjerojatnost kloniranja jedinki dobrog fenotipa, što nikako nije dobro.

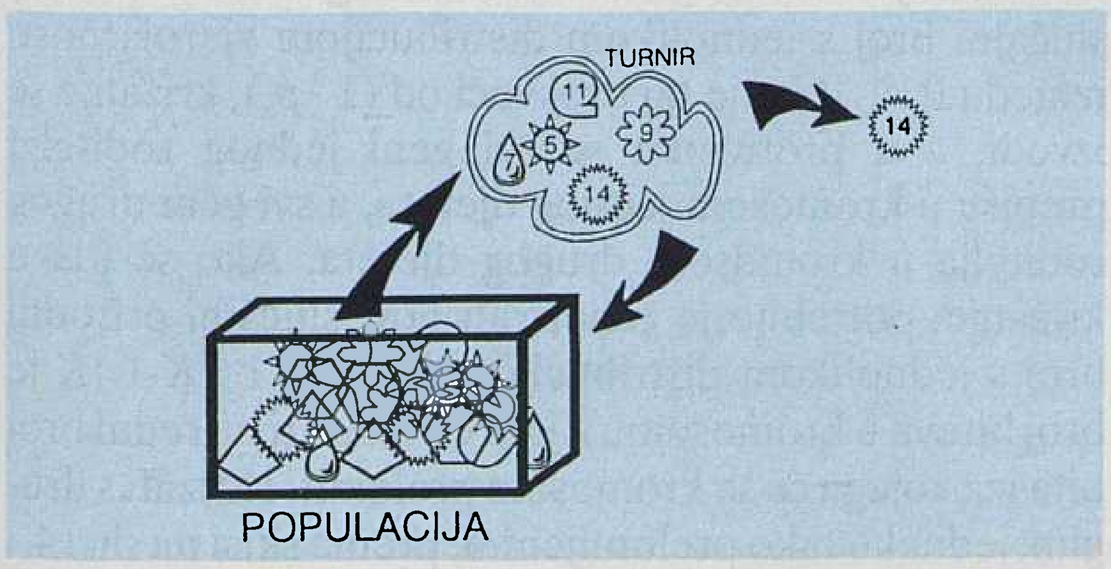
Kada je roditeljska populacija mala, proporcionalni odabir pati od stohastičkih pogrešaka. Drugim riječima, vjerojatnost izbora počinje se ispoljavati tek kod vrlo velikog broja odabira (zakon velikih brojeva), što se kod malih populacija ne događa. Sličan je i već spomenuti efekt grupiranja vjerojatnosti oko jedinki smještenih uz vrlo oštre i visoke maksimume, koji mogu biti i lokalnog tipa, nastao radi definicije (5). Ovi nedostaci mogu se više ili manje kompenzirati skaliranjem vjerojatnosti. Primjerice, vjerojatnost odabira jedinki s visokom prilagođenošću može se umanjiti za račun onih s manjom.

Povoljno svojstvo strategije razmjernog odabira je mogućnost sudjelovanja slabijih jedinki u formiranju nove generacije. Premda su jedinke dobrog fenotipa preferirane, one druge nisu posve izbačene iz igre. To je velika prednost ispred determinističkih metoda.

1.2.3. *Turnirski odabir*

Turnirski odabir (tournament selection) spada u najefikasnije i najbrže metode odabira jedinki za parenje. On također spada u stohastičke strategije. Postupak je ilustriran slikom 3. Ako čitava roditeljska populacija ima N jedinki, slučajnim odabirom izdvaja se M jedinki ($M < N$) koje se natječu na "turniru". Pobjednik je, naravno, ona individua koja ima najpovoljniji iznos fitness funkcije. Potom se sve jedinke vraćaju nazad u populaciju, da bi se slijedeći izbor izvršio na isti način, i tako redom. Dakle, sve jedinke mogu više puta sudjelovati u natjecanju.

Primijetimo da bi se u slučaju $M=N$ ovaj postupak pretvorio u deterministički oblik desetkovanja, koji bi odmah u prvom ciklusu reprodukcije genetičkog algoritma iznjedrio potpuno kloniranu generaciju. Kada bi M bio samo malo manji od N, vjerojatnost kloniranja jedinki s u početnoj fazi procesa najboljim fenotipom bila bi vrlo visoka, tako da je turnirsko natjecanje efikasno samo ako je broj jedinki M na turniru mali prema brojnosti čitave roditeljske populacije. U tom smislu najbolje je kada je $M=2$. Zapravo, to je najčešći oblik turnirske strategije, i ujedno najjednostavniji za programsku implementaciju. Iz roditeljske populacije odabiru se slučajnim načinom dvije individue. Na turniru pobjeđuje bolja od njih, tj. ona s boljoim iznosom fitness funkcije. Ta jedinka je prvi partner za parenje. Sada se obje vraćaju u populaciju, pa se čitav postupak ponavlja za izbor drugog partnera. Ta dva partnera rađaju dvoje djece. Broj partnera koji se mora izvući jednak je, kao i uvijek, veličini roditeljske populacije, pa se postupak ponavlja sve dok se ne izabere N jedinki za parenje, odnosno $N/2$ parova. Vjerojatnost kloniranja uz $M=2$ je najmanja moguća. Kloniranje je u suštini loše, jer može voditi ka zaglavljivanju u lokalni ekstrem. Zato je postupak s nižom vjerojatnošću kloniranja bolji.



Slika 3. Turnirska selekcija u kojoj se odabire određeni broj jedinki iz roditeljske populacije, i među njima se pronalazi i izdvaja ona s najboljom vrijednošću fitness funkcije. Potom se sve jedinke vraćaju nazad u populaciju, da bi se na isti način izvršio slijedeći odabir

Natjecateljski način selekcije pokazao se nešto efikasnijim od razmjernog u tom smislu da genetički algoritam s njime konvergira nešto brže. Obje vrste postupaka osiguravaju raznolikost genotipa u fazi reprodukcije, istodobno favorizirajući jedinke s dobrim fenotipom.

Turnirski odabir uz $M=2$ možemo po analogiji usporediti s mnogo prirodih pojava u životinjskom svijetu - borbama pijetlova, jelena, lavova itd. s ciljem osvajanja prava na potomstvo.

1.2.4. *Elitistička strategija*

Elitizam se pokazao malim, ali važnim detaljem kod realizacije genetičkih algoritama. Taj trik bazira se na usporedbi prilagođenosti najboljih jedinki u roditeljskoj populaciji i populaciji djece. Ako je najbolje dijete lošije od najboljeg roditelja, tada se najbolji roditelj naknadno klonira u populaciju djece umjesto nekog člana te populacije. Kandidat za izbacivanje iz dječje populacije može se selektirati slučajno, ili se može izbaciti najlošiji. Elitizam osigurava monotoni kontinuitet povoljnog mijenjanja prilagođenosti najbolje jedinke u populaciji. U prvom trenutku može izgledati da se time povećava rizik zaglavljenja u lokalnom ekstremu. Međutim, elitistička strategija ne isključuje mehanizme križanja raznolikih genotipova, pa prema tome ne trasira evolucijski put isključivo po trenutno najboljem fenotipu. U svakom ciklusu reprodukcije može ranije potisnuti genotip polučiti fenotip bolji od najboljeg roditelja, pa u tom ciklusu neće ni biti izvedena rutina elitističke zamjene. Pozitivan efekt elitizma je povećanje konkurencije u borbi za opstanak, jer je u njemu uvijek prisutna jedinka najmanje tako dobra, kao najbolja u prethodnoj generaciji.

1.3. Smjena generacija

Dotaknimo sada pitanje smjene generacija, koja se mora dogoditi nakon faze reprodukcije. Pojave u reproduktivnom ciklusu objasnit ćemo malo kasnije. Faza u kojoj se obavlja smjena vidljiva je na slici 1. Ako se cijela roditeljska generacija mijenja cijelom dječjom generacijom, riječ je o *generacijskoj zamjeni* (generational replacement). U prirodi bi to odgovaralo situaciji u kojoj nikada ne bi dolazilo do parenja pripadnika

mlađe i starije generacije, što, naravno, nije slučaj. Koncept usklađeniji s prirodnim razvojem naziva se *zamjena u stacionarnom stanju* (steady state replacement). Kod njega se ne zamjenjuje čitava roditeljska generacija, već samo jedan njezin dio. Zato ga možemo nazvati i *djelomičnom zamjenom.* Postotak individua koje se zamjenjuju može se postaviti kao parmetar od strane korisnika, ili je pak slučajna varijabla. Takav način smjene osigurava preklapanje generacija, koje doprinosi raznolikosti prisutnog genetičkog materijala. Generacijska zamjena poseban je slučaj djelomične zamjene, kada je postotak zamijenjenih jedinki roditeljske generacije jednak 100 %. Udio tih jedinki u općem slučaju može varirati od jedne individue, do potpune populacije.

Za implementaciju smjene generacija važna je privremena populacija, također prisutna na slici 1. Ona se puni djecom nastalom u fazi reprodukcije. Kod generacijske smjene *privremena populacija* puni se do veličine roditeljske, a zatim se roditelji brišu (umiru), a djeca iz privremene populacije sele na njihova mjesta, ostavljajući memorijske lokacije privremene populacije praznima. U slijedećem ciklusu algoritma ta djeca imaju ulogu novih roditelja.

Kod djelomične zamjene, privremena populacija puni se do veličine (brojnosti) manje od roditeljske. Nakon toga se po nekom ključu odabiru roditelji koji će umrijeti i biti naslijeđeni privremenom populacijom. Postoji više načina eliminacije roditelja: zamjena odgovarajućeg broja fenotipski najlošijih, zamjena onih koji su dobili djecu, te zamjena slučajno odabranih roditelja. Ako se zamjenjuju pripadnici roditeljske generacije najlošijih fenotipova, automatski je osigurano preživljavanje najboljeg, pa je tako automatski primijenjen elitizam.

Varijacija na temu djelomične zamjene generacije sastoji se u tome da se u fazi reprodukcije generira privremena populacija jednaka po brojnosti roditeljskoj. Tada se one združe u jednu, privremeno dvostruko povećanu populaciju, iz koje se odabiru jedinke koje će činiti novu generaciju. Taj se odabir može vršiti na bilo koji od načina opisanih u poglavlju 1.2. Proces traje dok se ne dostigne nazivna veličina populacije. Tek tada, kada je nova generacija formirana, u slijedećem ciklusu algoritma započinje, opet po nekoj metodi iz poglavlja 1.2, prirodni odabir roditelja za parenje i stvaranje nove generacije djece.

Privremena populacija može biti i više nego dvostruko veća od nazivne. To se događa ako se u reprodukcijskom ciklusu stvori više djece nego što je roditelja. Potom se selekcijom uspostavlja slijedeća roditeljska generacija nazivne veličine. Prirodni priraštaj u genetičkom algoritmu uvijek je jednak nuli.

Iz ovih je primjera razvidno da način smjene generacija može imati važnu ulogu u brzini konvergencije genetičkog algoritma. Složeniji načini traže više operacija i više vrednovanja mjerodavne funkcije, pa traju dulje. To se, međutim, donekle kompenzira radi ubrzanja evolucije. Vjerojatno postoji neka točka ekvilibrija između produljenja izvođenja kompliciranih algoritama i ubrzanja radi boljeg usmjeravanja evolucije rješenja.

1.4. Križanje i mutacija

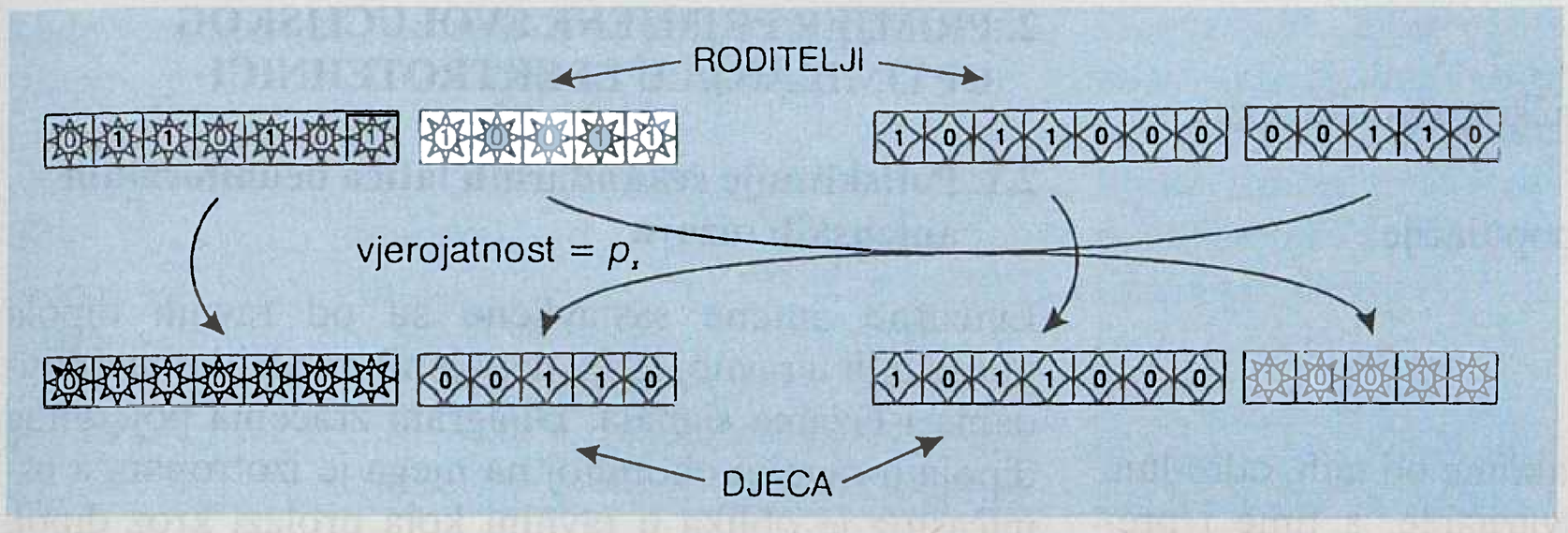
Križanje i mutacija su operacije koje se provode nad kromosomima tijekom faze reprodukcije. Upravo one čine genetički algoritam globalnim optimizatorom, a ne lokalnim. To su jedine operacije kojima su podvrgnuti kromosomi. Sve druge do sada spominjane akcije ne mijenjaju kromosome, već ih samo vrednuju i rangiraju.

Križanje (crossover) predstavlja kombiniranje genetičkih svojstava roditelja. U genetičkom algoritmu definira se *vjerojatnost križanja*. Tu je najveći otklon evolucijskih algoritama od prirodnih analogija. Naime, u prirodi se svojstva roditelja uvijek križaju, kada god se reprodukcija vrši parenjem različitih jedinki. Križanje u smislu genetičkih algoritama više podsjeća na proces križanja homolognih kromosoma poteklih od roditelja jedinke u kojoj se odigrava mejotička dioba kojom se proizvode njene spolne stanice. U biologiji se *taj* proces naziva "crossover". Kod njega postoji izvjesna vjerojatnost događanja, što znači da se određeni crossover ne mora bezuvjetno dogoditi. Štoviše, vjerojatnost je definirana za mjesto na kojem se kromosomi cijepaju radi crossovera. U genetičkim algoritmima križanje je ipak znatno jednostavniji proces nego u prirodi.

S obzirom na konačnu vjerojatnost križanja kod genetičkog algoritma, sasvim je moguće da se dogodi kloniranje tako da jednostavno od dva različita roditelja nastanu njihove dvije identične kopije, pa se u idućoj generaciji od tih jedinki ne dobija nova genetička informacija. No, formiranje linije klonova nije vjerojatno, jer će klonirana jedinka vrlo vjerojatno već u slijedećem koraku biti križana s drugačijom individuom.

Slika 4 objašnjava operator križanja. Vjerojatnost križanja p_x ($0 < p_x < 1$) je jedna od varijabli genetičkog algoritma. Ona se implementira npr. tako da se nakon selektiranja roditeljskih jedinki generira realan slučajni broj s jednolikom distribucijom vjerojatnosti između 0 i 1. Ako je taj broj veći od ($1 - p_x$), križanje se izvodi, a u protivnom se svi geni jednog roditelja prepišu u kromosom jednog djeteta, a svi geni drugog roditelja u kromosom drugog djeteta. Ako se ide u križanje, potrebno je generirati novi slučajni prirodni broj s jednolikom distribucijom između 1 i K-1 (K je broj bitova u kromosomu), koji će ukazati na redni broj bita iza kojega će se kromosom prelomiti i križati s drugim, jednako tako prelomljenim, prema skici na slici 4.

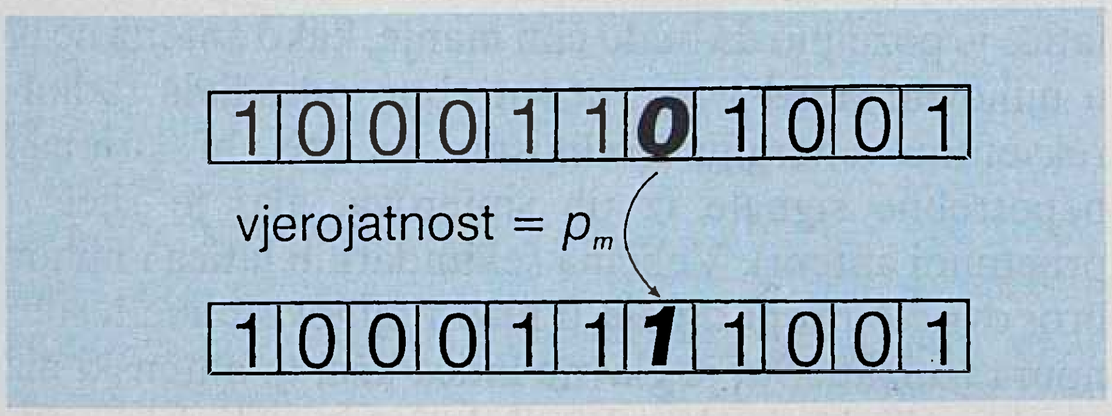
Mutacija je drugi operator genetičkog algoritma, koji se rabi s vjerojatnošću p_m. Slično maloprije opisanome, generiranjem realnog slučajnog broja između 0 i 1 i njegovim uspoređivanjem s ($1 - p_m$) određuje se da li će se dani dječji kromosom mutirati u jednom bitu, prema



Slika 4. Križanje (crossover) kromosoma u jednoj točki događa se s vjerojatnošću $p_x < 1$. Ako se u konkretnom slučaju ono ne dogodi, svako diojete je klon svoga roditelja. Točka prijeloma kromosoma određuje se slučajnim odabirom

slici 5. Ako hoće, onda slučajnim odabirom valja odrediti redni broj bita u kromosomu kojemu će se invertirati logička vrijednost i tako izvršiti mutacija. Efekt mutacije je slučajan. On ovisi o težinskom mjestu mutiranog bita u pripadnom genu. Ako je njegova težina velika, mutacija može preseliti jedinku u sasvim drugi dio područja definicije fitness funkcije, i tako je npr. izvaditi iz zamke lokalnog ekstrema.

Općenito je uočeno da je operacija križanja značajnija za ispravnu i brzu konvergenciju genetičkog algoritma od mutacije. Mutacija, međutim, ima odlučujuću ulogu kod algoritama u kojima je primijenjena slabija strategija prirodne selekcije, kao što je deterministička procedura desetkovanja populacije s eliminacijom lošije polovice populacije. Mjesto ovih operacija u dijagramu toka algoritma vidi se na slici 1.



Slika 5. Mutacija kromosoma događa se s vjerojatnošću p_m. Mutiraju kromosomi djece nakon rađanja križanjem kromosoma roditelja. Bit (subgen) koji mutira određuje se slučajnim odabirom

1.5. Kriterij konvergencije

Zaključni kriterij (vidjeti sliku 1) je uvjet koji dovodi do ponavljanja novog ciklusa genetičkog algoritma ako nije zadovoljen, odnosno do izlaska iz algoritma i izlistanja rezultata ako je zadovoljen. Postavljanje prestrogog kriterija izlaska može uzrokovati "vječno" izvršavanje petlje algoritma. Zato zaključenju algoritma treba posvetiti veliku pažnju.

Genetički bi algoritam evolucijom kroz dugo vrijeme (mnogo ciklusa) doveo do toga da su na kraju sva test-rješenja osim mutiranih genotipski i fenotipski ista. Za to bi bilo potrebno vrlo dugo vrijeme izvođenja. Algoritam treba prekinuti znatno prije. Jedan od mogućih i upotrebljivih kriterija je usporedba jedne ili nekoliko najboljih jedinki u dvije ili nekoliko posljednjih uzastopnih generacija. Kada razlike fitnessa tih jedinki postanu manje od zadane vrijednosti, računato prema nekoj metodi, izlazi se iz petlje i usvaja se najbolja jedinka među ispitivanima. Tu može biti problema ako je fitness funkcija definirana tako da njen iznos u točki maksimuma nije unaprijed poznat. Valja reći da radi stohastičke naravi genetičkog algoritma rješenja istog problema neće biti ista u različitim izvođenjima programa. Izlazni kriterij mora uzeti u obzir disperziju rezultata, tj. ne smije zahtijevati suviše veliku fenotipsku sličnost, jer konvergencija tada može biti suviše spora, ili čak nemoguća. Vremena izvođenja optimizacije jednog te istog problema mogu se mjerljivo razlikovati. Kod automatskih kriterija konvergencije može se slučajno dogoditi da najbolji fenotipovi u konzekventnim ciklusima budu dovoljno slični da bi zadovoljili kriterij izlaska, a da algoritam još nije dostigao stvaran globalni optimum. Zato je formulacija fitness funkcije s poznatim konačnim iznosom (iznosom u globalnom maksimumu) poželjna. Primjerice, normirani oblik mjerodavne funkcije omogućuje najjednostavnije postavljanje zaključnog kriterija konvergencije.

Druga metoda, uspješno korištena npr. u [3], sastoji se u proizvoljnom određivanju broja genetičkih ciklusa koji će se izvoditi. Nakon npr. 35 reprodukcijskih ciklusa proces se jednostavno prekida, i uzima se rezultat najboljeg fenotipa u posljednjoj generaciji. Dovoljno je pustiti algoritam da se vrti tipično 20 do 50 puta. Nitko ne može garantirati da će globalni optimum doista biti pronađen, ali je vjerojatnost za to vrlo velika. To općenito vrijedi za bilo koju varijantu genetičkog algoritma. Dobra provjera rezultata vrši se tako da se izvođenje cijelog algoritma jednostavno ponovi nekoliko puta pod istim uvjetima. Ako se rezultati razlikuju malo, onda su vjerojatno korektni.

Ponekad će se korisnik susresti s problemima efikasnosti rada algoritma u bilo kojem smislu. Računski proces ne ovisi samo o algoritmu, već i o formulaciji problema učinjenoj definiranjem mjerodavne funkcije. Povećanje vjerojatnosti mutacija je prva pomoć kod takvih boljki. Drugi lijek je povećanje nazivne brojnosti populacije. Ako ni to ne da rezultate, treba svakako preispitati *definiciju problema*, jer algoritam očito nije kriv. Tome se može pristupiti izmjenom rastera varijabli (duljine gena), ili preformulacijom fitness funkcije.

1.6. Parametri algoritma

Važni parametri svakog genetičkog algoritma su:

- duljine pojedinih gena
- nazivna veličina (brojnost) populacije
- način zamjene generacija
- vjerojatnost križanja
- vjerojatnost mutacije.

Duljina gena, tj. broj bita u svakome od njih, određuje korak kvantizacije pripadne varijable, a time i preciznost rješenja. Porastom ukupne duljine kromosoma, ipak, eksponencijalno raste broj mogućih test-rješenja, pa izvršavanjem programa s previše detaljnim pretraživanjem može biti nepodnošljivo dugo. Kada algoritam ne radi dobro, jedan od mogućih lijekova je i ogrubljivanje suviše precizno zadanih varijabli, tj. skraćivanje gena.

Preporučljiva brojnost populacije je između 30 i 100 jedinki. Veće populacije osiguravaju veću raznolikost genetskog materijala, što vodi ka bržoj konvergenciji, ali i ka produljenju egzekutivnog vremena radi povećanja broja vrednovanja fitness funkcije i izvođenja genetičkih operacija. Ravnovjesje ovih dviju suprotstavljenih tendencija nalazi se u pravilu negdje u navedenom pojasu vrijednosti. Općenito, u obradi sa složenijim fitness funkcijama valja koristiti manje populacije.

Način zamjene generacija koji se je u najviše primjena pokazao najučinkovitijim je djelomična zamjena, u nekoj od mogućih varijanti (vidjeti poglavlje 1.3).

Preporučljiva vrijednost vjerojatnosti križanja kreće se u granicama od 0.6 do 0.9. U mnogim slučajevima optimalnom se pokazala vrijednost od 0.7. Velika vjerojatnost križanja omogućuje bolju izmjenu genetičkog materijala i efikasnije pretraživanje.

Preporučljiva vrijednost vjerojatnosti mutacije je između 0.01 i 0.1. Iako je mutacija važan element stohastičkog pretraživanja, njena vjerojatnost mora biti mala, jer ona može znatno usporiti konvergenciju u kasnoj fazi algoritma, kada je evolucija već dovela do grupiranja genotipova i fenotipova oko optimalne vrijednosti. Mogući pristup je mijenjanje vjerojatnosti mutacije u tijeku izvršenja programa. Determinističke sheme smjene generacija traže veće iznose vjerojatnosti mutacije.

Pregled preporučljivih parametara genetičkog algoritma dan je u tablici 2.

Tablica 2. Preporučljivi iznosi parametara genetičkog algoritma

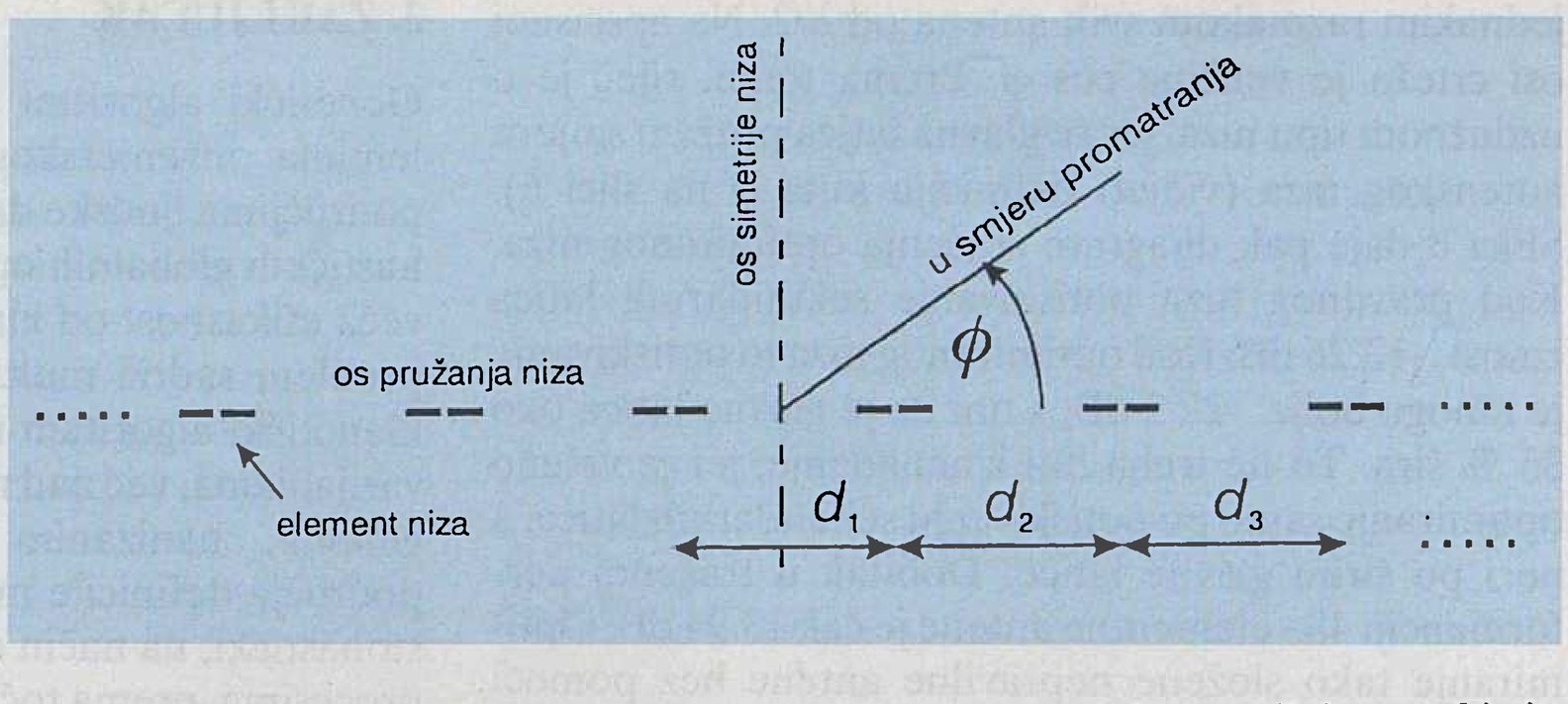
Parametar	Preporučljive vrijednosti
Duljina gena	Po potrebi, ali ne prevelika
Brojnost populacije	30 - 100 jedinki
Način zamjene generacija	Djelomični (stacionarno stanje)
Vjerojatnost križanja	60 - 90 %
Vjerojatnost mutacije	1 - 10 %

2. PRIMJER PRIMJENE EVOLUCIJSKOG OPTIMIRANJA U ELEKTROTEHNICI

2.1. Potiskivanje sekundarnih latica neuniformnih antenskih nizova

Linearne antene sastavljene su od ravnih dipola poredanih u ravnoj liniji, napajanih različitim amplitudama i fazama signala. Dijagram zračenja pojedinog dipola u ravnini okomitoj na njega je izotropan, a osmičastog je oblika u ravnini koja prolazi kroz dipol. Ako je dipol vrlo kratak prema valnoj duljini, oblik osmičaste karakteristike opisan je u polarnom koordinatnom sustavu funkcijom sin q, gdje je q kut između osi antene i spojnice promatrane točke i točke napajanja antene. Prema tome, takva jednostavna antena najbolje prima iz smjera okomitog na nju samu, a uopće ne prima signal koji dolazi iz smjera njene osi. Kod poluvalnog dipola dijagram zračenja u ravnini okomitoj na antenu je izotropan,a u ravnini koja prolazi antenom slijedi oblik $\cos[(\pi/2)\cos\upsilon]/\sin\upsilon$. Redanjem antena u niz, ili pak slaganjem plošnoga polja antena, moguće je dobiti druge oblike dijagrama zračenja. Obično je cilj postići usmjeren dijagram, pri kojemu antena treba zračiti u jednom točno definiranom smjeru, dočim u ostalim smjerovima zračenje treba biti potisnuto. Drugi čest zahtjev kod projektiranja je dobijanje određenog složenog oblika dijagrama zračenja neostvarivog jednostavnom antenskom strukturom. Dijagram zračenja linearnog niza sadrži obično jednu (ponekad dvije) glavnu laticu, koja obuhvaća kut jakog zračenja nazvan i kutem usmjerenosti, te niz sekundarnih latica. Za sekundarne latice je poželjno da budu čim manje, kako antena ne bi u njihovim smjerovima nepotrebno odašiljala radiofrekventnu energiju (odnosno da ne bi primala nepotrebne signale iz tih smjerova, ako je riječ o prijemnoj anteni). Veličina sekundarnih latica i njihov broj ovise o broju dipola u nizu i njihovom međusobnom razmaku. Što je glavna latica uža, tj. antenski niz usmjereniji, broj sekundarnih latica je veći, kao i njihova magnituda. Kada niz ima konstantan razmak antenskih elemenata (dipola), kada svi dipoli imaju istu amplitudu (ili, u nekim posebnim slučajevima, različite amplitude koje slijede neko pravilo), te kada je razmak faza signala napajanja konstantan, analizi i sintezi antenskih nizova moguće je pristupiti preko dobro razvijene teorije zračećih elemenata i njihovih nizova [4]. Tada, međutim, projektant nema dovoljno slobode za optimiranje potiskivanja sekundarnih latica. Ako je antenski niz posve nepravilan (nejednaki geometrijski razmaci antena, razlike faza i amplitude), analizi i sintezi mora se prići numerički, a kako analitički postupak nije definiran, nemoguće je izvesti optimiranje karakteristika antena na klasičan način. Optimizirati karakteristiku antenskog niza ili polja znači ili postići određeni poželjni dijagram zračenja, ili postići *optimum* usmjerenosti antene i potiskivanja sekundarnih latica. Potiskivanje sekundarnih latica jednako je deci-

belskom odnosu jakosti polja zračenog u smjeru maksimuma najveće sekundarne latice, i onoga u smjeru glavne latice. Genetički algoritmi omogućuju izvedbu optimizacije parametara zračenja, impedancije i širine pojasa antene na taj način da dopuštaju variranje svih ulaznih parametara (razmaka dipola, visine dipola, amplitude i faze napajanja) u proizvoljno finom rasteru (poštujući ranije u tekstu navedena ograničenja), pri čemu se onda može postići optimalan slog antena, njihovih dimenzija, amplituda i faza.



Slika 6. Definicija varijabli i koordinatnog sustava za promatrani nepravilni antenski niz

Dat ćemo jedan primjer [3]. Zadatak je pronaći optimalan razmještaj antena s jednakim fazama i amplitudama napajanja, glede potiskivanja sekundarnih latica. Slika 6 prikazuje princip formiranja niza. Razmaci d_1, d_2, d_3 ... itd. su nejednaki, ali je antenski niz građen simetrično obzirom na označenu os okomitu na smjer niza. Na taj način moguće je izvršiti optimizaciju razmaka N antena uz samo $N/2$ ulaznih varijabli. U konkretnom primjeru ukupan broj antena u nizu je 48, a njihov dijagram zračenja u interesantnoj ravnini (ravnina crteža) prati oblik sin φ. Kut φ definiran je na slici 6. To znači da je riječ o vrlo kratkim dipolima koji su smješteni kolinearno na smjeru osi niza. Dijagram zračenja u ravnini okomitoj na smjer pružanja ovih dipola je očito izotropan, pa se u njemu nema što optimirati.

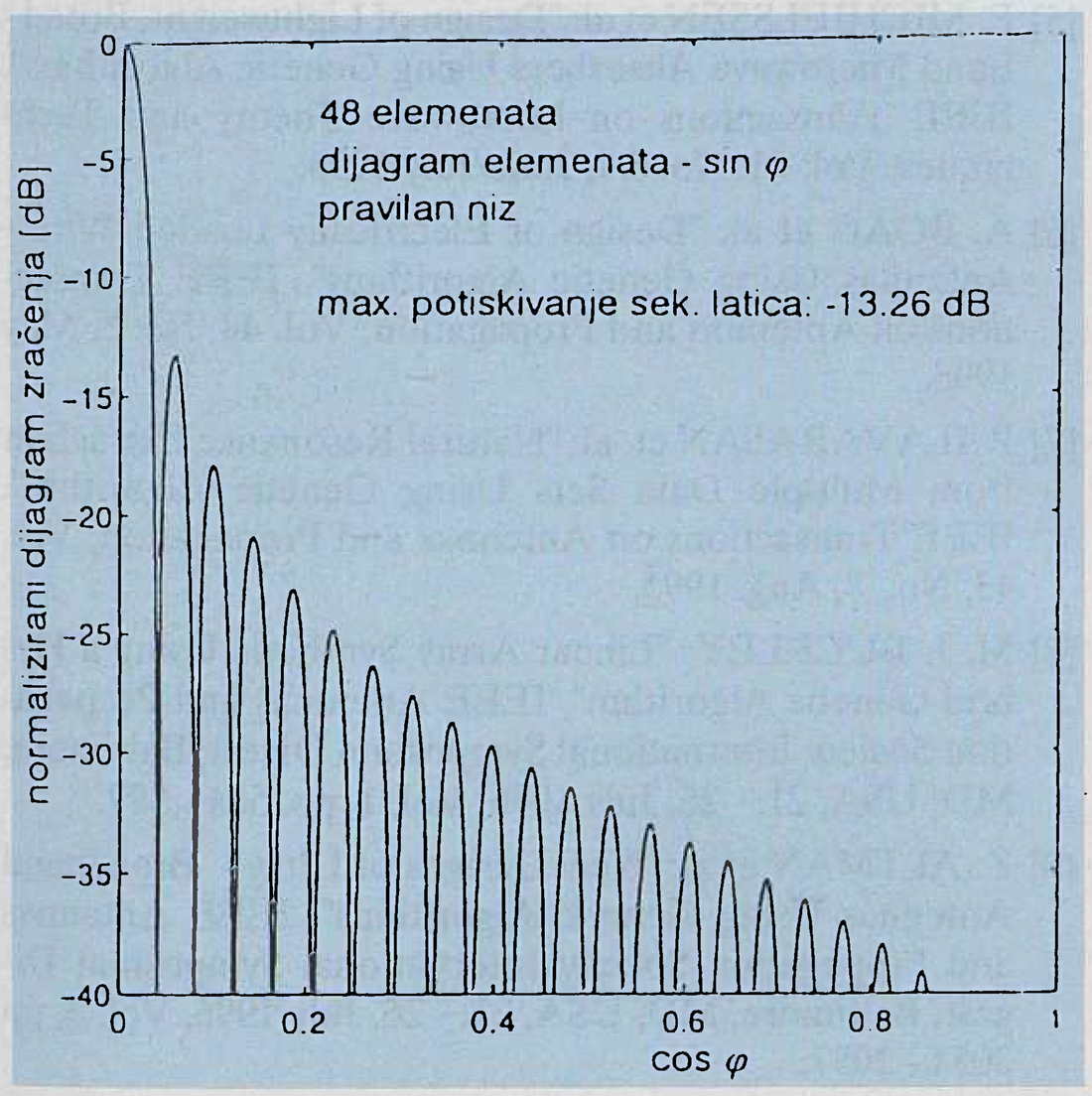
Dijagram zračenja ovako formiranog niza u ravnini crteža slijedi oblik:

$$F(\varphi)=2\sin\varphi\cdot\sum_{n=1}^{N/2}\cos\left[k\left(-\frac{d_1}{2}+\sum_{m=1}^{n}d_m\right)\cos\varphi\right]. \quad (6)$$

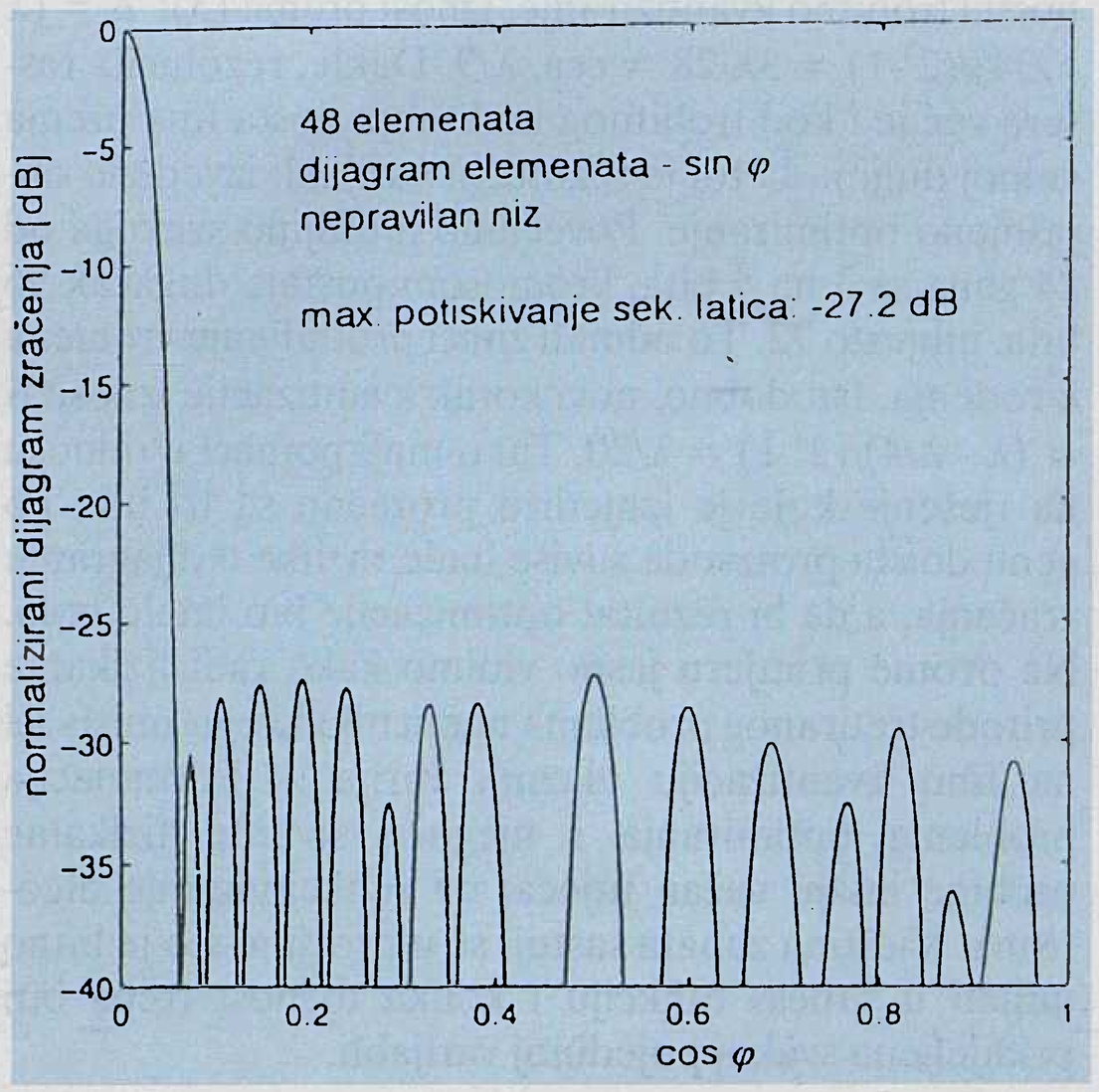
Oznake odgovaraju onima sa slike 6. Veličina k je valni broj elektromagnetskog vala u zraku ($2\pi/\lambda$). Sa d_m je uznačena udaljenost m-tog i (m-1)-og elementa niza. Genetičkim algoritmom optimiran je opisani 48 - elementni niz. Razmak elemenata variran je od λ/4 do λ u osam koraka (trobitna kvantizacija). Broj ulaznih varijabli je 24. Ukupna duljina kromosoma je zato 3 x 24 = 72 bita. Dobijeno je slijedeće optimalno rješenje:

$(d_m/\lambda)_{opt}$ = {0.25 - 0.25 - 0.25 - 0.375 - 0.25 - 0.375 - 0.375 - 0.25 - 0.375 - 0.25 - 0.5 - 0.25 - 0.5 - 0.375 - 0.375 - 0.375 - 0.5 - 0.5 - 0.625 - 0.5 - 0.75 - 1.0 - 0.75 - 0.875}.

Slika 7 prikazuje dijagram zračenja 48 - elementnog pravilnog niza s jednakim amplitudama i fazama, te



Slika 7. Dijagram zračenja pravilnog 48 - elementnog antenskog niza s razmakom elemenata od λ/2 i jednakim amplitudama i fazama napajanja



Slika 8. Dijagram zračenja optimiranog nepravilnog 48 - elementnog niza s jednakim amplitudama i fazama napajanja

jednakim razmakom svih antena od λ/2. Na apscisnoj osi crteža je veličina cos φ. Prema tome, riječ je o uzdužnom tipu niza, jer se glavna latica pruža u smjeru antenskog niza (vidjeti definiciju kuta φ na slici 6). Slika 8 daje pak dijagram zračenja optimiranog niza. Kod pravilnog niza potiskivanje sekundarnih latica iznosi -13.26 dB. Kod optimiranog niza to potiskivanje je mnogo bolje: -27.2 dB, s tim da je glavna latica oko 35 % šira. To ne treba biti iznenađenje, jer je vršeno optimiranje samo po potiskivanju sekundarnih latica, a ne i po širini glavne latice. Dobitak u traženoj performanciji 48 - elementne antene je čak 13.94 dB. Optimiranje tako složene nepravilne antene bez pomoći računala potpuno je beznadežan posao.

Kada je optimiranje istoga problema obavljeno kvazi - Newtonovskim algoritmom, postignuto je potiskivanje sekundarnih latica od -21.18 dB, što je 6.02 dB lošije nego kod genetičkog optimiranja. Zanimljivo je da gradijentne metode nadmašuju performancije genetičkih algoritama, ako je broj elemenata 8 ili manji (12 - bitni ili manji kromosom). Za veći broj elementarnih antena u nizu genetički algoritam apsolutno je u prednosti.

Indikativno je da detaljiziranje ulaznih varijabli (povećanje duljine gena) u ovom slučaju ne donosi praktički nikakvo poboljšanje. Riječ je o tome da su se razmaci d_m samo mogli točnije podesiti, ali je i dalje raspon njihovih vrijednosti zadržan između λ/4 i λ. Čini se da dijagram zračenja nije suviše osjetljiv na vrlo male odmake antena od određenog fiksnog položaja, tako da se ne može ostvariti nikakvo poboljšanje, obzirom na to da je rasap približnih optimuma dobivenih genetičkim algoritmom (tzv. "šum kvantizacije") veći od dobitka ostvarenog detaljiziranjem ulaznih varijabli razmaka. Korak kvantizacije, uz zadani raspon vrijednosti i trobitno kvantiziranje, iznosi prema (3): $\Delta = (\lambda - \lambda/4)/(2^3-1) = 3\lambda/28 =$ cca. $\lambda/9$. Dakle, rezolucija rastera već je i kod trobitnog kodiranja dosta fina prema valnoj duljini. U toj je rezoluciji varijabli izvedeno objašnjeno optimiranje. Povećamo li duljinu svakoga od 24 gena sa 3 na 4 bita, kromosom postaje dugačak 96 bita, umjesto 72. To odmah znači produljenje vremena izvođenja. Istodobno, novi korak kvantizacije iznosi: $\Delta = (\lambda - \lambda/4)/(2^4-1) = \lambda/20$. Tako mali pomaci u odnosu na rješenje koje je iznjedrio proračun sa tri bita po genu doista proizvode suviše male razlike u dijagramu zračenja, a da bi rezultat optimizacije bio imalo bolji. Na ovome primjeru jasno vidimo kako radi fizikalne prirode tretiranog problema nema nikakvoga smisla ići na finu kvantizaciju ulaznih varijabli. Formulacija problema optimiranja i njegove stvarne fizikalne osobine imaju važan utjecaj na funkcioniranje algoritma. Vještina zanata sastoji se u procjeni što je bitno unijeti u fitness funkciju i kolika točnost treba biti pridijeljena svakoj pojedinoj varijabli.

3. ZAKLJUČAK

Genetički algoritmi nalaze svoju primjenu u problemima inženjerskog optimiranja u najrazličitijim područjima ljudske djelatnosti. Oni pripadaju vrsti stohastičkih globalnih optimizatora. Odlikuje ih općenito veća efikasnost od klasičnih postupaka, posebno kada problem sadrži multimodalne funkcije više varijabli. Genetički algoritam ne operira direktno nad ulaznim varijablama, već nad njihovim kodnim reprenzentima - genima, nanizanim u kromosome. Pretraživanje područja definicije mjerodavne funkcije usmjerava se stohastički, na način analogan prirodnim evolucijskim procesima, prema točki globalnog ekstrema. Genetički algoritam ne pronalazi točan, već približan globalni ekstrem. Višestruka izvođenja optimizacije jednog te istog problema ne moraju trajati jednako dugo, niti moraju dati identične rezultate. Važan utjecaj na efikasnost algoritma imaju odabir formulacije inženjerskog problema (mjerodavne funkcije), strategije prirodnog odabira i zamjene generacija u ciklusima izvođenja, te određivanje vrijednosti bitnih parametara procesa.

LITERATURA

[1] S. TURK, L. BUDIN: "Analiza i projektiranje računalom", str. 225-274, Školska knjiga, Zagreb 1989.

[2] J. M. JOHNSON, Y. RAHMAT - SAMII: "Genetic Algorithms in Engineering Electromagnetics", IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 39, No. 4, Aug. 1997.

[3] R. L. HAUPT: "An Introduction to Genetic Algorithms for Electromagnetics", IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 37, No. 2, April 1995.

[4] E. ZENTNER: "Radiokomunikacije", Školska knjiga, Zagreb 1989.

[5] E. MICHIELSSEN et al: "Design of Lightweight, Broad - Band Microwave Absorbers Using Genetic Algorithms", IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 41, No. 6/7, June/July 1993.

[6] A. BOAG et al: "Design of Electrically Loaded Wire - Antennas Using Genetic Algorithms", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 44, No. 5, May 1996.

[7] P. ILAVARASAN et. al: "Natural Resonance Extraction from Multiple Data Sets Using Genetic Algorithm", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 43, No. 8, Aug. 1995.

[8] M. J. BUCKLEY: "Linear Array Synthesis Using a Hybrid Genetic Algorithm", IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium Digest, Baltimore, MD, USA, 21. - 26. July 1996, Vol. 1, pp. 584 - 587.

[9] Z. ALTMAN et al: "New Designs of Ultra - Broadband Antennas Using Genetic Algorithms", IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium Digest, Baltimore, MD, USA, 21. - 26. July 1996, Vol. 3, pp 2054 - 2057.

INTRODUCTION TO GENETIC ALGORITHM

This work gives an overview of the genetic algorithm optimisation method with the details necessary for its successful implementation. An example of the genetic algorithm utilisation in dealing with a real-life problem is given.

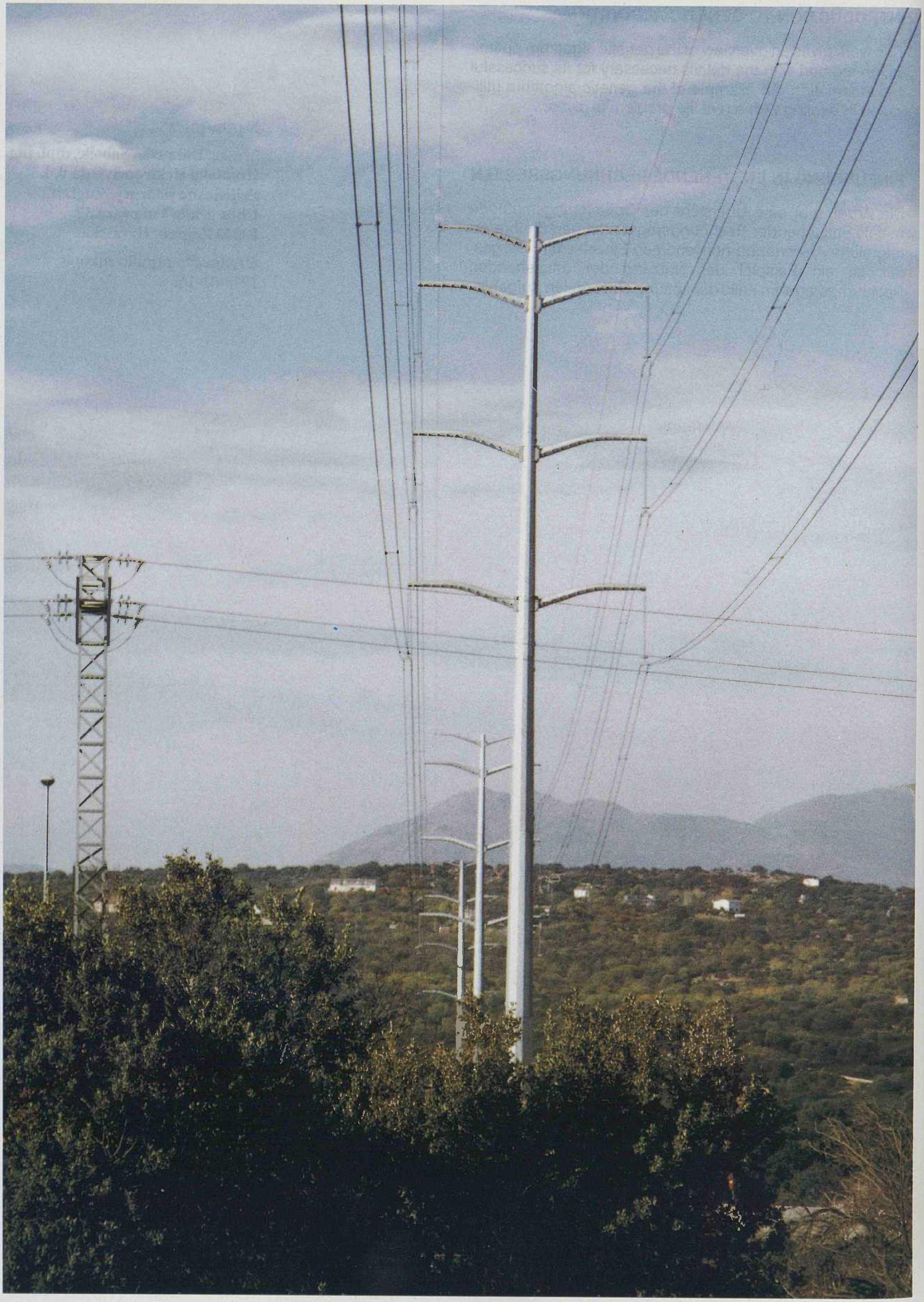
EINFÜHRUNG IN ENSTEHENDE RECHNUNGSREGELN

Die Arbeit gibt eine Übersicht der Optimierungsmethode mittels entstehender Rechnungsregeln mit den für ihre erfolgreiche Anwendung notwendigen Einzelheiten. Dargestellt ist ein Beispiel der Nutzung der entstehenden Rechnungsregel im Falle der Lösung einer reelen Aufgabe.

Naslov pisca:

Mr. sc. Dubravko Sabolić, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.
Prijenosno područje Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1998-01-16.



UZ 40 GODINA RADA HE GOJAK

"Svakako godina 1959. leži u znaku stavljanja u pogon hidroelektrane Gojak koja kao protočna elektrana koristeći vode Ogulinske Dobre i Zagorske Mrežnice znatno pridonosi ublažavanju nestašice električne energije", uvodne su riječi glavnog direktora Zajednice elektroprivrednih organizacija Hrvatske u statističkom "Godišnjaku 1959." Od tada je prošlo 40 godina i ta je elektrana od početka svog rada do danas zaista pokazala svoju vrijednost.

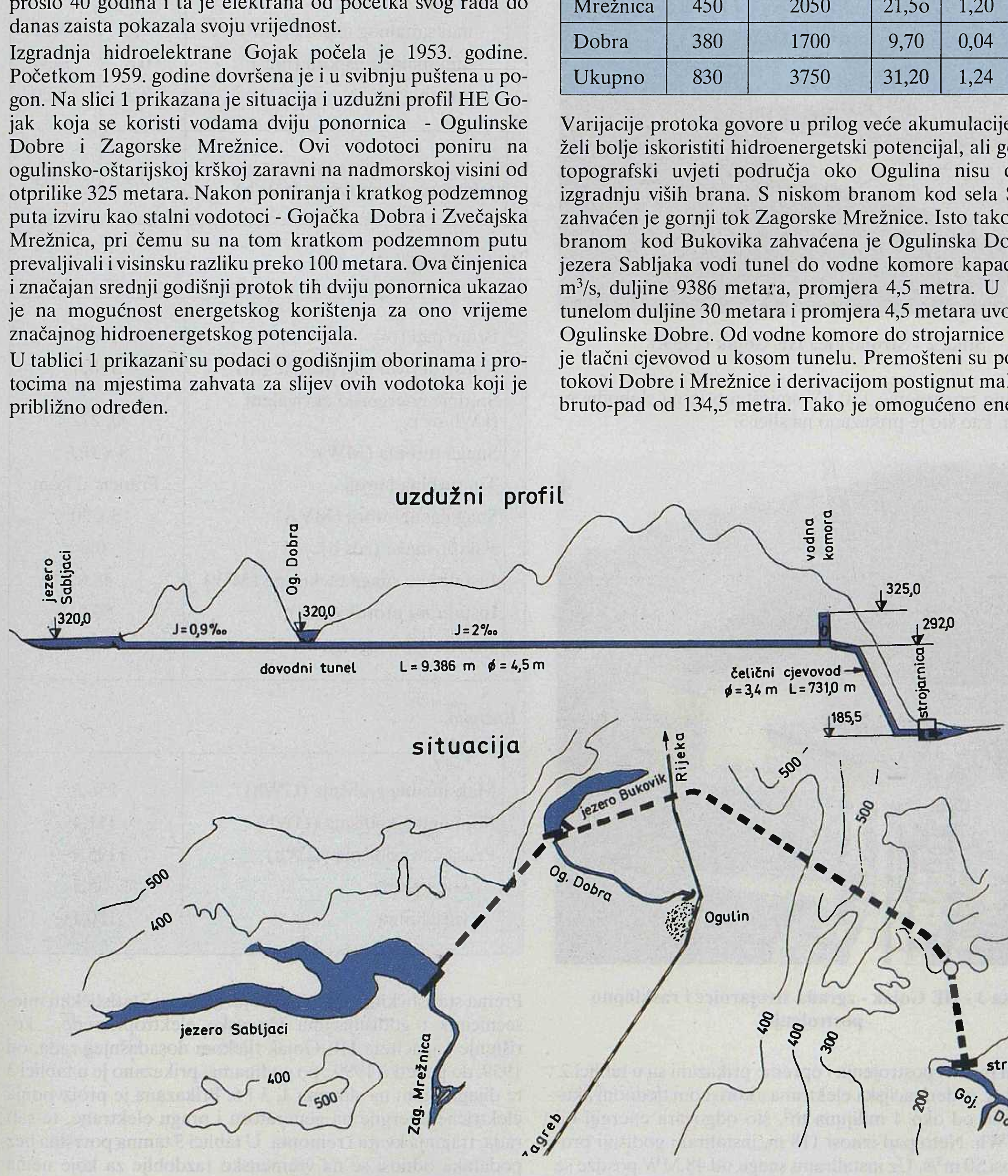
Izgradnja hidroelektrane Gojak počela je 1953. godine. Početkom 1959. godine dovršena je i u svibnju puštena u pogon. Na slici 1 prikazana je situacija i uzdužni profil HE Gojak koja se koristi vodama dviju ponornica - Ogulinske Dobre i Zagorske Mrežnice. Ovi vodotoci poniru na ogulinsko-oštarijskoj krškoj zaravni na nadmorskoj visini od otprilike 325 metara. Nakon poniranja i kratkog podzemnog puta izviru kao stalni vodotoci - Gojačka Dobra i Zvečajska Mrežnica, pri čemu su na tom kratkom podzemnom putu prevaljivali i visinsku razliku preko 100 metara. Ova činjenica i značajan srednji godišnji protok tih dviju ponornica ukazao je na mogućnost energetskog korištenja za ono vrijeme značajnog hidroenergetskog potencijala.

U tablici 1 prikazani su podaci o godišnjim oborinama i protocima na mjestima zahvata za slijev ovih vodotoka koji je približno određen.

Tablica 1 - Godišnje oborine i protoci za vodotok Dobra-Mrežnica

Vodotok	Sliv km^2	Godišnje oborine mm	Protok		
			Q_{sr} m^3/s	Q_{min} m^3/s	Q_{max} m^3/s
Mrežnica	450	2050	21,5o	1,20	118,0
Dobra	380	1700	9,70	0,04	320,0
Ukupno	830	3750	31,20	1,24	438,0

Varijacije protoka govore u prilog veće akumulacije, ako se želi bolje iskoristiti hidroenergetski potencijal, ali geološki i topografski uvjeti područja oko Ogulina nisu dopustili izgradnju viših brana. S niskom branom kod sela Sabljaka zahvaćen je gornji tok Zagorske Mrežnice. Isto tako niskom branom kod Bukovika zahvaćena je Ogulinska Dobra. Od jezera Sabljaka vodi tunel do vodne komore kapaciteta 50 m^3/s, duljine 9386 metara, promjera 4,5 metra. U njega se tunelom duljine 30 metara i promjera 4,5 metara uvode vode Ogulinske Dobre. Od vodne komore do strojarnice položen je tlačni cjevovod u kosom tunelu. Premošteni su podzemni tokovi Dobre i Mrežnice i derivacijom postignut maksimalni bruto-pad od 134,5 metra. Tako je omogućeno energetsko



Slika 1 - Uzdužni profil i situacija HE Gojak

korištenje voda Dobre i Mrežnice preko tri agregata ukupno instalirane snage 48 MW.

Strojarnica je izvedena kao nadzemna zgrada i smještena na lijevoj obali Gojačke Dobre. Na slici 2 prikazana je unutrašnjost strojarnice iz 1959. godine. U njoj su smještena tri glavna agregata i jedan kućni agregat.



Slika 2 - Strojarnica HE Gojak (1959.)

Rasklopno postrojenje 110 kV smješteno je na slobodnom prostoru, kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3 - HE Gojak - zgrada strojarnice i rasklopno postrojenje

Osnovni podaci postrojenja i opreme prikazani su u tablici 2. HE Gojak je derivacijska elektrana s korisnom tjednom akumulacijom od oko 4 milijuna m^3, što odgovara energiji od 1090 MWh. Neto pad iznosi 118 m, instalirani godišnji protok iznosi 50 m^3/s. Uz instaliranu snagu od 48 MW postiže se prosječna godišnja proizvodnja od 195,4 GWh.

Tablica 2 - Osnovni podaci HE Gojak

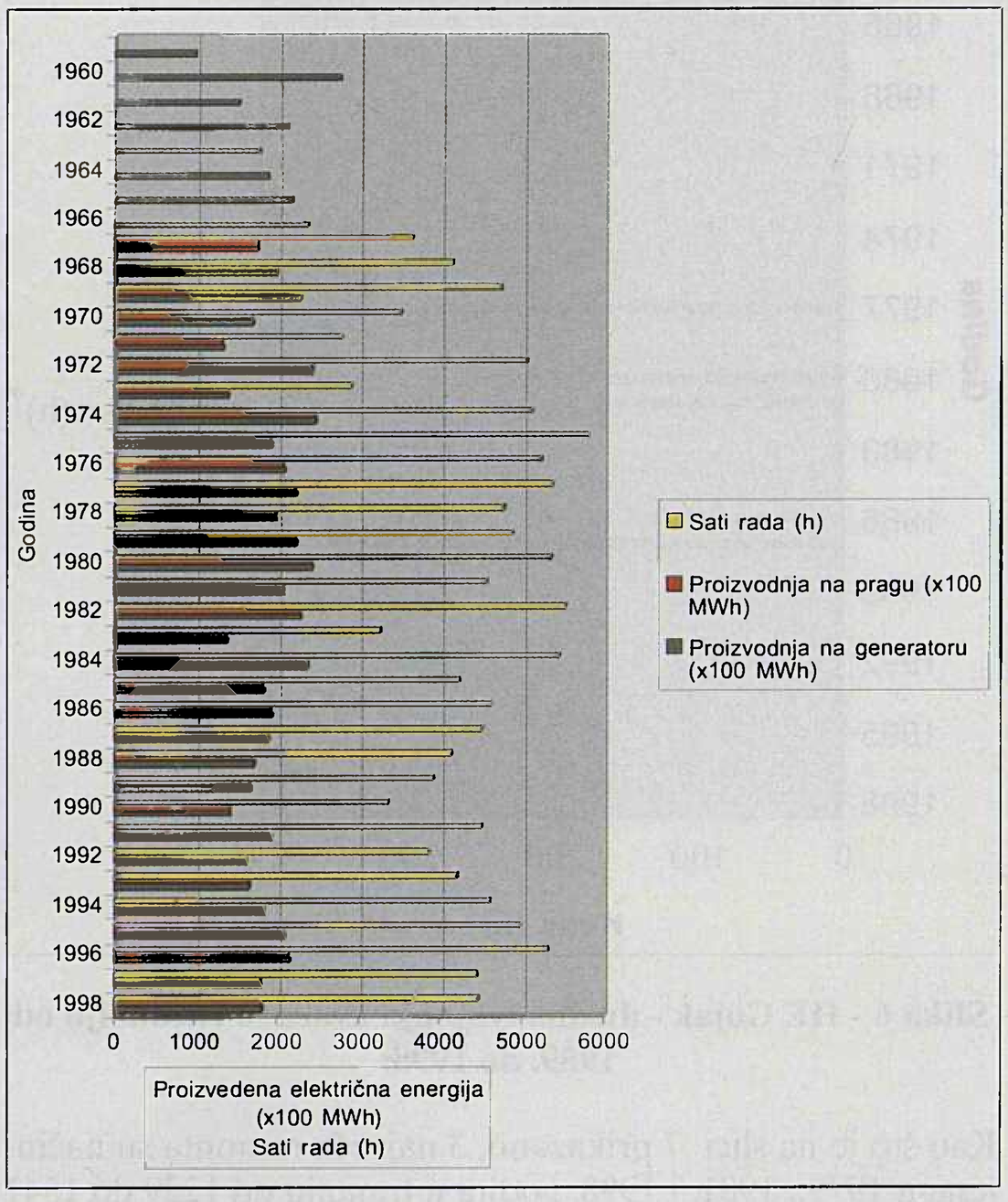
Akumulacija	Sabljaci	Bukovik
Uspor		
- maksimalni radni (m n. m.)	320,0	320,0
- maksimalni preljevni (m n. m.)	322,0	322,0
- minimalni radni (m n. m.)	317,0	317,5
Volumen		
- maksimalnog uspora (hm^3)	4,1	0,24
- minimalnog uspora (hm^3)	0,8	0,04
- korisni (hm^3)	3,3	0,20
Energetska vrijednost korisnog volumena akumulacije (GWh)	0,9	0,05
Hidroelektrana		
Bruto pad (m)	134,5	
Konstruktivni pad turbine (m)	118,0	
Srednje energetski ekvivalent (kWh/m^3)	0, 272	
Snaga turbina (MW)	3 x 16,8	
Tip turbina i broj	Francis 3 kom	
Snaga generatora (MVA)	3 x 20	
Faktor snage (cos ö)	0,8	
Instalirana snaga elektrane (MW)	48,0	
Instalirani protok (m^3/s)	50,0	
Brzina vrtnje agergata (min^{-1})	428	
Energija		
Maksimalna godišnja (GWh)	256,8	
Minimalna godišnja (GWh)	111,4	
Prosječna godišnja (GWh)	195,4	
- konstantna	45,3	
- varijabilna	150,1	

Prema statističkim podacima objavljenim u Statističkim mjesečnicima i godišnjacima Hrvatske elektroprivrede, korištenje kapaciteta HE Gojak tijekom dosadašnjeg rada, od 1959. do početka 1999., po godinama, prikazano je u tablici 3 te dijagramom na slikama 4, 5 i 6. Prikazana je proizvodnja električne energije na generatoru i pragu elektrane, te sati rada, trajanja kvara i remonta. U tablici 3 tamna površina bez podataka odnosi se na vremensko razdoblje za koje nema statističkih publikacija HEP-a.

Tablica 3 - Korištenje kapaciteta HE Gojak

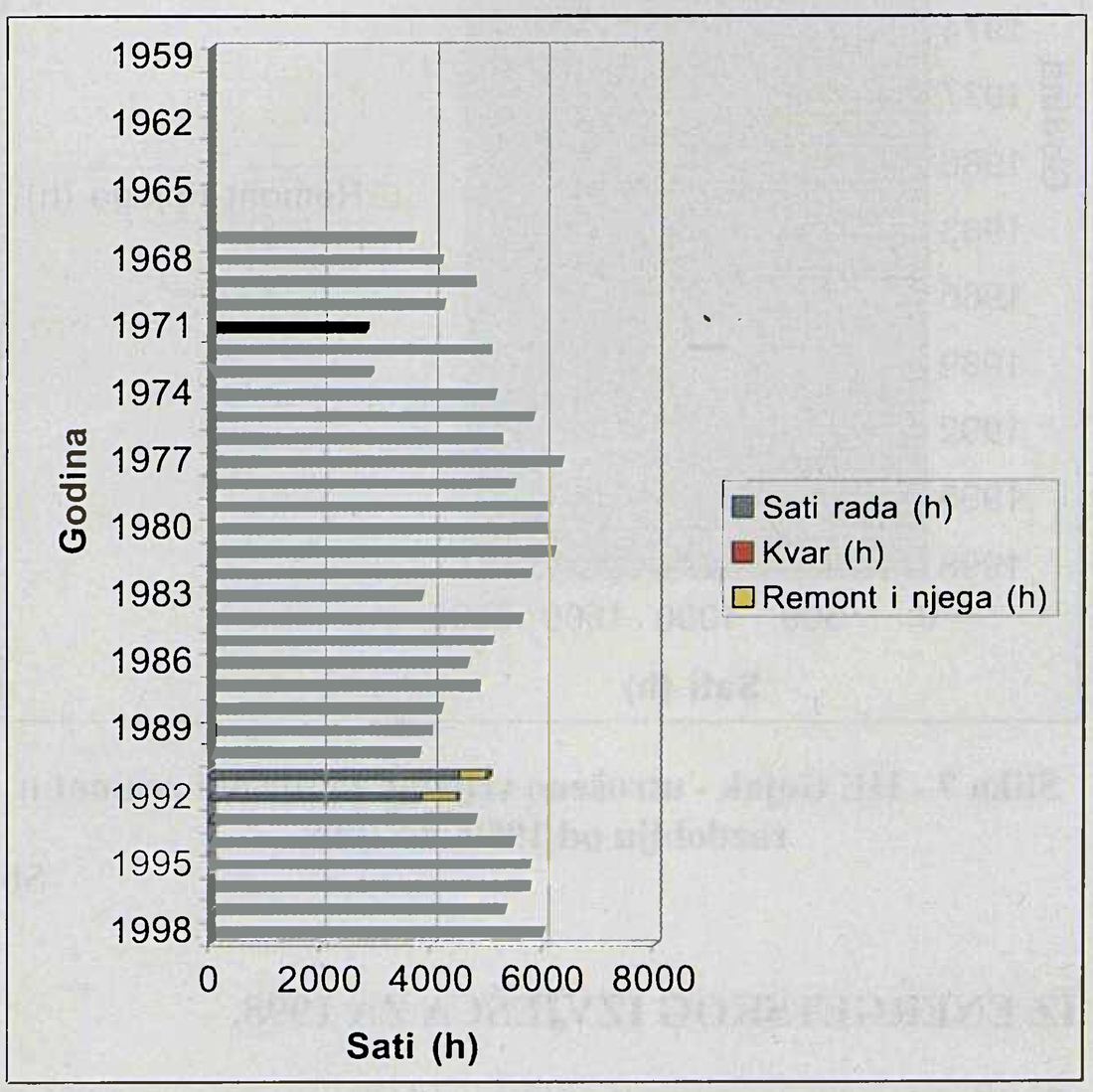
Godina	Proizvodnja električne energije na:		Sati rada	Kvar	Remont i njega
	generatoru (MWh)	na pragu (MWh)	(h)	(h)	(h)
1998.	179692	178860	4441	1	1541
1997.	178809	178026	4438		875
1996.	213938	212997	5305		410
1995.	207224	206410	4955		773
1994.	183043	182326	4594		829
1993.	164671	163832	4185		589
1992.	161621	160852	3839		612
1991.	191837	191036	4485		503
1990.	141689	140960	3339		412
1989.	165711	164945	3893		72
1988.	169932	169105	4118		12
1987.	187462	186616	4483	349	
1986.	191675	190852	4607		28
1985.	181750	181029	4220		821
1984.	235785	235071	5433		138
1983.	136369	135665	3242		551
1982.	227596	226748	5510		216
1981.	206949	205939	4557	154	1458
1980.	241113	240213	5337	180	535
1979.	221572	220774	4859		1229
1978.	197086	196232	4755		688
1977.	221015	220257	5356	348	599
1976.	207913	207108	5222		
1975.	191508	190741	5797		
1974.	245443	244719	5109		
1973.	138452	137760	2885		
1972.	241533	240879	5032		
1971.	132764	132126	2766		
1970.	167986	167483	3500		679
1969.	227724	222128	4734		
1968.	198211	197668	4129		
1967.	174678	174146	3639		
1966.	235224				
1965.	215879				
1964.	187194				
1963.	177407				
1962.	210924				
1961.	151027				
1960.	275812				
1959.	98360				

Proizvodnja električne energije i radni sati HE Gojak prikazani su na slici 4 dijagramom. U razdoblju od 1959. do 1997. godine nema zabilježenih podataka o radnim satima niti o proizvedenoj električnoj energiji na pragu elektrane. Najveća proizvodnja zabilježena je u 1960. godini, u iznosu od 275812 MWh za 5109 radnih sati (slika 4 i 5). Najniža proizvodnja zabilježena je u 1971. godini, u iznosu od 132764 MWh za 2766 radnih sati.

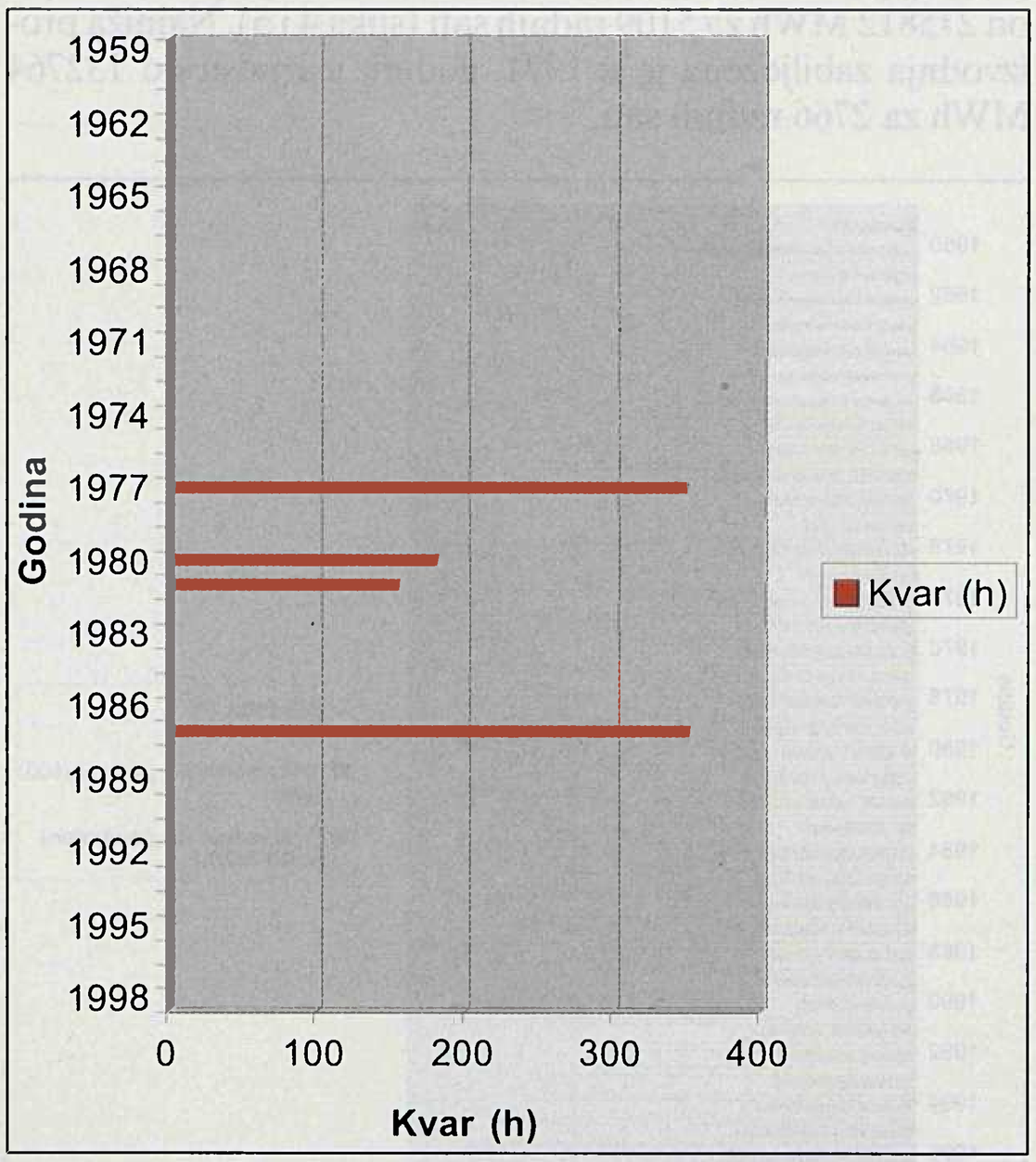


Slika 4 - Proizvodnja električne energije HE Gojak u razdoblju od 1959. do 1998.

Slika 5 dijagramom prikazuje vremensko korištenje kapaciteta HE Gojak, a slika 6 vrijeme stajanja zbog kvara. U 40-godišnjem pogonu HE Gojak je bila izvan pogona zbog kvara ukupno 1031 sat (slika 6), odnosno u 1977. godini 348 sati, u 1980. godini 180 sati, u 1981. godini 154 sata te u 1987. godini 349 sati.

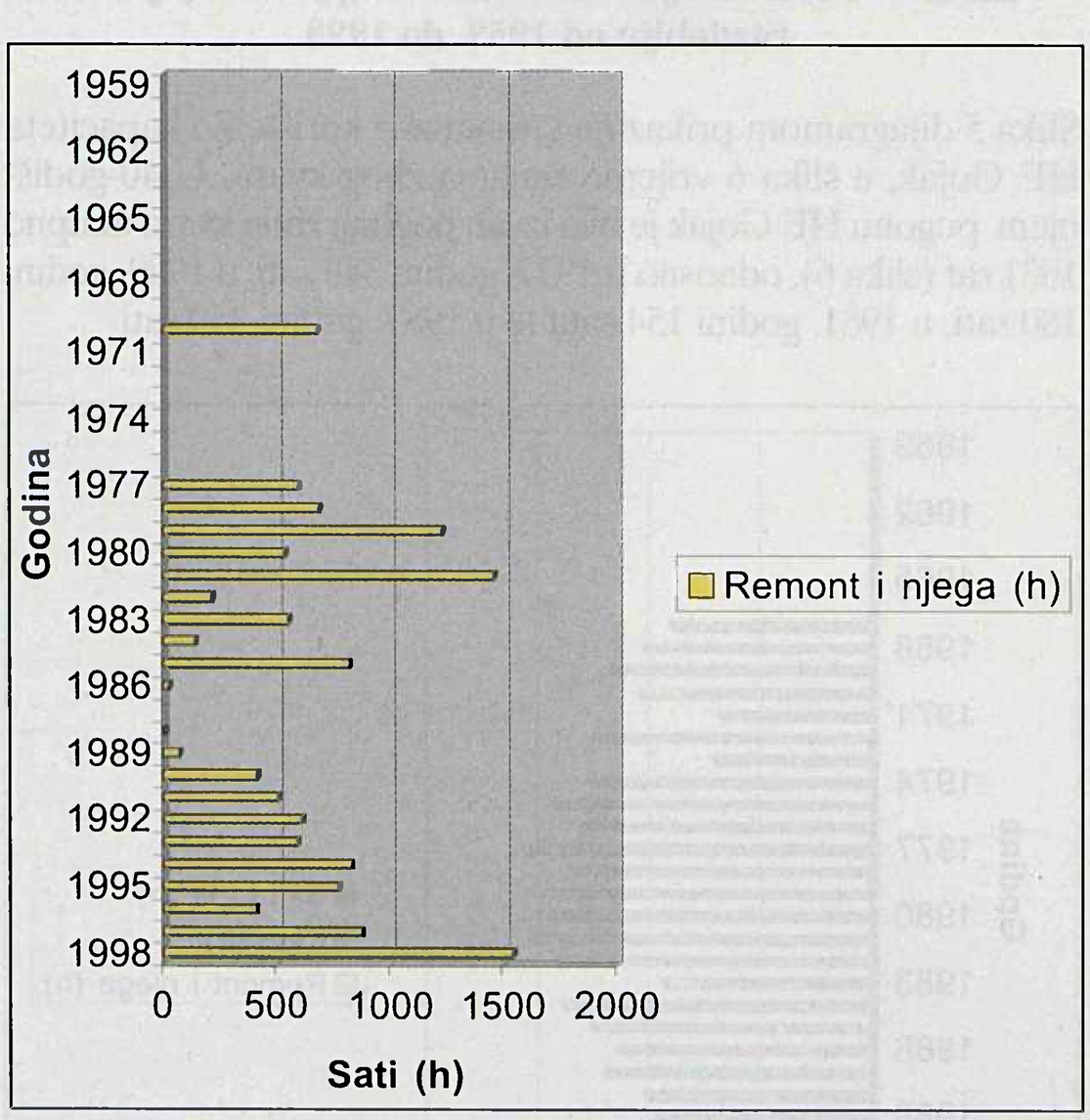


Slika 5 - Vremensko korištenje kapaciteta HE Gojak u razdoblju od 1995. do 1998.



Slika 6 - HE Gojak - dužina trajanja kvara u razdoblju od 1959. do 1998.

Kao što je na slici 7 prikazano, 3 najveća remonta su načinjena u 1979., 1981. i 1998. godini u trajanju od 1229 do 1541 sat.



Slika 7 - HE Gojak - utrošeno vrijeme za njegu i remont u razdoblju od 1959. do 1998.

Sb

IZ ENERGETSKOG IZVJEŠĆA ZA 1998.

Godišnja elektroenergetska bilanca prikazana je u tablici 1. Kolona "Promjena (%) " predstavlja omjer razlike između 1998. i 1997. prema 1997. godini izražen u postocima.

Dobava iz TE izvan Hrvatske odnosi se na dobavu temeljem zakupa snage i energije i zajedničke izgradnje termoelektrana u drugim republikama bivše Jugoslavije. To su termoelektrane TE Obrenovac, TE Tuzla, TE Kakanj i TE Gacko.

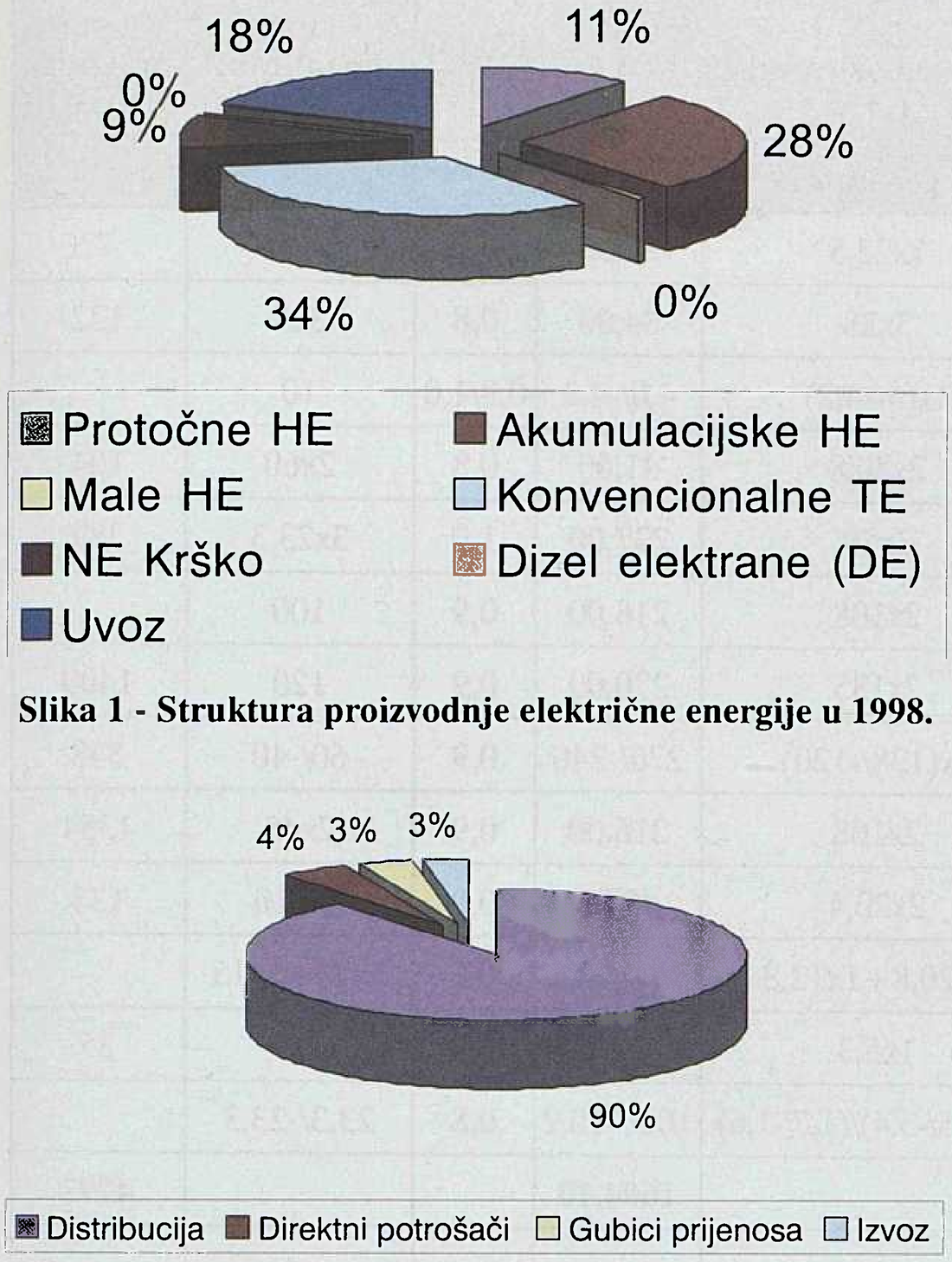
Tablica 1 - Bilanca električne energije za 1998.

			1997.	1998.	Promjena (%)
I		**PROIZVODNJA (GWh)**			
	1	Protočne HE	1361,4	1494,1	9,7
	2	Akumulacijske HE	3841,5	3866,8	0,7
	3	Male HE	57,4	66,9	16,6
A		**Ukupna proizvodnja HE**	**5260,3**	**5427,8**	**3,2**
	4	Konvencionalne TE	3561,6	4551,5	27,8
	5	NE Krško (za HEP)	2392,7	1250,5	-47,7
	6	Dizel elektrane (DE)	16,6	9,7	-41,6
B		**Ukupna proizvodnja TE**	**5970,9**	**5811,7**	**-2,7**
		Dobava iz TE izvan RH	0	0	
	7	Uvoz	2222,2	2548,7	14,7
C		**Ukupno Dobava i Uvoz**	**2222,2**	**2548,7**	**14,7**
		UKUPNO RASPOLOŽIVO (A+B+C)	**13453,4**	**13788,2**	**2,5**
II		**POTROŠNJA (GWh)**			
	1	Distribucija	11706,4	12309,8	5,2
	2	Direktni potrošači	642,4	598,5	-6,8
	3	Gubici prijenosa	444,2	445,7	0,3
E		**UKUPNA POTROŠNJA (GWh)**	**12793**	**13354**	**4,4**
F	4	**Izvoz**	**660,4**	**434,2**	**-34,3**
		UKUPNO ISPORUČENO (GWh)	**13453,4**	**13788,2**	**2,5**

Na slikama 1 i 2 dijagramom je prikazana struktura proizvodnje i struktura potrošnje električne energije u 1998. godini.

U strukturi proizvodnje 34% sudjeluju konvencionalne termoelektrane, 28 % akumulacijske hidroelektrane, uvoz 18 %, 11 % NE Krško te 9% protočne hidroelektrane.

U strukturi potrošnje sudjeluje 90 % distribucija, direktni potrošači 4 %, 3 % je izvoz električne energije, a isto toliko iznose i gubici prijenosa električne energije.



Slika 1 - Struktura proizvodnje električne energije u 1998.

Slika 2 - Struktura potrošnje električne energije u 1998.

U 1998. godini ukupna je potrošnja električne energije u Republici Hrvatskoj bila veća od potrošnje u prethodnoj godini za 4,39 %, dok je u odnosu na 1990. bila manja za oko 10 %. Pad potrošnje od 14,3 zabilježen je kod industrijskih potrošača, koji su najvećim dijelom prošli postupak tržišnog restrukturiranja. Porast potrošnje od 5,2 % u odnosu na 1997. godinu ostvaren je kod potrošača priključenih na srednji i niži napon distribucijske mreže kao gospodarski subjekti ili kućanstva.

Što se tiče proizvodnje, hidroelektrane su proizvele 3,2 % više energije uz slične oborinske uvjete kao u 1997. godini. To je još uvijek niže od očekivane proizvodnje temeljene na višegodišnjim prosjecima.

Proizvodnja termoelektrana zajedno s NE Krško, interventnim dizel elektranama bila je niža za 2,7 %. Razlog za to je neisporuka električne energije Hrvatskoj iz NE Krško u razdoblju od kolovoza do kraja 1998. godine. Zbog manjka energije iz NE Krško, ukupni saldo razmjene kupoprodaje električne energije bio je 35,4 % veći u odnosu na 1997. godinu.

U tablicama 2, 3 i 4 prikazane su elektrane koje čine elektroenergetski sustav Hrvatske sa stanjem krajem 1998. godine.

U tablici 2 prikazane su hidroelektrane s podacima o priključnom naponu (kV), instaliranoj snazi (MVA), raspoloživoj snazi (MW) po generatoru i ukupno, faktoru snage, ukupno instaliranom protoku (m^3/s) te mogućoj proizvodnji električne energije (GWh). Treba napomenuti da je moguća proizvodnja određena prema 70 % godišnjoj vjerojatnosti sušnosti iz hidrološkog niza 1950.-1991., osim za HE Dubrovnik gdje je niz 1946.-1985. Za reverzibilne elektrane korišten je predznak (+) za generatorski, a (-) za motorski rad. Pribranske hidroelektrane biološkog minimuma ne obuhvaćaju se elektroenergetskom bilancom.

U 1998. godini ukupno raspoloživa snaga hidroelektrana iznosi 2074,4 MW, dok je moguća proizvodnja bila u iznosu od 6442 GWh. Ukupno raspoloživa snaga akumulacijskih hidroelektrana iznosila je 1694,10 MW, a moguća proizvodnja 4792 GWh. Slijede protočne hidroelektrane s ukupno raspoloživom snagom od 361,7 MW te mogućom proizvodnjom od 1579 GWh. Male hidroelektrane sudjeluju sa raspoloživom snagom od 15,8 MW i mogućom proizvodnjom od 71 GWh.

Tablica 2 - Hidroelektrane u elektroenergetskom sustavu RH

Hidroelektrana	Priključni napon (kV)	Instalirana snaga (MVA)	Raspoloživa snaga (MW)		Faktor snage	Ukupno instalirani protok (m^3/s)	Moguća proizvodnja GWh)
			Po generatoru	Ukupno			
Protočne HE							
HE Čakovec	110		2x40,3	80,60	0,95	2x250	362
HE Dubrava	110		2x40,3	80,60	0,95	2x250	328
HE Gojak	110		3x16	48,00	0,8	3x16,7	197
HE Golubić	35		2x3,27	6,54	0,85	2x7	20
HE Miljacka	35		1x4,8+3x6,4	24,00	0,8	6+3x8	123
HE Rijeka	35		2x18	36,00	0,8	21	94
HE Varaždin	110		2x43	86,00	0,85	2x225	455
Ukupno protočne HE				**361,7**			**1579**
Akumulacijske HE							
HE Senj	110(2);220(1)	3x80	3x72	216,00	0,9	3x20	940

Hidroelektrana	Priključni napon (kV)	Instalirana snaga (MVA)	Raspoloživa snaga (MW)		Faktor snage	Ukupno instalirani protok (m^3/s)	Moguća proizvodnja GWh)
			Po generatoru	Ukupno			
HE Sklope	110	1x25	1x22,5	22,50	0,9	45	77
HE Vinodol	110	3x35	3x28	84,00	0,8	3x5	122
CHE Fužine	35	1x(5/-4,8)	1x(4/-4,2)	4,0/-4,2	0,8/1,0	10	
HE Peruča	110	2x26	2x20,8	41,60	0,8	2x60	104
HE Orlovac	220	3x83	3x79	237,00	1,0	3x23,3	289
HE Zakučac I	110(1);220(1)	2x120	2x108	216,00	0,9	100	
HE Zakučac II	110(1);220(1)	2x150	2x135	270,00	0,9	120	1400
RHE Obrovac	400	2x(155/-135)	2x(138/-120)	276/-240	0,9	60/-40	338
HE Dubrovnik	110(1);220(1)	2x120	2x108	216,00	0,9	2x45	1354
HE Đale	110	2x24	2x20,4	40,80	0,9	2x110	133
HE Kraljevac	110	2x26+1x16	2x20,8+1x12,8	54,40	0,8	2x25+1x15	
	35	1x6	1x5,3	5,30	0,9	1x5	35
Buško Blato	110	3x(4,4/-4,3)/(2,1/-2)	1x(3,5/-3,4)/(1,7/-1,6)	10,5/-10,2	0,8	23,3/-23,3	
Ukupno akumulacijske HE				**1694,10**			**4792**
Male HE							
HE Čakovec	0,4		1x0,34	0,34	0,7		
HE Dubrava	0,4		2x0,34	0,68	0,7		
HE Jaruga	30		2x2,8	5,60	0,7		36
HE Krčić	0,4		1x0,44	0,44	0,8		
HE Ozalj I	35(10)		3x1,1	3,30	0,7		
HE Ozalj II	35		2x1,1	2,20	0,7		22
HE Zavrelje	10		1x1,5	1,50	0,7		5
HE Zeleni Vir	10		2x0,85	1,70	0,85		8
Ukupno Male HE				**15,8**			**71**
Pribranske elektrane biološkog minimuma							
HE Čakovec	0,4		1,100	1,10	0,8	10	
HE Dubrava	0,4		1,120	1,12	0,8	10	
HE Varaždin	0,4		0,585	0,59	0,87	10	
Ukupno pribranske elektrane biološkog minnimuma				**2,8**			
UKUPNO HE				2074,4			6442

U tablici 3 prikazane su termoelektrane s osnovnim podacima: priključni napon (kV), instalirana snaga (MVA), raspoloživa snaga (MW) na generatoru i pragu elektrane, tehnički minimum (MW), faktor snage i gorivo. Kao gorivo u konvencionalnim termoelektranama koristio se ugljen, mazut (laka, srednja i teška lož ulja), ekstralako loživo ulje, prirodni plin i koksni plin.

U 1998. godini raspoloživa snaga na generatoru kod konvencionalnih termoelektrana iznosila je 1335,7 MW te kod dizel elektrana 52,3 MW, dok NE Krško s 50 % sudjeluje sa 345,5 MW raspoložive snage na generatoru. Ukupno raspoloživa snaga na generatoru iznosila je 1733,5 MW.

Tablica 3 - Termoelektrane u elektroenergetskom sustavu

Termoelektrana	Oznaka TA	Priključni napon (kV)	Instalirana snaga (MVA)	Raspoloživa snaga (MW)		Tehnički minimum (MW)	Faktor snage	Gorivo
				Generator	Prag			
Konvencionalne TE								
Plomin	1	110	150,0	120,0	98,0	65,0	0,80	Ugljen
TE Rijeka	1	220	376,0	320,0	303,0	112,0	0,85	Mazut + koksni plin
TE Sisak	1	110	247,0	210,0	198,0	70,0	0,85	Mazut/prirodni plin
	2	220	247,0	210,0	198,0	140,0	0,85	Mazut/prirodni plin
TE-TO Zagreb	1	110	40,0	32,0	29,0	8,0	0,80	Mazut/prirodni plin
	2	110	40,0	32,0	22,0	8,0	0,80	Mazut/prirodni plin
	3	110	150,0	120,0	110,0	40,0	0,80	Mazut/prirodni plin
EL-TO Zagreb	1	30	15,7	11,0	9,0	3,0	0,70	Mazut/prirodni plin
	2	110	37,5	30,0	26,0	5,2	0,80	Mazut/prirodni plin
KTE Jertovec	2	110	16,0	12,5	11,0	3,0	0,80	Prirodni plin/ ekstralako loživo ulje
	3	110	16,0	12,5	11,0	3,0	0,80	Prirodni plin/ ekstralako loživo ulje
	4	110	41,8	35,6	35,0	4,0	0,85	Prirodni plin/ ekstralako loživo ulje
	5	110	41,8	35,6	35,0	4,0	0,85	Prirodni plin/ ekstralako loživo ulje
PTE Osijek	1	110	32,0	25,6	23,5	2,0	0,80	Prirodni plin/ ekstralako loživo ulje
	2	110	32,0	25,6	23,5	2,0	0,80	Prirodni plin/ ekstralako loživo ulje
TE-TO Osijek	1	110	56,3	45,0	42,0	10,0	0,80	Mazut/prirodni plin
PTE Slavonski Brod	1	10	13,8	10,5	10,3		0,76	Ekstralako loživo ulje
PTE Zagreb	1	110	28,1	23,9	23,6		0,76	Ekstralako loživo ulje
	2	110	28,1	23,9	23,6		0,76	Ekstralako loživo ulje
Ukupno konvencionalne TE				**1335,7**	**1231,5**	**479,2**		
NE Krško (50%)	1	400	406,4	345,5	316,0	16,0	0,85	Nuklearno gorivo
Ukupno TE + NE				**1681,2**	**1547,5**	**495,2**		
Dizelske elektrane								
DE Dalj		10		7,9			0,80	
DE Ilok		20		4,8			0,80	
DE Lukovo Šugarje		10		0,7			0,80	
DE Maksimir		10		0,7			0,80	
DE Tovarnik		10		5,2			0,80	
DE Vinkovci		10		7,6			0,80	
DE Vukovar 2		10		10,4			0,80	
DE Vukovar 3		10		15,0			0,80	
Ukupno DE				**52,3**				
UKUPNO TE+NE+DE				**1773,5**				

Tablica 4 - Industrijske i privatne elektrane

Elektrane	Oznaka A	Instalirana snaga (MVA)	Raspoloživa snaga (prag) (MW)	Gorivo
Belišće, "Belišće"	1 2 3	3,8 20,0 20,0	3,0 15,0 15,0	Prirodni plin, mazut
Brodogradilište "Uljanik", Pula	1	3,2	2,0	D-2
Celuloza, Plaški	1	9,3	7,8	Ugljen
DE Ražine, TLM Šibenik	1	3,4		
DIK, Đurđevac.	1	2,3	1,8	Prirodni plin, drvo
DINA Petrokemija Omišalj	1 2	14,0 14,0	11,5 11,5	Mazut
Gumarska industrija, Borovo	1 2	5,7 4,1	4,0 3,3	Ugljen
HE Roški Slap	1 2	0,5 0,5	0,5 0,5	
HE Vrelo, Dalmacijacement, Solin	1 2	0,6 0,6		
INA Naftaplin "Etan", Ivanić Grad	1 2	3,0 3,0	2,8 2,8	Prirodni plin
INA Naftaplin "Etilen", Zagreb	1 2	3,3 3,3	2,6 2,6	Prirodni plin
INA Naftaplin ,CPS, Molve	1	3,0	2,8	Prirodni plin
INA Rafineija Rijeka: Urinj	1 2 3	10,0 16,0 25,0	8,0 12,5 20,0	Mazut, koksni plin, tehnički plin
INA Rafinerija Rijeka: Mlaka	1	2,0	1,7	Mazut, tehnički plin
INA Rafinerija Sisak	1 2	38,0 6,2	33,0 4,5	Mazut
Pamučna industrija, Duga Resa	1 2 3 4 5	0,8 0,5 0,6 1,3 2,5	0,6 0,4 0,5 1,0 1,7	Hidroenergija, ugljen
Sladorana, Županja	1 2	2,0 8,8	1,5 7,0	Ugljen
Sojara, Zadar	1	3,2	1,8	Mazut
Tvornica papira, Rijeka	1 2	1,5 4,7	1,1 3,5	Mazut
Tvornica šećera, Beli Manastir	1 2 3	3,1 5,0 1,9	2,5 3,5 1,5	Ugljen, mazut
Tvornica šećera, Osijek	1 2 3	3,6 7,5 12,5	2,5 6,0 10,0	Ugljen, mazut
Tvornica šećera, Virovitica	1	10,0	8,5	Prirodni plin, mazut
Željezara, Sisak	1 2	4,3 16,0	3,8 13,4	Prirodni plin, mazut
Privatne male i mini elektrane				
"Bujan", Čeglji (Jastrebarsko)	1		0,04	
"Urh", Čabar	1		0,01	
"Čabranka", Čabar	1 do 4		1,26	
UKUPNO Industrijske i privatne elektrane			**242**	

U tablici 4 prikazane su industrijske termo i hidroelektrane te privatne male i mini elektrane. Uz podatke o instaliranoj snazi (osim za privatne elektrane) u tablici su prikazani i podaci o raspoloživoj snazi (MW) na pragu elektrane, te korišteno gorivo. Kao gorivo koristio se ugljen, mazut, ektralako loživo ulje, tehnički plin, prirodni plin, koksni plin i drvo.

Ukupno raspoloživa snaga na pragu ove grupe elektrana iznosila je u 1998. godini 242 MW. Sb

EKSPANZIJA ELEKTROPRIVREDNOG PODUZEĆA EdF

Francusko državno elektroprivredno poduzeće EdF (Electricité de France) trošilo je do sada godišnje oko 1,6 milijardi DEM za međunarodnu ekspanziju. Sada namjerava podvostručiti tu svotu. Nakon otvaranja slobodnog tržišta električnom energijom, poduzeće nastoji iskoristiti dobivenu šansu i upotrijebiti svoje potencijale.

Težište međunarodne aktivnosti bit će u Europi, prvenstveno u Italiji, Švicarskoj, Mađarskoj, Poljskoj i V. Britaniji. Cilj je da se EdF razvije u međunarodni multikoncern za električnu energiju i uslužne djelatnosti. Kao jedno od najvećih elektroprivrednih poduzeća u svijetu nastojat će natjecateljskim cijenama opskrbljivati industrijske potrošače.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 15

Mrk

UDIO OBNOVLJIVE ENERGIJE U NJEMAČKOJ STALNO RASTE

Važnost obnovljive energije u Njemačkoj značajno raste. Od godine 1990. do 1998. udio energije vode, vjetra, smeća, biomase i sunca porastao je u udjelu proizvodnje električne energije od 4,0 na 4,9%.

Premda je energetsko iskorištenje vjetra za proizvodnju električne energije u stalnom porastu ipak se iz vodnih snaga dobiva 66% obnovljive energije, dakle najveći dio.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 15

Mrk

RACIONALIZACIJA U NJEMAČKOJ ELEKTROPRIVREDI

Njemačko ujedinjenje i natjecanje na slobodnom tržištu imaju za posljedicu osjetno smanjenje zaposlenih u elektroprivredi. U vremenskom rasponu od godine 1991. do godine 1998. broj zaposlenih smanjen je za 25%, tj. od 217.600 u godini 1991. na 164.000 godini 1998. Naprotiv, produktivnost je znatno narasla. Dok je godine 1991. na jednog uposlenog otpalo 2 milijuna prodanih kWh godišnje, u 1998. godini ta je brojka narasla na 2,7 milijuna kWh.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 15

Mrk

PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ NUKLEARKI

Proizvodnja električne energije iz nuklearnih elektrana u godini 1998., u 15 zemalja EU, iznosila je 808 TWh, a njen udio u ukupnoj proizvodnji bio je 35%. To je za oko 1% manje nego prethodne godine. Ukupna proizvodnja električne energije iznosila je 2280 (1997 : 2246) TWh. Kao i prošlih godina, Francuska je prednjačila u udjelu energije iz nuklearki sa 76%, a na drugom je mjestu Belgija sa 55%. Podaci za ostale zemlje EU dane su u slijedećem pregledu:

Francuska	76 %
Belgija	55 %
Švedska	46 %
Finska	31 %
Španjolska	30 %
Njemačka	30 %
V. Britanija	29 %
Nizozemska	6 %

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 15

Mrk

PRODOR RWE-ENERGIE U EUROPU

Njemačko poduzeće RWE-Energie nastoji postati vodeće u energetici Europe. Prema riječima predsjednika uprave poduzeća iz Essena, RWE je vodeće u energetici Njemačke, ali želi da to postane i na europskom energetskom tržištu. Jasan je cilj da se do godine 2010. značajno poveća udio u europskom energetskom tržištu.

Ovim je nastojanjima prilagođena i nova organizacija u poduzeću.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 15

Mrk

RASVJETNA TEHNIKA U NJEMAČKOJ

Njemačko tržište rasvjetne tehnike imalo je promet od 6,5 milijardi DEM (1998) a to je 10% više nego protekle godine. Na sajmu u Hannoveru prikazano je mnogo inovacija. Težište je stavljeno na štedne svjetiljke i elektroničke sklopove za ovakvu vrstu svjetiljaka. Na njemačkom tržištu 40% uzima kućanstvo, a 60% obrt i industrija. Izvoz rasvjetne tehnike iznosio je 1,8 milijardi DEM, a to je povećanje za 10%. Prvi puta nakon 1991. godine izvoz je premašio uvoz za 1,5%.

Oko 60% njemačkog izvoza ide u zemlje EU. U uvozu rasvjetne tehnike u Njemačku prednjači Kina sa 25% ispred Italije. Niže su cijene, ali i kvaliteta. Proizvodnja rasvjetne tehnike povećana je 1998. za 5,2%, u ukupnoj vrijednosti od 5 milijardi DEM.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 15

Mrk

DEMONSTRACIJSKO POSTROJENJE S GORIVIM ĆELIJAMA

Međunarodni konzorcij pod vodstvom RWF - Energie, zajedno sa tvrtkama Siemens i Westinghouse izgradit će demonstracijsko postrojenje s gorivim ćelijama snage 300 kW. Gorivim će ćelijama biti priključena plinska turbina za proizvodnju električne energije. Postrojenje takve vrste prvo je u Europi.

Slično postrojenje tipa SOFC (Solid - Oxide - Fuel - Cell) izgrađeno je u Kaliforniji. Drugi, pak, europski konzorcij izgrađuje slično postrojenje snage 1 MW.

Prvo postrojenje od 300 kW bit će izgrađeno godine 2000. u pokrajini Nordrhen - Westfallen, a zatim godine 2002. i drugo postrojenje.

Za RWE bit će to važan korak prema osvajanju te učinkovite i čiste tehnologije, vrlo prihvatljive za decentraliziranu opskrbu električnom energijom.

(O gorivim ćelijama pisano je u Energiji u nekoliko navrata, npr. Energija br. 2 i 5 god. 1999. i br. 2 god. 1999.)

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 15

Mrk

OSNOVANA KROVNA UDRUGA EUROPSKIH VLASNIKA ELEKTRIČNIH PRIJENOSNIH MREŽA

Vlasnici europski prijenosnih električnih mreža sastali su se u lipnju 1999. godine u Frankfurtu (Main) kako bi osnovali krovnu organizaciju ETSO (Association of European Transmission System Operators). Prvi je cilj organizacije izrada jedinstvenog sustava cijena za prijenos električne energije preko državnih granica, odnosno tranzita. Udruga će do jeseni 1999.dati EU - komisiji odgovarajuće prijedloge. Kao predsjednik nove udruge izabran je Norvežanin Odd Hakon Hoelsaeter, a kao sjedište organizacije odabran je Bruxelles. Suradnja u organizaciji je počasna.

U okviru slobodnog natjecanja vlasnici prijenosnih električnih mreža imaju posebnu ulogu. Oni su, bez ikakve diskriminacije posrednici između proizvođača električne energije i potrošača. Pri tome snose punu odgovornost za sigurnost i pouzdanost elektroenergetskog sustava.

Osnutkom ETSO vlasnici prijenosnih električnih mreža dobili su neovisnu i neutralnu udrugu. Ovo što je do sada učinjeno tek je prvi korak prema izgradnji udruge. Oni su članovi postojeće organizacije koje vode sinkroni pogon elektroenergetskih sustava u Europi: UCTE za kontinentalni sustav od Poljske do Portugala, Nordel za sjevernu Europu, UKTSOA za V. Britaniju i ATSOI za oba dijela Irske. Četiri navedene članice predstavljaju 35 vlasnika električnih mreža u EU, Norveškoj i Švicarskoj. Oni su odgovorni za električni prijenosni sustav u kojemu se godišnje prenosi preko 2400 TWh električne energije.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 16

Mrk

IZRAELSKA ELEKTROPRIVREDA IEC-ISRAEL

Izraelska državna elektroprivreda IEC-Izrael ima zbog svog geopolitičkog položaja potpuno izoliran elektroenergetski sustav. Zbog toga mora osigurati što veću sigurnost i pouzdanost sustava ugradnjom najmodernijih elektronskih uređaja. Tvrtka Siemens dobavlja uređaje za vođenje, automatsku analizu kvarova i informatiku.

Država Izrael odmah je po osnutku godine 1948. preuzela elektroprivredu, koja danas opskrbljuje 5,7 milijuna stanovnika električnom energijom. Godine 1998. iznosila je instalirana snaga elektrana 8500 MW, a godišnja proizvodnja 36000 GWh. Od toga je 73,7% iz termoelektrana na ugljen, 25,2% se dobiva izgaranjem nafte, a ostalo u plinskim turbinama.

Premda je Izrael mala zemlja, ima vrlo razvijenu prijenosnu električnu mrežu, jer se 5 velikih termoelektrana nalazi na obali Sredozemnog mora.

Nacionalna prijenosna mreža sada iznosi ukupno 2653 km, od čega je 173 km 400 kV, 2296 km 161 kV i 187 km 110 kV. IEC želi kontinuirano izgrađivati visokonaponsku mrežu kako bi postigla što veću sigurnost sustava.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 16

Mrk

EKO-POREZ POSKUPLJUJE RAČUN ZA STRUJU

Cijena električne energije za kućanstva Njemačke malo se mijenjala u razdoblju od godine 1991. do godine 1999. Tročlano kućanstvo (godišnji potrošak 3500 kWh) plaćalo je prosječno mjesečno 91 DEM, a u siječnju 1999. godine 94 dem.

U međuvremenu je porez na dodanu vrijednost porastao sa 16% na 18%, ali je otpao doprinos za ugljen. Nakon uvođenja eko-poreza u travnju 1999. mjesečni račun za struju navedenog kućanstva iznosio je 101 DEM.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 17-18

Mrk

MANJE STRUJE IZ SMEĐEG UGLJENA

U Njemačkoj je pao udio električne energije proizvedene u termoelektranama na smeđi ugljen. Godine 1998. proizvedeno je u tim elektranama 122 Twh, što čini udio od 26,8% u ukupnoj proizvodnji zemlje. Godine 1991. proizvodnja je iznosila 128 TWh, što je činilo udio od 30,1%.

Pad je prouzrokovala manja proizvodnja u termoelektranama istočnog dijela Njemačke. No, unatoč ovakvom padu smeđi je ugljen uz kameni ugljen i nuklearno gorivo glavni stup proizvodnje električne energije u Njemačkoj.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 17-18

Mrk

DEMONSTRACIJSKO POSTROJENJE S GORIVIM ĆELIJAMA SNAGE 1 MW

U nastojanju da se omogući komercijalna upotreba gorivih ćelija, osnovan je europski konzorcij pod vodstvom francuskog elektroprivrednog poduzeća EdF koji će izgraditi demonstracijsko hibridno postrojenje s gorivim ćelijama snage 1 MW. Cilj je projekta razvoj i priprema ovakvih elektrana za tržište. Danas su specifični troškovi, zbog skupih materijala, takvih postrojenja vrlo visoki pa ih treba značajno sniziti. Osim toga treba optimirati sastavne komponente postrojenja. Značajnim sniženjem troškova postići će se temelj za komercijalnu primjenu gorivih ćelija.

Uz EdF članovi su konzorcija GDF (Gas de France), Tiwag (tiroler Wasserkraftwerke AG) i Siemens-Westinghouse iz SAD.

Iz činjenice da je u svijetu osnovano nekoliko konzorcija koji nastoje omogućiti komercijalnu primjenu gorivih ćelijas vidi se neobično veliki interes za budućnost takvih postrojenja.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 17-18

Mrk

ENERGETSKE PERSPEKTIVE U SVIJETU I U EUROPI

Organizacija IEA (International Energy Agency) izdaje svake dvije godine izvješće (World Energy Outlook) o energetskim prilikama u svijetu. posljednje izdanje iz 1998. donosi vrlo zanimljive podatke o energetskim perspektivama u svijetu i u Europi. Najzanimljivija predviđanja iz spomenute publikacije iznesena su u daljnjem tekstu.

Organizacija IAE osnovana je za naftne krize godine 1974. u okviru OECD. Organizacija se bavi općom energetskom politikom, koja se u engleskom naznačuje kao "3Es" (Economic, Development, Energy Security, Environmental Protection), što znači da obuhvaća gospodarski razvoj, energetsku sigurnost i zaštitu okoliša. Energetska se razmatranja odnose na razdoblje do 2020. godine.

Predviđanja o razvoju potrošnje primarne energije u svijetu u mnogome se razilaze zbog nesigurnosti u procjeni gospodarskog rasta i cijene energenata u budućnosti. Naročito su nesigurne procjene rasta u zemljama istočne Europe, Kine i zemalja Azije.

U izvješću se navodi da će fosilna goriva dominirati u 2020. godini s udjelom od 92 %. Ugljen će biti glavno gorivo za elektrane. Nafta ostaje glavni energent za promet. Znatno će porasti potrošnja zemnog plina, pa se predviđa udvostručenje do godine 2020. Korištenje nuklearne energije samo malo će porasti. Porast će i iskorištenje vodnih snaga, ali prvenstveno izvan Europe. Predviđa se također povećanje iskorištenja obnovljivih energetskih izvora, ali će ipak njihov udio biti u godini 2020. tek 1 %. U izvješću se predviđa da će se potrošnja energije od godine 1995. do 2020. povećati 65 %, što znači prosječni godišnji porast od oko 2 %. Dvije se trećine ovog porasta predviđa u Kini i drugim zemljama u razvoju. Do kraja promatranog razdoblja Kina bi iza Sjeverne Amerike mogla postati drugi potrošač energije u svijetu.

Potrošnja električne energije svuda u svijetu raste, a ključni je faktor za prosudbu daljnjeg rasta elektrifikacija u zemljama u razvoju. Predviđa se da će porast potrošnje električne energije u svijetu biti oko 3 % godišnje, odnosno podvostručenje do 2020. godine. Porast u zemljama u razvoju bio bi 4,5 %, a u zemljama OECD samo 2 %. Po regijama se predviđa energetski porast kako slijedi:

	1995.	2020.
OECD	54 %	42 %
Kina	11 %	16 %
Zemlje u tranziciji	14 %	12 %
Ostatak svijeta	21 %	30 %

Glavni energent za proizvodnju električne energije ostat će ugljen, osobito u Kini i Indiji. Proizvodnja električne energije na osnovi zemnog plina rast će prosječno 6 % godišnje i time bi u godini 2020. postao drugi energent u proizvodnji struje. Naročito se veliki porast korištenja zemnog plina predviđa u zemljama OECD, gdje bi do kraja promatranog razdoblja moglo doći do učetverostručenja potrošnje zemnog plina u elektranama. Elektrane na pogon naftom ograničile bi se samo na vršna postrojenja. U nuklearkama će proizvodnja električne energije lagano rasti do godine 2010., a zatim se predviđa pad. No, izvan zemalja OECD mogao bi uslijediti i porast. Zbog izgrađenosti vodnih snaga u Europi, porast njihovog iskorištenja za proizvodnu električne energije predviđa se prvenstveno na drugim kontinentima. Globalno gledano, godišnji bi porast iznosio 0,7 %.

Za nas su posebno zanimljiva predviđanja za Europu u regiji zemalja OECD. U tom će se dijelu svijeta energetske prilike malo razlikovati od današnjih. Najveći dio povećane proizvodnje električne energije dolazit će iz elektrana na zemni plin. Udio električne energije proizvedene u takvim elektranama naglo raste, pa će od današnjih 10 % doći na 45 % u godini 2020. Znatno će se povećati, u zemljama OECD, iskorištenje obnovljivih izvora za proizvodnju električne energije. Njem bi udio mogao narasti na 16 %. Naročito će se povećati uloga vjetroelektrana, pa bi taj udio, bez vodnih snaga, ipak iznosio samo 2 %.

Svjetski kapacitet proizvodnje energije podvostručit će se u razdoblju od 1995. do 2020. godine od 3000 GW na 6000 GW. Okruglo 1/3 novih kapaciteta izgradit će se u regijama OECD, polovica u Kini i zemljama u razvoju.

Porast proizvodnje električne energije traži izgradnju elektro postrojenja uz znatne investicije. Prema predviđanjima investicije bi ukupno iznosile 3,3 bilijuna US-dolara, a po regijama bi bile razdijeljene kako slijedi:

OECD	35,1 %
Zemlje u tranziciji	13,1 %
Kina	19,2 %
Azija (bez Kine)	15,4 %
Ostatak svijeta	17,2 %.

U razdoblju od godine 1971. do godine 1995. emisija CO_2 rasla je prosječno godišnje 1,7 %, a prema predviđanjima ona će se povećati na 2,2 % godišnje. Tome će prvenstveno pridonijeti Kina i zemlje u razvoju.

Danas je proizvodnja električne energije odgovorna za oko 1/3 globalne emisije, a to će se do godine 2020. povećati na 40 %.

Na koncu izvješća iznesene su poteškoće s ispunjenjem obveza iz Kyota i velika nesigurnost u ispunjenju tih obveza.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 17-18

Mrk

ELEKTRANA-TOPLANA ALTENSTADT LOŽENA BIOMASOM

U Bavarskoj, u mjestu Altenstadt, izgrađena je najveća njemačka termoelektrana-toplana ložena biomasom (o toj elektrani je pisano u Energiji 1998. broj 3). Električna snaga elektrane iznosi 10 MW, a snaga zagrijavanja 35 MW. Pri davanju tehnološke pare toplinska je snaga 20 MW. Postrojenje je tako koncipirano da sve emisije ostaju ispod zakonskih ograničenja. Cijelo je postrojenje stajalo 50 milijuna DEM, a 48 % tih investicija dali su savezna i pokrajinska vlada.

Prigodom projektiranja najprije se mislilo da se izgradi postrojenje samo za dobavu pare, no ekonomske su kalkulacije pokazale da je termoelektrana-toplana ekonomičnije rješenje. Premda upravitelj i suvlasnik postrojenja tvrdi da bi se u Njemačkoj moglo 10 % električne energije dobiti iz biomase ipak je činjenica da još danas takva postrojenja moraju biti potpomognuta od države.

Procjenjuje se da u Njemačkoj stoji godišnje na raspolaganju 150 milijuna tona biomase. Regionalno uzevši time se koristi drvo slabije kvalitete i biomasa koja ostaje proredom i gajenjem šuma.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 17-18

Mrk

NJEMAČKA ELEKTROINDUSTRIJA

Elektrotehnička i elektronička industrija u Njemačkoj ima (travanj 1999.) 847000 zaposlenika, čemu treba pridodati još oko 10000 zaposlenih u manjim poduzećima uslužne djelatnosti na tom području. Godišnji promet u toj branši dosiže 255 milijarde DEM. Izgleda da će planirano povećanje u 1999. godini od 2 % biti ispunjeno, jer su inozemni ugovori početkom godine povećani za 4 %. Oživljavanje u unutrašnjoj trgovini nije još došlo, a novoizabranoj vlasti se prigovara da na tome nije ništa poradila.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 17-18

Mrk

ZATVARANJE NUKLEARKI – ULAZAK U EU?

EU bi rado vidjela nuklearne elektrane u istočnoj Europi zatvorene. Međutim, zemlje istočne Europe imaju sasvim drugačije mišljenje. Trebaju li birati između članstva u EU i nuklearnih elektrana, onda će članstvo još pričekati. Jasno, takav izbor neće biti potreban, ali ipak može se ispitati sklonost pojedinih zemalja istočne Europe prema zatvaranju svojih nuklearki.

Da bi se spriječila još koja nesreća kao ona u Černobilu, EU financijski pomaže poboljšanje nuklearne sigurnosti u istočnoj Europi i bivšem Sovjetskom Savezu još od 1991. godine. Kroz PHARE i TACIT programe predviđena su sredstva za poboljšanje nuklearne sigurnosti u razdoblju od 1991. do 1997. godine u iznosu 780 milijuna ECU-a. Zbog sporosti dodjele sredstva, mnoge zemlje više računaju na pomoć od Europske banke za obnovu i razvoj (EBRD).

Iako je još 1992. godine EU tražila zatvaranje starijih tipova reaktora VVER 400 i RBMK, do sada su zatvorene samo jedinice u Ukrajini (Černobil). U ostalim nuklearnim elektranama sa starijim tipovima reaktora (VVER 440/213, VVER 1000/320 , RBMK) radi se na poboljšanju nuklearne sigurnosti kako bi ostale u pogonu do kraja njihovog životnog vijeka. EU to vidi kao kratkoročnu mjeru i protiv je bilo kakvog produženja rada postojećih elektrana.

Kakva je stvarna situacija vidi se iz sadašnjeg stanja u i oko NE Kozlodui (Bugarska), NE Bohunice (Češka), NE Temelin (Češka), NE Ignalina (Litva) i NE Metsamor (Armenija).

Bugarska – NE Kozlodui

Za vrijeme posjete predstavnika Europske komisije Bugarskoj inzistiralo se na zatvaranju 4 najstarije jedinice u NE Kozlodui da se izbjegne rizik ozbiljne nesreće. Vlada i Parlament žele, pak, da one rade do kraja projektiranog životnog vijeka. To znači da bi jedinice 1 i 2 trebale raditi do 2005. i 2006., a jedinice 3 i 4 do 2010. godine. Iako je Bugarska još 1993. godine preuzela obvezu (sporazum s EU i EBRD) da zatvori te jedinice do kraja 1998. godine, s obzirom na sveukupnu energetsku situaciju one su nastavile s radom. U ožujku ove godine Bugarska je osigurala sredstva u iznosu od 150 milijuna američkih dolara za njihovu rekonstrukciju i modernizaciju kako bi nastavile raditi do 2001. godine. Od 1992. do 1997. godine na modernizaciju ovih jedinica utrošeno je oko 140 milijuna američkih dolara i bilo bi razumno da se revidira sporazum iz 1993. godine.

Slovačka – NE Bohunice – NE Mohovice

Isto tako je Slovačka odlučila da ne poštuje obveze iz sporazuma o zatvaranju NE Jaslovske Bohunice, potpisanog 1994. godine. Naime, ovu nuklearnu elektranu trabalo je zatvoriti 2000. godine. No, Slovačka je obećala da će osigurati najviše standarde nuklearne sigurnosti. Najstariji od dva reaktora jedinica V1 može se staviti izvan pogona bilo kada, dok za jedinicu V2 nema ovog trena planova za zatvaranje. Uz poboljšanu nuklearnu sigurnost jedinica V2 nastavit će raditi sve dotle dok joj uvjeti nuklearne sigurnosti budu dopuštali. S obzirom da je NE Bohunice svega 60 km od austrijsko-slovačke granice, Austrija traži njezino zatvaranje. Greenpeace poziva EU da odgodi početak pregovora sa Slovačkom o njezinom eventualnom članstvu.

Sve to Slovačku ne sprječava da stavi u pogon svoju drugu nuklearnu elektranu NE Mohovice.

Češka – NE Temelin

Češka je privela kraju izgradnju svoje nuklearne elektrane NE Temelin u južnoj Bohemiji, čija je izgradnja kasnila, a i financijska sredstva su premašila planirani iznos (ukupna investicija je oko 2,8 milijardi američkih dolara). Jedinica 1 treba ući u pogon polovicom 2001., a jedinica 2 krajem 2002. godine. Kroz gradnju ove nuklearne elektrane češke inženjering tvrtke će se osposobiti za obavljanje poslova rekonstrukcije i modernizacije sličnih reaktora, što će im osigurati posao u istočnoj Europi. Dok na jednoj strani zaštitari protestiraju protiv gradnje ove nuklearne elektrane kao i Austrijanci, većina više razmišlja o prednosti te gradnje.

Litva – NE Ignalina

Dok EU vrši pritisak na Litvu da zatvori NE Ignalina, Litva smatra da sigurnost, a ne politika treba biti kriterij za zatvaranje nukleranih elektrana te da o tome na godišnjoj skupštini EBRD-a u Londonu trebaju donijeti odluku tehnički eksperti. U kooperaciji sa zapadnim ekspertima implementirano je niz projekata i time znatno poboljšana nuklearna sigurnost tako da je Ignalina jedna među najsigurnijim nuklearnim elektranama s RBMK reaktorima. U vrijeme posjeta Litvi, švedski predsjednik je podržao stav Litve da zatvaranje NE Ignalina ne treba biti preduvjet za bilo kakve pregovore o članstvu u EU.

Armenija – NE Metsamor

Armenija nema alternativnih izvora električne energije, te je nuklearna energija ključ njezine energetske neovisnosti. Iako bi se u Armeniji trebale razvijati sve vrste energije, zbog smanjenja ovisnosti o uvozu energije, orijentirana je na nuklearnu energiju. U budućnosti su moguće dvije energetske opcije: prva – plin i nuklearna energija (nova nuklearna elektrana). NE Metsamor proizvodi godišnje 2 milijarde kWh. U pogonu je već 14 godina i trebala bi još raditi 16 godina. Zahtjevu EU za zatvaranjem do 2004. godine neće biti udovoljeno. Mnogo novca je investirano u rekonstrukciju i zatvaranje bi bilo neprofitabilno. Nakon potresa u 1989. godini dva reaktora su bila izvan pogona. Od kraja 1995, godine jedan je ponovno u pogonu zahvaljujući ruskoj pomoći od 50 milijuna američkih dolara.

Grupa eksperata za nuklearnu sigurnost, koju je imenovala EU, obišla je nuklearne elektrane u centralnoj i istočnoj Europi te istražila situaciju. U svom izvješću iznosi da se

mnogo promijenilo od sklapanja spomenutih sporazuma ranih devedesetih godina. Više se naučilo o ruskim reaktorima i o tome što se može napraviti u smislu poboljšanja nuklearne sigurnosti čak i kod starijih nuklearnih elektrana. Uočen je napredak u poboljšanju nuklearne sigurnosti. Nuklearna energija ostat će i dalje bitna komponenta energetske politike ovih zemalja. U svim zemljama uključenim u pregled, nuklearna energija je izvor energije s niskim troškovima, koji mogu biti i niži ako se gorivo za VVER kupuje na međunarodnom tržištu. Isto tako izgradnja nove nuklearne elektrane je jeftinija od bilo koje alternative. Ovi razlozi kao i niz drugih razloga djelomično objašnjavaju zašto te zemlje izbjegavaju zatvaranje svojih nuklearnih elektrana. Osim toga mnoge imaju planove za povećanje svojih nuklearnih kapaciteta. No, financijski problemi usporavaju provedbu ovih planova.

FT – Energy Economist, May 1999.

Sb

RAZGRADNJA EDWARDS BRANE U SJEVERNOJ AMERICI

Edwardsova brana izgrađena je 1837. godine s namjenom da osigura mehaničku snagu za tekstilne predionice. Brana se nalazi na rijeci Kennebec u državi Maine na sjeveroistoku SAD. Kasnije se nakon modernizacije koristila za proizvodnju električne energije te zadovoljavala oko 1 % potreba države Maine. Federalna komisija za energiju (FERC) ustanovila je 1997. godine da troškovi brane prelaze njezinu dobit te uskratila obnovu licence vlasniku Edwards Manufacturing Co. FERC smatra da se proizvedena energija s brane može nadomjestiti energijom iz drugih izvora u regiji uz nižu cijenu. Za energiju s brane potrošači su plaćali dvostruku cijenu u odnosu na cijenu iz drugih izvora. FERC je osigurao financijska sredstva za razgradnju brane i obnovu okoliša. Edwards Manufacturing Co i grad Augusta dogovorili su se 1998. godine da daju branu i riječno korito državi Maine, koja će nakon razgradnje vratiti u privatni posjed.

U slučaju brze razgradnje nanijela bi se nenadoknadiva šteta za okoliš. Stoga se razgradnji prišlo organizirano. Projekt razgradnje brane izradile su dvije privatne tvrke koje su ishodile i sve potrebne suglasnosti. Drugi privatni poduzetnik će uklanjati materijal brane. Brana se probija u fazama. U prvoj fazi gradi se privremena brana s ustavom uzvodno i zapadno od Edwards brane. Zatim će se graditi druga privremena brana s ustavom na istočnoj strani rijeke. Treća brana s ustavom bit će izgrađena uz cestu za transport opreme. Kako će se graditi privremene brane, tako se razgrađuje Edwards brana.

Ni javne ni državne tvrtke nemaju koristi od razgradnje brane. U financiranju razgradnje i obnovi okoliša sudjeluju još dva donatora: Bath Iron Works s 2,5 i The Kennebec Hydroelectric Group sa 4,75 milijuna američkih dolara. Za uzvrat prvi dobiva teren za proširenje gradilišta, a drugi odgodu izgradnje sustava prolaza za ribe na 7 hidroobjekata na rijeci i njezinim pritomcima.

Ovo je kraj 10-godišnjih napora Udruženja Kennebec da se ukloni brana. Udruženje smatra da se ovakav način uklanjanja brane može uzeti kao model.

Internet http://www.enn.com , 7/1999.

Sb

VELIKA VJETROELEKTRANA NA JUGU SUEZA

Među zemljama u razvoju Egipat ima nekoliko najboljih mjesta gdje se može koristiti energija vjetra. Europa je u vidu pomoći financirala razvoj vjetroenergije, ali dosadašnji europski programi nisu dali očekivane rezultate. Ipak situacija se u zadnje vrijeme promijenila. U prosincu 1998. godine danski proizvođač Nordex ugovorio je prodaju 50 vjetroturbina u vrijednosti 29 milijuna američkih dolara. Turbine će biti postavljene na farmi vjetroelektrana u Zafaranu na jugu Sueza na obali Crvenog mora. Samo 2 km od obale Crvenog mora prosječna godišnja brzina vjetra iznosi oko 9,1 m/s.

Vlasnik nove vjetroelektrane bit će tvrtka New & Renewable Energy Authority, odnosno Ministarstvo za energetiku. Danci će projektirati 600 kW vjetroturbine, dok će tornjeve i temelje raditi lokalne tvrtke pod kontrolom Danaca. Prva faza vjetrofarme počet će u ljeto 1999. godine. Završetak prve faze predviđen je za 2001. godinu. Procjenjuje se da će godišnja proizvodnja biti 134 GWh.

U međuvremenu gradi se i nova termoelektrana snage 2400 MW. Prema procjeni danske agencije Danida, bit će potrebno 600 MW na godinu novih proizvodnih kapaciteta da bi se zadovoljile potrebe godišnjeg porasta stanovništva od 1,5 milijuna.

Electric Power International, proljeće 1999.

Sb

REDUKCIJA STAKLENIČKIH PLINOVA U JAPANU

Krajnji korisnici i proizvođači energije u Japanu organizirali su sastanak radi dogovora o redukciji stakleničkih plinova. Skoro polovica emisije CO_2 potječe iz tvornica, elektrana i rafinerija. Prema prijedlozima Konferencije u Kyotou Japan bi trebao do 2010. godine smanjiti za 6 % razinu emisije iz 1999. godine. Od 1990. do 1997. godine porasla je emisija CO_2 samo 3 % kod glavnog industrijskog sektora, odnosno oko 133 milijuna tona na godinu, što treba zahvaliti usporenom rastu gospodarstva. Ukoliko ne bi bilo kontrole mogao bi se očekivati porast od 11 % do 2011. godine. Kao svoj udio u smanjenju stakleničkih plinova, elektroprivredne tvrtke svoj razvoj temelje na nuklearnim elektranama i termoelektranama s kombiniranim ciklusom s tekućim prirodnim plinom kao gorivom. Osim toga, Japan pravi prve korake u izgradnji vjetroelektrana. Također industrija planira korištenje gorivih ćelija za zadovoljenję svojih energetskih potreba. Izgleda da je jedan od japanskih odgovora na problem globalnog zagrijavanja povećanje nuklearnih kapaciteta. Naime, u veljači ove godine dobivena je moralna podrška planovima izgradnje nuklearnih kapaciteta od strane tvrtke Japan Assn of Corporate Executives. To je bilo prvi put da je ova organizacija dala javno podršku nuklearnoj energiji. Traži se također od vlasti da podrži izgradnju novih elektrana i riješi problem odlaganja istrošenog goriva.

Electric Power International, proljeće 1999.

Sb

PROBLEMI FINANCIRANJA UKRAJINSKIH NUKLEARKI

Ozbiljne financijske poteškoće ukrajinskih nuklearnih kompanija rezultat su neplaćanja računa za isporučenu električnu energiju od strane potrošača. Kao primjer mogu poslužiti

podaci za kompaniju EnergoAtom sa sjedištem u Kijevu. U 1998. godini naplaćeno je 87 % isporučene električne energije, ali od toga samo 10 % u gotovini. Ostali dio je plaćen kroz robnu razmjenu s eskontom mjenica. Kompanija smatra da je stvarno plaćena samo polovica isporučene električne energije.

Ovakav godišnji prihod teško može pokriti troškove proizvodnje. U 1999. godini Ukrajini treba 250 milijuna američkih dolara za kupnju novog nuklearnog goriva, 105 milijuna za odlaganje istrošenog goriva te oko 200 milijuna za nabavu i modernizaciju opreme.

Sve ovo govori da su i dalje prisutni institucionalni i upravljački problemi u ukrajinskoj energetici.

Electric Power International, Summer 1999.

Sb

TRANSFORMATORSKA TEHNOLOGIJA

Više od jednog stoljeća ostala je nepromijenjena osnovna tehnologija transformatora. Međutim, u zadnjoj dekadi ovog stoljeća uvođenje tržišne ekonomije i deregulacije u energetskom sektoru, iz komercijalnih razloga proizvođači uvode niz novih tehnologija. Električna energija postaje roba kao i svaka druga roba široke potrošnje, koja se mora prodati s profitom.

Od elektrane se traži da njezini dijelovi rade ne samo efikasno, već i s maksimalnom raspoloživošću i najnižim mogućim troškovima za svog životnog vijeka pa i duže. To vrijedi ne samo za proizvodnju električne energije, već i za prijenosnu i distribucijsku mrežu.

Iako osnovni princip ostaje nepromijenjen kod transformatora, u njegovoj proizvodnji se koristi niz inovacija. S jedne strane to je primjena novih materijala, a s druge povećanje znanja o tom proizvodu. Tako se sam transformator transformirao kroz poboljšanje njegovih performansi, efikasnosti i pouzdanosti. Cilj je da se primjenom novih tehnologija smanji težina i volumen uz zadržavanje njegove prijenosne sposobnosti. Poboljšanje performansi postignuto je primjenom magnetskih limova (lamelirana jezgra) i visokovodljivog bakra u izradi transformatora. Energetski transformator, proizveden tijekom 1950-tih godina i transformator, proizveden danas s istom snagom i razinom napona razlikuju se, jer ovaj noviji ima znatno reducirane gubitke praznog hoda, ali i smanjene dimenzije i težinu.

Iako se tehnološkim razvojem poboljšao odnos snage i težine i reducirali gubici transformatora, današnji elektroenergetski sustav, koj po troškovima treba biti konkurentan, zahtijeva da se visoke performanse kombiniraju s maksimalnom dugoročnom pouzdanosti i raspoloživosti elektrane.

Pouzdanost i raspoloživost transformatora kroz relativno kratko vrijeme primarno ovise od održavanja, nadzora i monitoringa stanja. Nasuprot, dugoročna pouzdanost u velikoj mjeri zavisi od njegove konstrukcije i izrade, materijala i njegove interakcije unutar elektroenergetskog sustava te kvalitete programa redovnog održavanja. Sve ovo utječe na troškove životnog vijeka i profitabilnost sustava, što je životno važno kako za proizvođača tako i za korisnika.

Za razvoj i usavršavanje postojeće konstrukcije transformatora potrebni su podaci o prošlim ispadima iz pogona. Ti statistički podaci često nedostaju, jer korisnici sami otklanjaju kvarove i pogrješke, te nema povratne informacije prema proizvođaču. Usprkos primjene svih relevantnih normi proizvodnje i kvalitete, poznato je da je više od 75 % pogrešaka čine defekti u poizvodnji (proizvodne pogreške ili pogreške u materijalu), nešto malo u održavanju, prenaponi i struje kratkog spoja. Da bi se potencijalni problemi eliminirali na izvoru potrebno je obavljati kontrolu proizvodnje, tehničku kontrolu, kontrolu kvalitete procedura kroz proizvodni proces i lanac nabave.

International Power Generation, March 1999.

Sb

U JAPANU ZAPOČELA RAD PRVA NA SVIJETU PREPUMPNA ELEKTRANA

Japanski elektroenergetski sustav oslanja se na 43 prepumpne hidroelektrane, koje koriste vodu rijeka s branom u planinskom području, za pokrivanje maksimuma u potrošnji. Kod izbora lokacija za nove prepumpne elektrane (29500 MW) treba uvažavati norme zaštite okoliša. Pri izboru treba voditi računa o cijeni izgradnje potrebne prijenosne i distribucijske mreže.

Japan ima vrlo dugačku morsku obalu. Morska voda se može koristiti kao alternativni izvor energije. Teoretski, prepumpne elektrane na morsku vodu rade na istom principu kao i one koje koriste vodu rijeka. Međutim, pri uporabi morske vode značajne su razlike u primijenjenim materijalima za konstrukciju i zaštiti okoliša.

Prva korist jest što otpadaju troškovi skupe brane, jer se mogu koristiti stjenovite uvale uz morsku obalu. Prema tome, lokacija se može odabrati blizu morske obale u susjedstvu nuklearnih i klasičnih termoelektrana.

Problemi koje treba rješavati su korozivna svojstva morske vode, nakupine morskih organizama koji djeluju na efikasnost sustava, štete na prirodni okoliš i ekosustav od djelovanja morske vode te poplave usljed orkanskog nevremena.

Kompanija Electric Power Development Co Ltd provela je istraživanja tehnologije korištenja morske vode za prepumpne elektrane. Na temelju provedenih istraživanja od 1984. godine razvijena je tehnologija zaštitnog nanosa premaza na metalnu površinu, projektirana katodna zaštita te istraženi problemi adhezije morskih organizama. Projektirana je 30 MW pilot elektrana na Okinavi.

Skoro 15 godina kasnije, ove godine u proljeće stavljena je u pogon prva prepumpna elektrana koja koristi morsku vodu. Elektrana je smještena 1600 km jugozapadno od Tokia na otoku Okinava. Brižljivo su izvedeni zemljani radovi da se obnovi ekosustav. Posađeno je 30000 stabala (20 vrsta drveća). Načinjena je rekonstrukcija vodnog bazena te priključnih kanala u cilju sprječavanja erozije u slučaju jakih kiša. Odabrana je lokacija pražnjenja elektrane na mjestu gdje je koraljni greben najmanje razvijen. Izgrađen je zaštitni zid za ublažavanje djelovanja vodenog pražnjenja elektrane na koraljni greben. Vanjski zidovi su obojeni na način da se uklapaju u okoliš.

Za povećanje efikasnosti usvojen je prepumpni sustav promjenljive brzine, temeljen na tiristorskom sustavu konvertor-inventor. Konvencionalni prepumpni sustav omogućava automatsku kontrolu frekvencije kroz podešavanje otvorenosti lopatica. Sustav promjenljive brzine smanjuje udarce u početku pumpanja te omogućava veći koeficijent iskoristivosti proizvodnje električne energije, jer se brzina može vrlo precizno kontrolirati.

Na temelju provedenih laboratorijskih ispitivanja i istraživanja kao rješenje prihvaćeno je:

- prebacivanje pumpa-turbina izvedeno je tipkalom
- keramički sloj boje na glavnoj osovini pumpe
- poseban položaj drenažnog cjevovoda
- primjena nehrđajućih čelika u konstrukciji opreme.

Pad vode iznosi 136 metara. Agregat je povezan s tunelom dugim 150 metara. Tunel je bušen novom austrijskom tehnologijom bušenja. Bazen je dubok 25 metara, promjera 252 metra osmerokutnog oblika. Odvodni kanal ide 200 metara u ocean. Maksimalan protok vode iznosi 25 m^3/s. Dno bazena je obloženo zaštitnim slojem od poliestera te pločama etilen – propilena. Na taj način je tlo zaštićeno od djelovanja morske vode budući su se zaštitni slojevi pokazali izvanredno otporni i trajni. Ispod zaštitnih slojeva postavljeni su senzori koji registriraju eventualno propuštanje košuljice dna bazena,

Tlačni cjevovod je promjera 2,4 metra i presvučen oblogom od fiberglasa koja sprječava taloženje morskih organizama.

Odvodni cjevovod u ocean zaštićen je s vanjske strane epoksidnim premazima, a unutra s posebnim keramičkim bojama.

Prepumpna elektrana je smještena 60 km od termoelektrane na ugljen Ishikawa (312 MW). U režimu pumpe radi od 23 do 9 sati, a od 9 do 23 sata radi kao generator. Elektranom se upravlja iz TE Ishikawa. S elektroenergetskim sustavom povezana je s 66 kV dalekovodom dugačkim 18 km.

Electric Power International, Summer 1999.

Sb

LIBERALIZACIJA TRŽIŠTA ENERGIJE I POLOŽAJ ZAPOSLENIH

Radnici zaposleni u sektoru energetike demonstrirali su u Bruxellesu 11. svibnja pred zgradom Ministarskog vijeća. Oboružani zastavama Public Service Union (PSU) i European Mines, Chemical and Energy Industry Workers Federation (EMCEF). Demonstranti su ukazivali na svoje loše stanje optužujući liberalizaciju energetskog tržišta za raspoređivanje poslova širom Europe, što dodatno pogoršava njihovu situaciju.

Demonstranti ovih dviju unija uspjeli su doći do predsjednika Savjeta za energiju. No, sastanak nije u potpunosti uspio.Obećano je predstavnicima sindikata da će uzeti u obzi socijalnu situaciju, te da će komisija izraditi izvješće o utjecaju otvorenog tržišta energije na zaposlenost. Sindikati žele paket mjera do kraja godine. Sindikat sugerira da se mjerama obuhvati zaposlenički fondovi, programi prekvalifikacije i istraživanja za kreiranje posla.

Prema direktivi za električnu energiju važnije su mjere slične obvezanosti javnih usluga koje mogu ublažiti utjecaj na zaposlenost . Postavlja se pitanje, što je s kvalitetom usluge na otvorenom tržištu. Samo se govori o zaštiti potrošača. Premalo je pažnje posvećeno kvaliteti usluga koja bi pomogla u ovakvoj situaciji s poslom.

Energy Policy 125/5, May 1999.

Sb

ENERGETSKO TRŽIŠTE NA POČETKU TREĆEG MILENIJA

Na prijelazu u novi milenij ekonomisti su zaokupljeni s dva problema vezana uz energetski sektor. Jedno pitanje je kako će proizvodnja rasti u uvjetima najniže cijene nafte od kraja II. svjetskog rata. Drugo pitanje odnosi se na utjecaj recesije u Aziji i nekim zemljama Latinske Amerike te bivšem Sovjetskom Savezu na balansiranje energetskog tržišta. Djeluje li to tržište na isti način kao globalna makroekonomija? Što se može naučiti iz naftne krize 1973. godine? Treba li ponovno preispitati regulaciju tržišta. Kako raste potrošnja energije u svjetskim razmjerima u drugoj polovici ovog stoljeća i što se može očekivati u slijedeće dvije dekade prikazano je u tablici 1. Zadnja kolona prikazuje porast u dekadi. Ako se promatra razdoblje od 1995. do 2020. godine, očekuje se porast potrošnje nafte za 60 %, plina za 80 %, ugljena za 20 %, nuklearne energije za 40 % te hidroenergije za 50 %. U ukupnom porastu potrošnje energije to iznosi 50 %. No, bilo koje prognoze moraju se koristiti s oprezom. Kroz dugo razdoblje porast energije raste bez obzira kakav je gospodarski rast.

Tablica 1 - Svjetska primarna energetska potrošnja po vrsti i godinama (Veličine su dane u milijunima tona ekvivalentne nafte)

Godina	Nafta	Plin	Ugljen	Nuklearna energija	Hidroenergija	Ukupno	Porast
1955.	800	280	1330	0	40	2450	+1500
1965.	1610	660	1600	5	75	3950	+1950
1975.	2850	1120	1850	80	140	5900	+1050
1985.	2800	1500	2100	375	175	6950	+1200
1995.	3230	1900	2200	600	220	8150	+1450
2005.	3900	2400	2350	700	250	9600	+1750
2015.	4700	3050	2500	800	300	11350	
2020.	5150	3450	2625	850	325	12400	
Prognozirani porast od 1995. do 2020. godine (%)							
	Nafta	Plin	Ugljen	Nuklearna energija	Hidroenergija	Ukupno	
	60 %	80 %	20 %	40 %	50 %	50 %	

U prilog ovome ide stalni rast svjetske populacije, koja se od 1955. godine sa 3 milijarde povećala na 6 milijardi. Nastavlja se rast i do 2020. godine očekuje se da će biti između 7 i 7 i pol milijardi ljudi. Postavlja se pitanje koliko će svaki od njih koristiti energije. Ako se gleda razdoblje od 1955. do 2020. godine potrošnja energije će rasti 500 %, a svjetska populacija 250 %. Usprkos ovim enormnim veličinama prosječna uporaba energije po glavi stanovnika neće se udvostručiti u tri četvrtine stoljeća. Porast energetske potrošnje ne znači i porast potrošnje energije pojedine osobe. Ne treba zaboraviti utjecaj energetske efikasnosti.

Energy Economist - Briefing, 2/99.

Sb

UDK 621.31 ENJAAC 48 (1–6)1 – 462 ISSN 0013-7448

energija

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

Zagreb, prosinac 1999.

SADRŽAJ ENERGIJE U 1999. GODINI

	str.	br.
Prpić E. - Glavan B.: Zamjena sustava vođenja elektroenergetskog dijela postrojenja u HEP TE Rijeka 1x320 MW	3	1/99
Roche P.: Challenges and Strategies for Refurbishment of Power System Control Centres	13	1/99
Šander M.: Plinske turbine u toplanama-elektranama u Zagrebu	21	1/99
Žutobradić S. - Damianić M.: Koncepcija uzemljenja zvjezdišta mreža 1/990(20) kV u budućnosti	29	1/99
Jengić A.: Tehnologija prerade polimera specifične za elektroindustriju	35	1/99
Jelavić V. - Domac J.: Biomasa - izvor energije za obuzdavanje emisije stakleničkih plinova	41	1/99
Jakl F. - Jakl A.: Thermal and Mechanical Properties of Bare Conductors for Transmission Lines in Non-Steady State Conditions of Short Circuits	65	2/99
Monaghan J.: Sensible Observation on Present day Protection Techniques	71	2/99
Cvetković Z.: Pogled na obnovu prijenosne mreže u istočnom dijelu sustava Osijek	83	2/99
Sabolić D.: Temelji pokretnih radiokomunikacija - III. dio:	87	2/99
Baranović N. - Stepinac J. - Kljaić J. - Filpović B. - Babić D.: Revitalizacija sustava zaštite, upravljanja, mjerenja i telekomunikacija	101	2/99
Mišković A.: Analiza prijelazne pojave kod sinkronizacije generatora	113	2/99
Oroszki L. - Kovács G.: Status of the EMS/SCADA Upgrading Project of the Hungarian Electric Power System	137	3/99
Mandić M.: Osvrt na tarifni sustav za prodaju električne energije - moguća rješenja	143	3/99
Vuković V.: Organizacijske poteškoće NE Krško	151	3/99
Klepo.: KUEN-CTS - nacionalni program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava	159	3/99
Nevečerel D.: Kratki spoj u mreži Hrvatske 2000.-2010. godine	167	3/99
Wagmann L. - Kuliš I.-G. - Kosmač J.: Pilot projekt sustava za lociranje atmosferskih pražnjenja u realnom vremenu	181	3/99
Graham V.: Life extension of Telecommunications plant with Particular Reference to Power Line Carrier: a Case Study	205	4/99
Rukavina T. - Klepo M.: Naknada za korištenje prostora	209	4/99
Klepo M.: Metoda za utvrđivanje troškova i naknada priključka potrošača na centralizirani toplinski sustav	219	4/99
Bajić B.: Nove metode vibroakustičke dijagnostike kavitacije u turbinama	231	4/99
Protić R.: Utjecaj Kyoto protokola na globalna kretanja u energetici	241	4/99
Klečina F.: Bug 2000	253	4/99
Koskinen R.: How IVO in Finland Utilised Digital Transport Network as an comprehensive solution both for Power Telecommunication Needs	281	5/99
Goić R. - Lovrić M.: Planiranje rada termoelektrana i utjecaj cijena goriva na njihovo dispečiranje	289	5/99
Kolega V.: Uvod u Nacionalni Program energetske efikasnosti u zgradarstvu - $KUEN_{ZGRADA}$	297	5/99
Banić S.: Problematika kontrole ispravnosti odvodnika prenapona	311	5/99
Nevečerel D.: Optimalni preplet faza dvosistemskog voda	321	5/99
Sabolić D.: Uvod u genetičke algoritme	333	5/99
Rajić F.: Suvremeni računalski sustavi individualizirane obrade podataka i naplate troškova uporabe topline i vode	397	6/99
Toljan I. - Goić R. - Lovrić M.: Planiranje rada elektroenergetskog sustava sa "NPE" elektranom	383	6/99
Novaković I. - McEachern B.: Što je to kvaliteta električne energije?	389	6/99
Baranović N. - Vuletić N.: Problematika prijelaza u 2000. godinu opreme procesnog upravljanja HEP-a	377	6/99
Javornik-Vončina S.: Pregled IEEE-ovih normi za lokalne i gradske računalne mreže	405	6/99
Bajs D.: Sigurnost napajanja velikih gradova u R. Hrvatskoj električnom energijom	365	6/99

UDK 621.31

ENJAAC 48 (6) – (1999) – 363-462

ISSN 0013-7448

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 48 (1999) Zagreb 1999 Br. 6

SADRŽAJ

Bajs D.: Sigurnost napajanja velikih gradova u Republici Hrvatskoj električnom energijom (Prethodno priopćenje) . . 365

Baranović N. – Vuletić N.: Problematika prijelaza opreme procesnog upravljanja HEP-a u 2000. godinu (Stručni članak) 377

Toljan I. – Goić R. – Lovrić M.: Planiranje rada elektroenergetskog sustava s "NPE" elektranom (Pregledni članak) 383

Novaković I. – Eachern A.: Što je to kvaliteta električne energije? (Stručni članak). 389

Rajić F.: Suvremeni računalski sustavi individualizirane obrade podataka i naplate troškova uporabe topline i vode (Pregledni članak) 397

Javornik Vončina S.: Pregled IEEE-ovih normi za lokalne i gradske računalne mreže (Pregledni članak) 405

Obljetnica: 50 godina Dalekovoda d.d. – Zagreb 427

Šimleša K.: Uz prigodu stote obljetnice mrežnog tonfrekventnog upravljanja. 431

Vijesti iz elektroprivrede. 432

Iz strane stručne literature. 449

Savjetovanja i konferencije. 459

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.

Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 1999 - 11 - 30

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992, a prema mišljenju istog ministarstva oslobođen je plaćanja poreza na promet (rješenje 532-03-1/5-92 od 3. studenoga 1992).

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

SIGURNOST NAPAJANJA VELIKIH GRADOVA U REPUBLICI HRVATSKOJ ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Davor B a j s, Zagreb

UDK 621.31:621.311.16
PRETHODNO PRIOPĆENJE

U članku se razmatra problem sigurnosti napajanja velikih gradova (Zagreba, Splita, Osijeka i Rijeke) električnom energijom, te se na temelju izvršenih tehno-ekonomskih analiza i proračuna predlažu nužna pojačanja mreže i ostale mjere s ciljem osiguravanja željene sigurnosti opskrbe potrošača u velikim gradovima električnom energijom.

Ključne riječi: sigurnost napajanja, pojačanja mreže.

1. UVOD

Pouzdanost i sigurnost napajanja velikih gradova u R. Hrvatskoj - Zagreba, Splita, Osijeka i Rijeke, je u ovome trenutku bitno smanjena u odnosu na stanje od prije desetak godina. Glavni uzroci tomu su sljedeći:

- ratne okolnosti i uništenje velikog broja elektroenergetskih objekata u prvoj polovici 90-tih,
- smanjene aktivnosti na nužnom održavanju postojećih i izgradnji novih objekata prijenosne i distribucijske mreže,
- porast opterećenja u odnosu na prijeratno stanje,
- pomanjkanje nužnih financijskih sredstava potrebnih za održavanje i razvoj mreže.

Pomanjkanje aktivnosti u nužnom održavanju i razvoju mreže neposredno nakon osamostaljenja nisu bile toliko vidljive zbog pada ili stagnacije potrošnje električne energije, ali završetkom agresije na našem području i porastom potrošnje u posljednjih nekoliko godina problem napajanja velikih gradova postaje sve izraženiji. Distribucijske mreže velikih gradova su općenito prenapregnute, porast konzuma zahtijeva formiranje novih čvorišta u 110 kV mreži, a u većini slučajeva nije osigurana ni željena sigurnost napajanja prijenosnom mrežom. Kao posljedice opisanog stanja navodimo nekoliko primjera:

- redukcije potrošnje u istočnom dijelu EES-a u siječnju 1998. godine zbog havarija na 400 kV dalekovodu Tumbri-Ernestinovo (danas u pogonu pod 220 kV od Mraclina do Đakova) i 110 kV dalekovodu Daruvar-Virovitica,
- redukcije potrošnje na području Splita u siječnju 1999. godine zbog kvara na DV 2x110 kV Vrboran-Sućidar,
- redukcije potrošnje na području Zagreba u veljači i ožujku 1999. godine zbog kvarova na TS 110/35 kV Jarun, i dr.

Nepovoljno sadašnje stanje u prijenosnim i distribucijskim mrežama velikih gradova, kao i očekivani budući porast opterećenja, zahtijevaju poduzimanje hitnih mjera za sanaciju postojećeg stanja i ne zanemariva, ali nužna, ulaganja u razvoj. U priloženom elaboratu se iznosi prijedlog potrebnih mjera koje treba poduzeti radi osiguravanja napajanja velikih gradova Zagreba, Splita, Osijeka i Rijeke električnom energijom, na temelju dosadašnjih analiza koje su provedene u Energetskom institutu "Hrvoje Požar". Analize i izvedeni zaključci se temelje na polaznim pretpostavkama (porast potrošnje i opterećenja EES-a, opterećenja pojedinih čvorišta 110/x kV, izgradnja novih proizvodnih postrojenja, ulazak u pogon novih TS 110/x kV, i dr.) prema studiji "Razvitak elektroenergetskog sustava Hrvatske do 2030. godine – Master Plan".

2. GRAD SPLIT

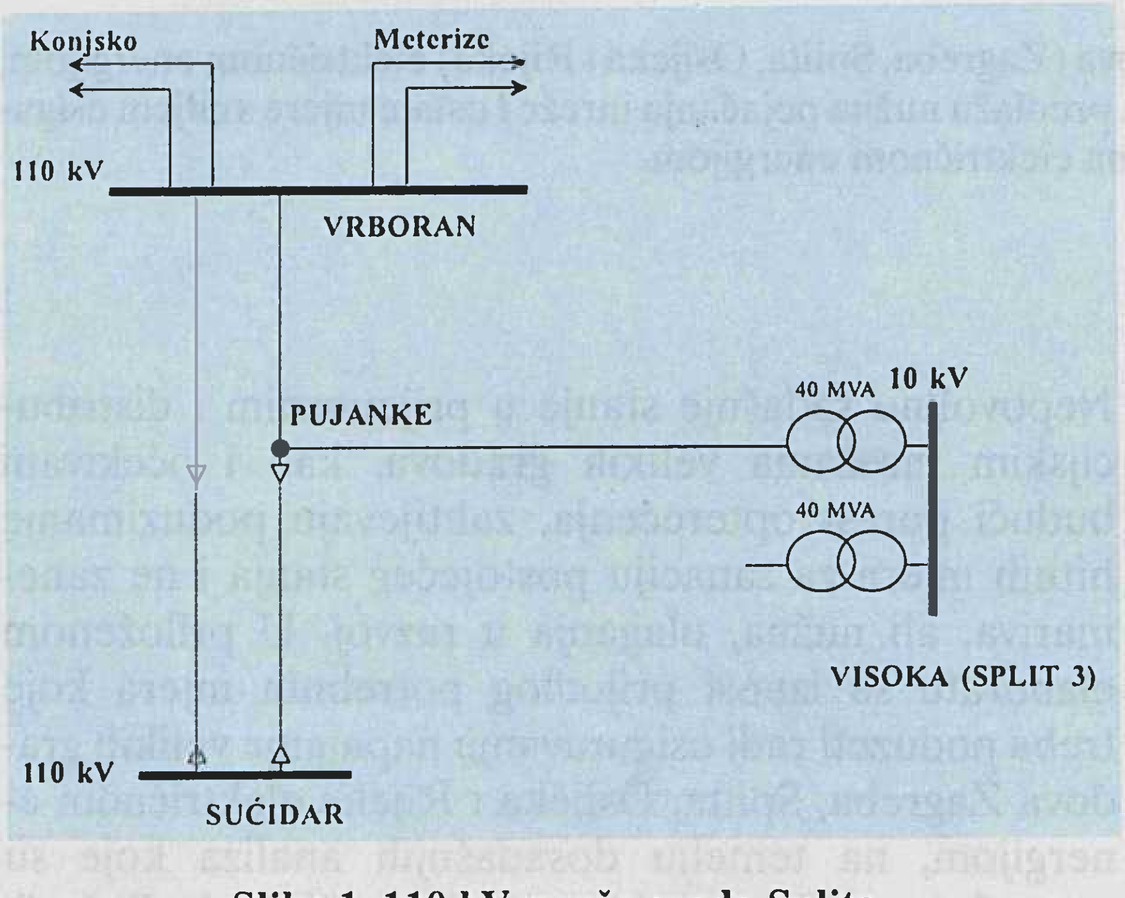
2.1. Sadašnje stanje

Konzum grada Splita se danas napaja preko tri TS 110/x kV (Sućidar, Visoka, Vrboran) i sedam distributivnih TS 35/10 kV (Dujmovača, Dobri, Gripe, N. Brodogradilište, Miljevac, Brižine, Kaštela). Na širem području grada nalaze se još dvije TS 110/35 kV (Kaštela, Meterize).

Napajanje Splita, gledajući sa strane prijenosne mreže, u ovom trenutku ne osigurava dovoljnu sigurnost opskrbe potrošača električnom energijom. Cjelokupni konzum Splita se napaja iz jedne pojne točke, TS 110/35 kV Vrboran, povezane dvosistemskim vodovima s TS 400/220/110 kV Konjsko i TS 110/35 kV Metrize, te preko nje s HE Zakučac. Dvosistemski vod Konjsko-Vrboran građen je za 220 kV nazivni napon (Al/Č 360/57 mm^2), ali je u pogonu pod 110 kV na-

ponom budući da prijeratni i sadašnji konzum Splita nije zahtijevao napajanje pod 220 kV naponom i formiranje TS 220/110 kV Vrboran.

Prilike u 110 kV mreži dodatno su nepovoljne imajući u vidu da se najveći dio konzuma Splita napaja preko dvije TS 110/x kV čiji priključak na mrežu nije kvalitetno izveden. TS 110/35/10 kV Sućidar, važna za napajanje gradskog centra, povezana je s TS 110/35 kV Vrboran dvosistemskim nadzemno kabelskim vodom, dok je TS 110/10 kV Visoka spojena jednim nadzemnim vodom na odcjep voda Vrboran-Sućidar kod Pujanka. Na taj vod priključen je u blok spoju jedan transformator 110/10 kV (40 MVA), dok drugi služi kao rezerva (slika 1).



Slika 1. 110 kV mreža grada Splita

Situaciju dodatno zaoštrava isključenje južne trojke DV 2x110 kV Vrboran-Sućidar (Pujanke) nakon zabrane zbog "divlje" gradnje u njegovoj okolini, pa se čitav grad napaja radijalno samo jednom 110 kV vezom.

Elektroenergetsko rješenje napajanja Splita, uz nepovoljnu konfiguraciju 110 kV mreže, dodatno je pogoršano s obzirom na iskorištenost TS 110/x kV i TS 35/10 kV. Imajući u vidu maksimalna opterećenja pojedinih TS 110/x kV i TS 35/10 kV zabilježena posljednjih godina, možemo zaključiti da njihovi kapaciteti ne zadovoljavaju potrebe sadašnjih i budućih potrošača, te ne omogućavaju dovoljno sigurno napajanje.

Kritične trafostanice s aspekta opterećenja su TS 110/35/10 kV Sućidar i TS 35/10 kV Dobri preko kojih je vezano napajanje centra grada. TS 35/10 kV Dobri ima tri transformatora 16 MVA, od kojih jedan služi kao rezerva i može se uključiti samo u slučaju kvara na jednom od dva transformatora predviđenim za normalan pogon. Uz opterećenja TS Dobri zabilježena posljednjih godina dolazi do preopterećenja postojećih transformatora već pri njihovoj punoj raspoloživosti, pa se dio tereta mora prebacivati na okolne transformatorske stanice koje su i same visoko opterećene. Opterećenja TS 110/35/10 kV Sućidar koja u posljednje vrijeme dostižu iznose od blizu 90 MVA su

Transformatorska stanica	Instalirana snaga (MVA)		Opterećenje (MVA)			
	postojeća	maksimalna	1989.	1995.	1996.	10.12.98.
TS 110/35/10 kV Sućidar (tercijar)	2x21	2x21	20,0	24,9	30,1	30,6
TS 110/10 kV Visoka	2x40	3x40	25,0	28,4	32,3	36,3
TS 35/10 kV Dobri	3x16	3x16	30,0	28,8	31,8	35,2
TS 35/10 kV Gripe	2x8	2x8	16,0	10,7	10,7	12,7
TS 35/10 kV Dujmovača	2x16	3x16	20,0	13,8	13,8	22,0
TS 35/10 kV N. Brodogradilište	2x16	3x16	30,0	7,6	8,0	14,4
TS 35/10 kV Brižine	1x8	2x8	5,0	5,3	5,3	7,0
TS 35/10 kV Miljevac	2x8	2x8	6,0	11,8	11,8	12,3
TS 35/10 kV Kaštela	2x8	2x8	9,2	10,3	11,7	13,6

takva da bi se u slučaju ispada jednog transformatora 63 MVA morale u gradu provesti redukcije. Veliki problem u napajanju Splita su i visoka opterećenja trojke DV 2x110 kV Vrboran-Sućidar koja je u pogonu, budući da se osim Sućidra s njenog odcjepa napaja i TS Visoka čija maksimalna opterećenja dostižu blizu 40 MVA. Jasno je da N-1 kriterij nije zadovoljen niti sa strane prijenosne mreže, niti sa strane instaliranih snaga u pojedinim transformatorskim stanicama, niti u distribucijskoj 35 kV mreži.

Sljedeći problem vezan je uz napajanje područja Kaštela. Instalirana snaga transformatora u TS 35/10 kV Kaštela iznosi 2x8 MVA, dok su sadašnja vršna opterećenja oko 14 MVA. Pojni 35 kV dalekovodi Kaštela 110-Kaštela i Trogir-Divulje-Kaštela malog su presjeka (Al/Č 50 mm^2), prijenosne moći 10.3 MVA, pa se u slučaju ispada glavnog pojnog voda Kaštela 110-Kaštela preopterećuje vod od Trogira koji napaja i područje Divulja. Rješenje tog problema je formiranje TS 110/10 kV Kaštela, s dva transformatora 110/10 kV.

Još jedna visoko opterećena transformacija u Splitu je TS 35/10 kV Miljevac, s dva transformatora 8 MVA i vršnim opterećenjem od preko 12 MVA u protekloj godini. Ova TS napaja područje Stobreča, na kojemu je u posljednje vrijeme porasla individualna izgradnja, preko jednog 35 kV voda od Vrborana. Za napajanje ovog područja ne postoji rezerva u instaliranoj snazi transformacije, niti u 35 kV i 10 kV mrežama, pa se predviđa izgradnja jedne TS 110/10 kV (Strožanac, Korešnica u prethodnim planovima) koja bi se priključila na postojeći 110 kV vod Zakučac-Meterize. Do

izgradnje te TS potrebno je ojačati 10 kV veze ovog područja s Dugim Ratom i Visokom koje će moći rasteretiti TS 35/10 kV Miljevac.

2.2. Izgradnja novih TS 110/10 (20) kV

Prema studiji "Razvitak elektroenergetskog sustava Hrvatske do 2030. godine" dinamika gradnje novih transformatorskih stanica 110/x kV na području grada Splita bila bi sljedeća:

Naziv TS 110/x kV	Vrsta radova (izgr./rekon.)	Cijena* (DEM)	Godina radova	Vrsta TS
TS 110/10(20) Dobri	izgr.	11.000.000	2000.	SF_6
TS 110/10(20) Gripe	izgr.	11.000.000	2010.	SF_6
TS 110/10(20) Kaštela	izgr.	4.000.000	2010.	T
TS 110/10(20) Dujmovača	izgr.	11.000.000	2015.	SF_6
TS 110/10(20) Strožanac	izgr.	5.000.000	2015.	T

SF_6 - TS sa postrojenjem 110 kV u SF_6 izvedbi
T - tipska TS HEP-a
* cijene TS bez 110 kV priključnih vodova (kabela) i 10 (20) kV raspleta

Do 2000. treba izgraditi TS 110/10(20) kV Dobri na lokaciji TS 35/10 kV Dobri. Do 2010. treba izgraditi TS 110/10(20) kV Gripe, te TS 110/10(20) kV Kaštela.

Do 2015. treba TS 35/10 kV Dujmovača rekonstruirati u 110/10(20) kV. Vjerojatno će još prije tog roka ova TS preuzeti teret stare TS 35/10 kV Brižine, za koju nije predviđena rekonstrukcija. Do tada preopterećenje TS 110/35 kV Meterize nije problem, jer se može aktivirati TS 110/35 kV Vrboran, iz koje postoje 110 vodovi do TS Dujmovača, koji sad rade pod naponom 35 kV.

Dio opterećenja TS 35/10 kV Miljevac preuzima rekonstruirana TS 110/20 kV Dugi Rat, a dio TS 110/10 kV Visoka. Radi toga treba ojačati 10 kV veze prema ta dva područja, a to će i kasnije biti vrlo korisno. Oko 2015. treba izgraditi TS 110/10(20) kV Strožanac, koja se priključuje na obližnji postojeći 110 kV dalekovod Meterize-Zakučac.

Područje Kaštela je potpuno odvojeno od 10 kV mreže TS 35/10 kV Divulje i TS Prvoborac (zračnom lukom i cementarama). Rješenje je u izgradnji TS 110/10(20) kV Kaštela. Najracionalnije bi bilo postojeću TS 35/10 kV Kaštela rekonstruirati pojačanjem temelja (za 40 MVA) na 2x16 MVA. Bilo bi potrebno spajanje novim vodom na TS 110/35 kV Kaštela, jer postojeći ima kapacitet 10,3 MVA, a vod prema Trogiru i manje, jer napaja i TS 35/10 kV Divulje. Može se izgraditi 110 kV vod koji bi do potpune rekonstrukcije u TS 110/10(20) kV radio pod 35 kV. Ako nije moguća takva rekonstrukcija na mjestu TS 35/10 kV Kaštela, predlaže se izgradnja pojednostavnjene TS 110/10(20) kV Kaštela kao dijela buduće TS 110/10(20) kV. U prvom slučaju se predviđa TS 110/10(20) kV Kaštela do 2010. godine, a u drugom je pojednostavnjena TS 110/10(20) kV Kaštela potrebna već 2000. godine, a potpuna izgradnja također oko 2010. godine.

2.3. Razvoj VN mreže na području grada Splita

Da bi se osigurala željena sigurnost napajanja grada Splita električnom energijom nužno je što prije učiniti slijedeće:

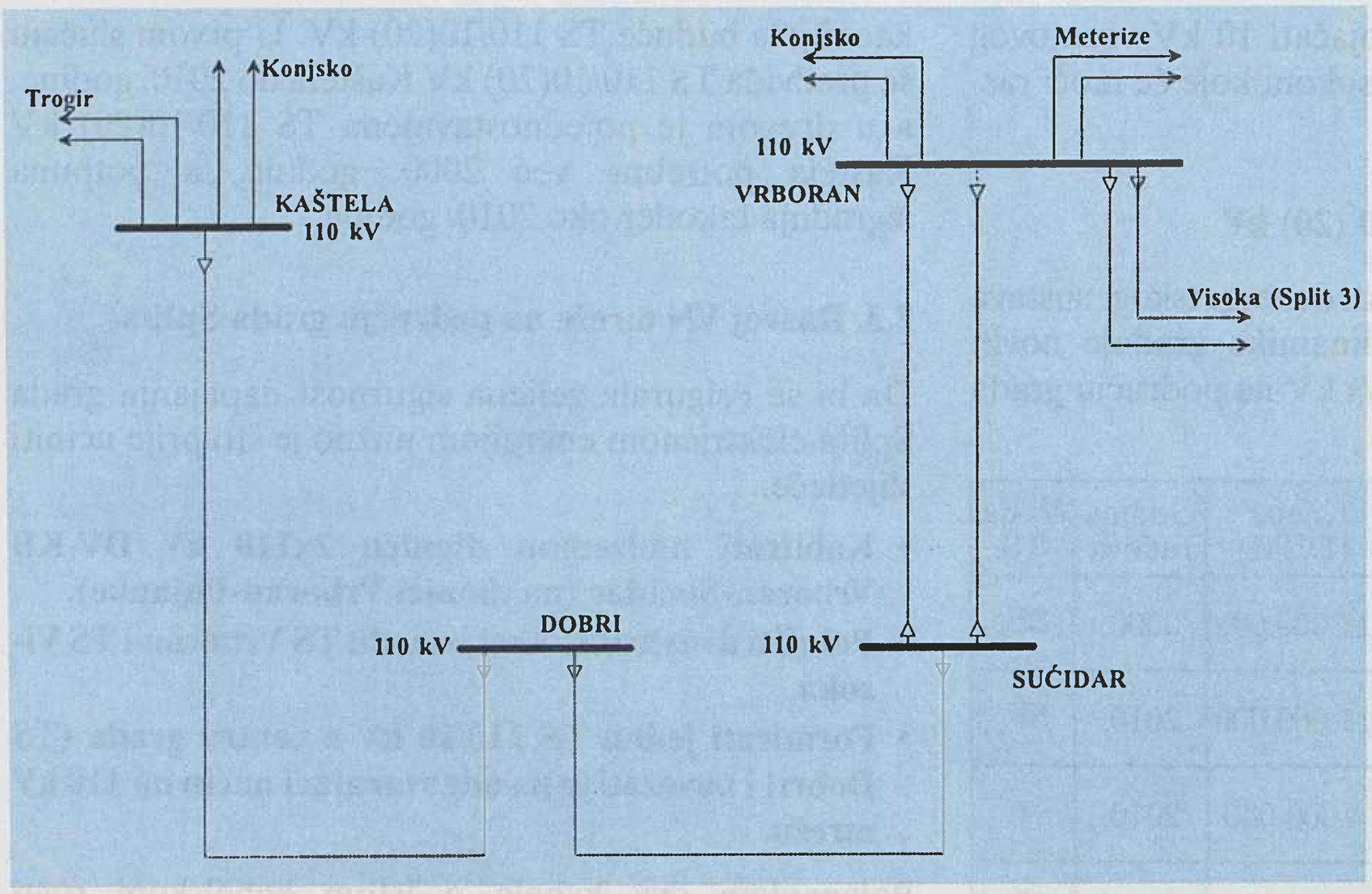
- **Kablirati nadzemnu dionicu 2x110 kV DV-KB Vrboran-Sućidar (na dionici Vrboran-Pujanke).**
- **Položiti dvostruki kabel između TS Vrboran i TS Visoka.**
- **Formirati jednu TS 110/10 kV u centru grada (TS Dobri) i povezati je na odgovarajući način na 110 kV mrežu.**

Polaganjem dva kabela u istom kabelskom rovu između Vrborana i Pujanka osigurava se pouzdano napajanje TS Sućidar, dok se izravnim povezivanjem TS Vrboran i TS Visoka izbjegava njeno napajanje s odcjepa voda Vrboran-Sućidar i stavlja u funkciju drugi transformator 110/10 kV, 40 MVA. U budućnosti bi bilo korisno ispitati mogućnost formiranja 110 kV postrojenja SF_6 izvedbe u TS Visoka čime bi se izbjegla potreba za eventualnim polaganjem i trećeg kabela prema Vrboranu, te rada transformatora 110/10 kV u blok spoju, no ukoliko je takva investicija i izvediva, sigurno nema prioritet iz sadašnje perspektive.

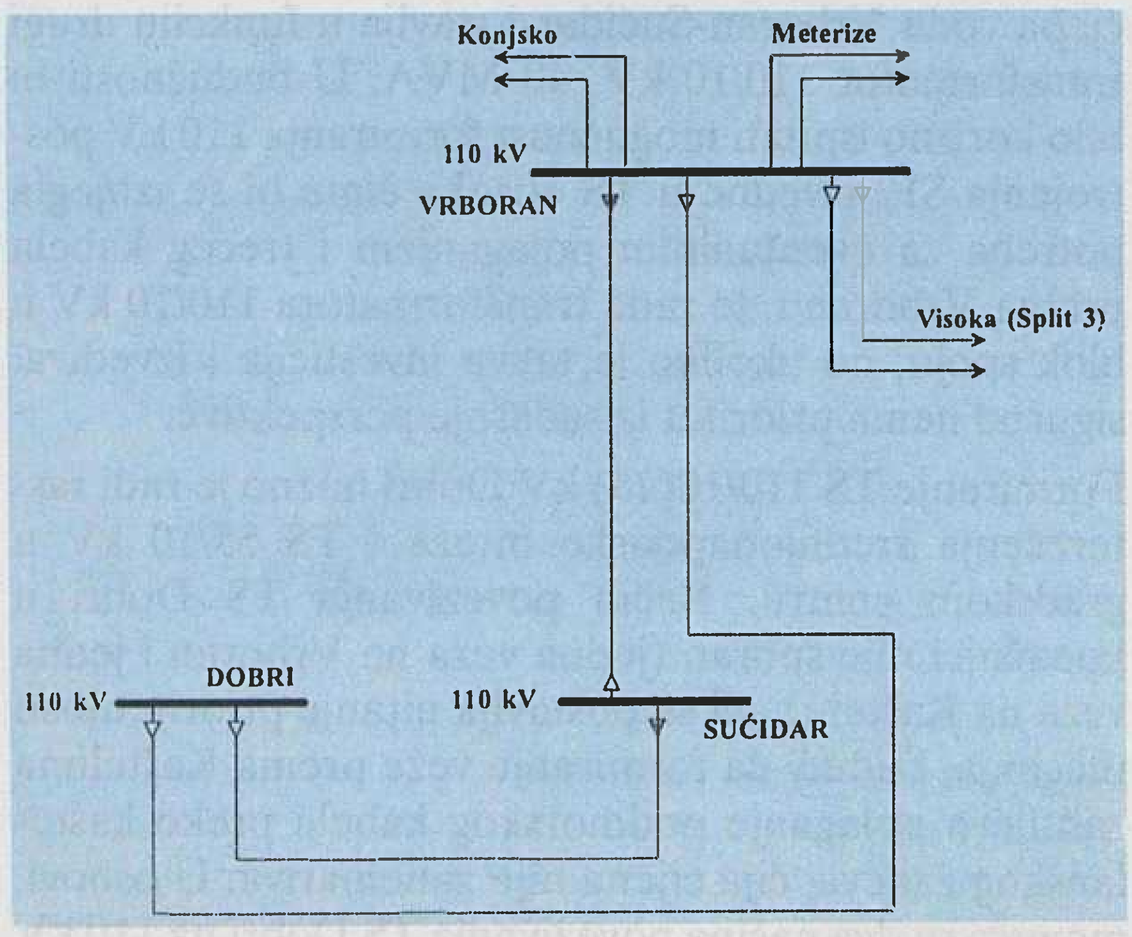
Formiranje TS 110/10(20) kV Dobri nužno je radi rasterećenja srednjonaponske mreže i TS 35/10 kV u gradskom centru. Način povezivanja TS Dobri u konačnici nije sporan (jedna veza na Vrboran i jedna veza na Kaštelu), ali se postavlja pitanje prioritetnosti ulaganja, budući da formiranje veze prema Kaštelima zahtijeva polaganje podmorskog kabela preko kaštelanskog zaljeva, čija cijena nije zanemariva. U osnovi, moguća su dva načina povezivanja TS Dobri na 110 kV mrežu, prikazana slijedećim slikama.

U varijanti priključka TS Dobri na Sućidar i Kaštela (slika 2) potrebno je položiti jedan podzemni kabel između TS Sućidar i TS Dobri (Al 1000, 2.1 km), te podzemno-podmorski kabel(e) između TS Kaštela i TS Dobri (Al 1000 + Cu 800, 6.6 km). Podmorska dionica te veze dugačka je 2.2 km. Nesumnjiva prednost takve konfiguracije 110 kV mreže Splita je napajanje grada iz dvije pojne točke (Vrboran i Kaštela), čime bi se izbjegle redukcije u slučajevima kvarova na 110 kV postrojenju TS Vrboran. Ukupna investicija takvog načina povezivanja TS Dobri na 110 kV mrežu se procjenjuje na oko 15.000.000 DEM.

Varijanta priključka TS Dobri na Sućidar i Vrboran (slika 3) se ostvaruje polaganjem dva kabela u istom kabelskom rovu između TS Sućidar i TS Dobri, od kojih jedan zaobilazi TS Sućidar i spaja se na vezu prema Vrboranu. Uz takvo rješenje najveći dio konzuma



Slika 2. Varijanta priključka TS 110/10 kV Dobri na Sućidar i Kaštela



Slika 3. Varijanta priključka TS 110/10 kV Dobri na Sućidar i Vrboran

Splita se napaja preko TS Vrboran, pa su redukcije neizbježne ukoliko dođe do kvara na 110 kV postrojenju TS Vrboran. Prikazana konfiguracija 110 kV mreže zadovoljava N-1 kriterij u pogledu dvostrukih kabela u istim kabelskim rovovima, budući da se popravak jednog kabela u kvaru može obaviti bez isključenja drugog. Ukupna investicija takvog načina povezivanja TS Dobri na 110 kV mrežu se procjenjuje na oko 4.350.000 DEM.

Prema tome, varijanta priključka TS Dobri na 110 kV mrežu preko Sućidra i Kaštela nesumljivo predstavlja tehnički bolje rješenje, budući da osigurava napajanje većeg dijela konzuma i pri neraspoloživosti 110 kV postrojenja u Vrboranu, ali je i tri puta skuplja od varijante priključka na Sućidar i Vrboran.

Mišljenja smo da je prije donošenja konačne odluke o načinu priključka TS Dobri na 110 kV mrežu potrebno napraviti detaljne tehno-ekonomske analize koje bi dale odgovor na pitanje o isplativosti trenutnog ulaganja u kabel Kaštela-Dobri (opravdanost njegova polaganja u srednjoročnom razdoblju nije u pitanju), te odgovor o pouzdanosti 110 kV postrojenja u Vrboranu (ovisno o njegovoj izvedbi i stanju) na temelju kojega bi se mogla procijeniti vjerojatnost nastanka kvarova koji bi onemogućavali urednu opskrbu Splita el. energijom. Također je potrebno na razini HEP-a postaviti jasne kriterije u pogledu sigurnosti napajanja velikih gradova električnom energijom (da li mrežu dimenzionirati s obzirom na sabirničke kvarove), te definirati listu prioriteta u pogledu ulaganja u prijenosnu mrežu.

U međuvremenu, dok se ne provedu potrebne analize, definira lista prioriteta i osiguraju financijska sredstva, ili ukoliko analize pokažu da se ne isplati ovog trenutka ulagati u kabel preko kaštelanskog zaljeva, priključak TS Dobri je moguće izvesti polaganjem jednostrukog kabela na TS Sućidar čime bi se postiglo njeno privremeno radijalno napajanje, ili polaganjem dvostrukog kabela u istom kabelskom rovu, odnosno izvođenjem rješenja prema slici 3 osigurati zadovoljenje N-1 kriterija. Polaganjem dvostrukog kabela između TS Sućidar i TS Dobri osigurava se i dvostrano napajanje TS Sućidar na konfiguraciji s priključkom TS Dobri na TS Vrboran, budući da ocjenjujemo da TS 110/10 kV Brodogradilište nema perspektivu gradnje niti u srednjoročnom razdoblju, pa je samim time upitna i opravdanost polaganja i drugog kabela preko kaštelanskog zaljeva radi ostvarenja veze Kaštela-Sućidar.

Formiranje TS 220/110 kV Vrboran i podizanje pogonskog napona 2x220 kV voda Konjsko-Vrboran na nazivnu vrijednost (sada u pogonu pod 110 kV) ovisi o budućem rastu konzuma. Prema pretpostavljenim opterećenjima čvorišta 110 kV u Splitu (lit. 6) potreba za 220 kV naponom u Vrboranu se može očekivati između 2010. i 2015. godine. Formiranje TS 220/110 kV Vrboran se, uz pretpostavljeno opterećenje čvorišta na području Splita, može odgoditi, ali će tada trebati ugraditi treći transformator 220/110 kV (150 MVA) u TS 400/220/110 kV Konjsko.

Da bi se omogućilo sigurno napajanje konzuma grada Splita u srednjoročnom je razdoblju potrebno:

- **Ovisno o porastu konzuma uvesti 220/110 kV transformaciju (2x150 MVA) u Vrboranu ili ugraditi treći transformator 220/110 kV u TS 400/220/110 kV Konjsko.**
- **Formirati TS 110/10(20) kV Gripe i TS 110/10(20) kV Kaštela, te ih na predviđeni način priključiti na 110 kV mrežu.**

3. GRAD RIJEKA

3.1. Sadašnje stanje

Konzum grada Rijeke se danas napaja preko dvije TS 110/x kV (Pehlin, Rijeka) i osam distributivnih TS 35/10 kV. Na širem području grada nalazi se još dvije TS 110/x kV (Krasica, Matulji) i pet distributivnih TS 35/10 kV. Kapaciteti postojećih TS 35/10 kV ne zadovoljavaju buduće potrebe sadašnjih i novih potrošača. Problem napajanja potrošača se efikasno rješava izgradnjom novih TS 110/10 (20) kV imajući u vidu zadovoljavajuće kapacitete postojeće 10 (20) kV mreže. Izgradnjom novih TS 110/10 (20) kV izbjegava se gradnja novih 35/10 kV postrojenja i 35 kV raspleta.

Maksimalna opterećenja na području Rijeke se postižu u zimskim mjesecima, uglavnom zbog korištenja električne energije za grijanje. Najveće istodobno opterećenje TS 35/10 kV, u razdoblju prije 1999. godine, je postignuto u veljači 1991. godine u iznosu od 117 MVA što iznosi 77 % ukupno instalirane snage transformacije u osam TS 35/10 kV. Tijekom rata potrošnja električne energije je stagnirala prvenstveno radi manje potrošnje industrijskih potrošača. Većina postojećih TS 35/10 kV je u posljednjih desetak godina vrlo visoko opterećena, a u nekoliko je vršno opterećenje prešlo instaliranu snagu transformacije (Zamet, Centar, Školjić, Krimeja, Martinšćica – tr. 1). S opterećenjima blizu instalirane snage transformacije su dvije TS 35/10 kV (Turnić i Škurinje), a jedino su u TS 35/10 kV Industrija zabilježena opterećenja ispod 50 % instalirane snage transformacije.

Postojeća 35 kV mreža omogućava 100 % rezervu u napajanju svakog 35 kV objekta ali ne osigurava ispomoć između TS 110/35 kV, pa u slučaju havarije u TS 110/35 kV Pehlin ili Rijeka nije moguće izvesti napajanje iz drugih transformatorskih stanica bez ograničavanja isporuke el. energije dijelu potrošača čak i u ljetnim mjesecima kada se bilježe najniža opterećenja.

Iskorištenje postojeće dvije TS 110/35 kV (Pehlin, Rijeka) je također visoko, a vršno opterećenje u TS Pehlin zabilježeno 1996. godine je prešlo ukupno instaliranu snagu transformacije koja ne zadovoljava ni uvjet dopuštenog preopterećenja od 20 % preostalih transformatora kod neraspoloživosti najvećeg transformatora u transformatorskoj stanici. Radi toga se pristupilo ugradnji trećeg transformatora 40 MVA koja je u tijeku.

31. 1. 1999. godine u 12 sati ostvareno je maksimalno opterećenje distribucije Rijeka u iznosu od 240,5 MW. Istodobno opterećenje grada Rijeke iznosilo je tada 143,4 MW što predstavlja najveće opterećenje zabilježeno dosad.

Postojeće TS 110/35 kV Pehlin i Rijeka imaju osiguranu višestruku rezervu u napajanju preko 220 kV i 110 kV mreža. Preko mreža tih naponskih razina riječko je područje direktno povezano s više proizvodnih postrojenja (TE Plomin, TE Urinj, HE Rijeka, HE Senj, HE Vinodol), susjednim prijenosnim područjima (Zagreb i Split), te EES Slovenije.

U odnosu na predviđene planove s početka ovog desetljeća niti jedan objekat na području grada Rijeke još uvijek nije izgrađen. Najbliža gradnji je TS 110/10 (20) kV Sušak za koju je izrađen izvedbeni projekt i dobivena lokacijska dozvola. Ta bi TS trebala preuzeti konzum TS 35/10 kV Krimeja i TS 35/10 kV Martinšćica koje se ukidaju (zbog starosti i neisplativosti ulaganja u rekonstrukciju), te dio konzuma TS 35/10 kV Školjić. TS Sušak će preuzeti napajanje i trgovačko-poslovnog centra Pećine (vršno opterećenje 7 MVA) predviđenog za izgradnju.

3.2. Izgradnja novih TS 110/10 (20) kV

Tijekom 1997. i 1998. godine u Energetskom Institutu "Hrvoje Požar" je izrađena studija "Razvitak elektroenergetskog sustava Hrvatske do 2030. godine" u kojoj je razmatrana i problematika razvoja prijenosne i distribucijske mreže. Uz predviđenu potrošnju i vršno opterećenje EES-a po pojedinim petogodištima analizom distributivnog konzuma je određena potrebna izgradnja novih TS 110/x kV. Prema toj studiji dinamika gradnje novih transformatorskih stanica 110/x kV na području grada Rijeke bila bi slijedeća:

Naziv TS 110/x kV	Vrsta radova (izgr./rekon.)	Cijena* (DEM)	Godina radova	Vrsta TS
TS 110/10(20) Sušak	izgr.	11.000.000	2000.	SF_6
TS 110/10(20) Turnić	izgr.	11.000.000	2005.	SF_6
TS 110/10(20) Zamet	izgr.	11.000.000	2010.	SF_6
TS 110/10(20) Ivani	izgr.	4.000.000	2010.	M

M - modularna izgradnja tipske TS HEP-a

SF_6 - TS sa postrojenjem 110 kV u SF_6 izvedbi

* cijene TS bez 110 kV priključnih vodova (kabela) i 10 (20) kV raspleta

Do 2000. treba izgraditi TS 110/10(20) kV Sušak, do 2005. treba izgraditi TS 110/10(20) kV Turnić, a do 2010. trebaju ući u pogon TS 110/10(20) kV Zamet i TS 110/10(20) kV Ivani.

3.3. Razvoj VN mreže na području grada Rijeke

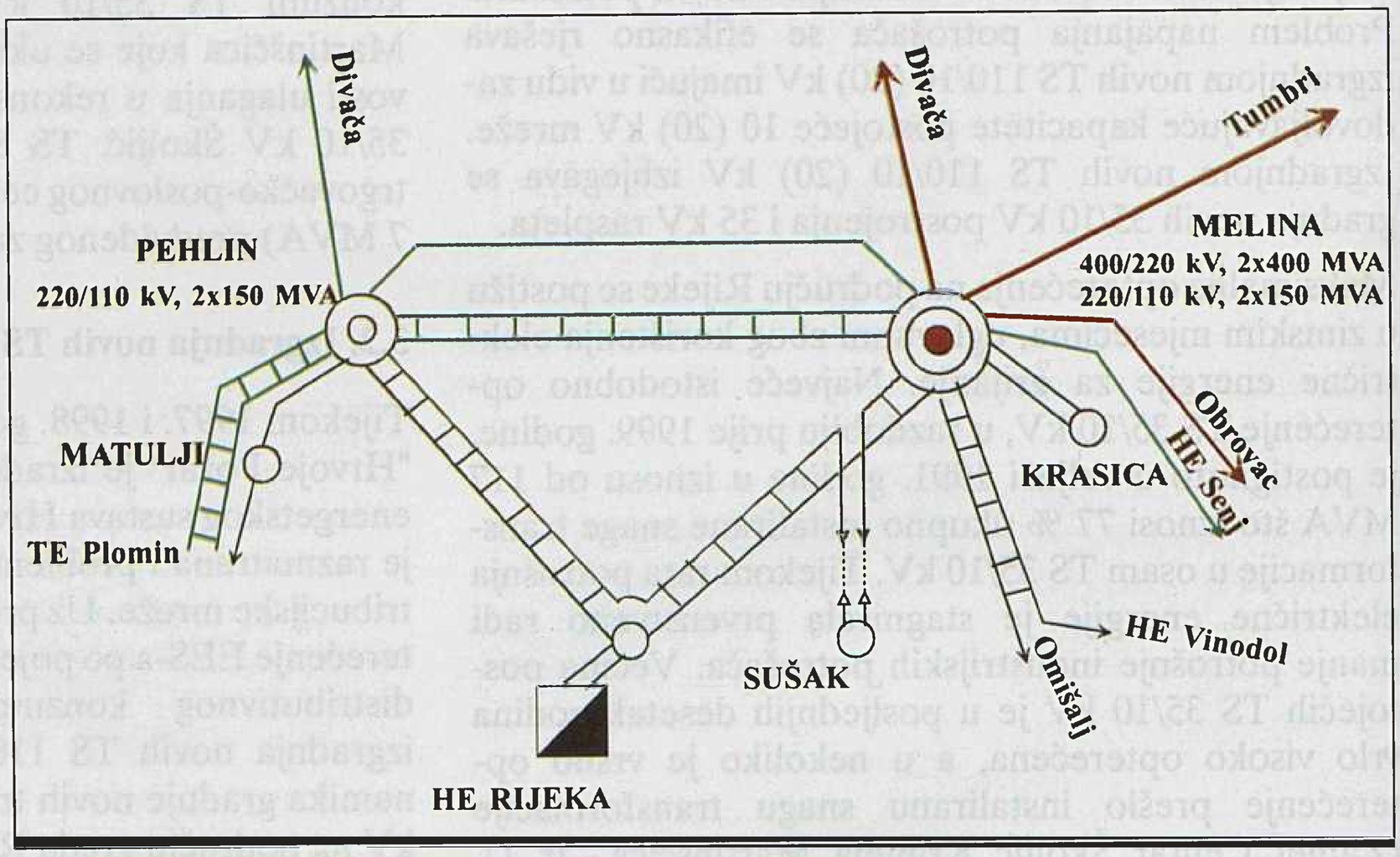
Radi osiguravanja željene sigurnosti napajanja el. energijom potrošača na području grada Rijeke potrebno je:

- **Do 2000. godine treba izgraditi TS 110/10 (20) kV Sušak, te je priključiti nadzemno kabelskim vodom na postojeću trojku voda Melina-Pehlin.**
- **Do 2005. godine treba izgraditi TS 110/10 (20) kV Turnić, te je priključiti s dva kabela na TS 220/110/35 kV Pehlin.**
- **Do 2010. godine treba izgraditi TS 110/10 (20) kV Zamet i TS 110/10 (20) kV Ivani. Priključak TS Zamet treba izvesti s dva kabela na TS 220/110/35 kV Pehlin ili jednim kabelom na Pehlin a drugim na Turnić, dok se TS Ivani priključuje nadzemnim vodovima na Melinu i Krasicu.**

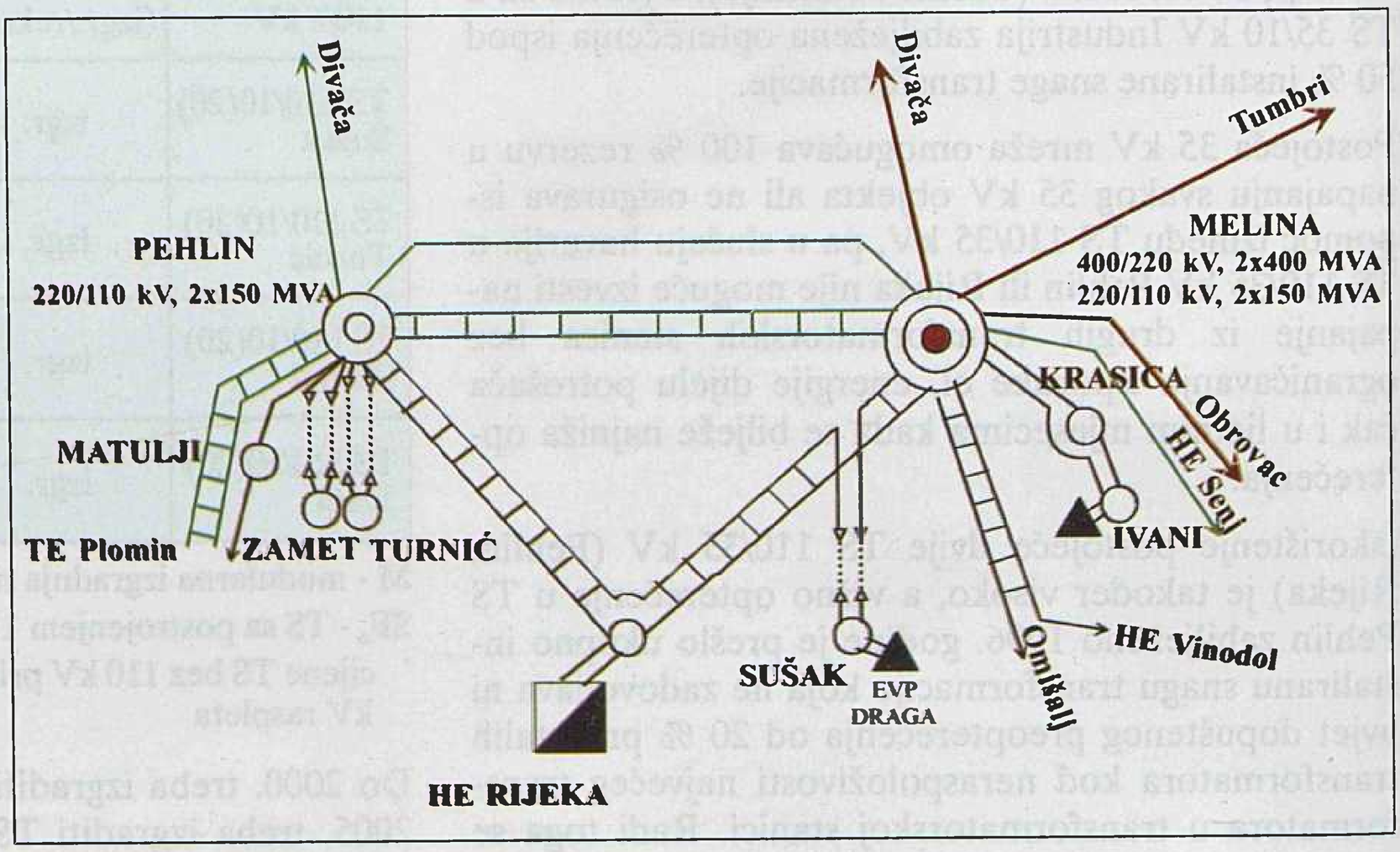
Varijanta priključka TS Turnić i TS Zamet jednim kabelom na Pehlin a drugim na Matulje nije povoljna radi mogućeg preopterećenja kabela Pehlin-Turnić u razdoblju iza 2020. godine, pri raspoloživosti svih grana u mreži ili kod neraspoloživosti voda Pehlin-Matulji. Tokovi snaga u mreži za sve analizirane vremenske presjeke su takvi da je kabel Matulji-Zamet slabo opterećen, a većina potrebne snage za Turnić i Zamet se dobavlja iz Pehlina, radi čega pri pretpostavljenom porastu opterećenja dolazi do preopterećenja tog kabela u "nazivnoj" 2030. godini.

Preopterećenje kabela Pehlin-Turnić, pri ispitivanoj varijanti priključka TS Turnić i TS Zamet na Pehlin i Matulje, se ne može otkloniti polaganjem kabela Turnić-Rijeka. Zatvaranje petlje Sušak-Ivani, koja rasterećuje 110 kV vezu Melina-Sušak-Pehlin, neće biti potrebno izvesti unutar razmatranog razdoblja budući da će se opterećenje vodova Melina-Sušak i Pehlin-Sušak kretati unutar dopuštenih granica. Pri radijalnom napajanju Suška preko Meline ili Pehlina (u slučaju neraspoloživosti jednog od dva 110 kV voda Melina-Sušak i Pehlin-Sušak kojima je ta TS spojena na sustav) maksimalna opterećenja tih vodova u "nazivnoj" 2030. godini iznose 93 % od dopuštene termičke granice.

Prema opisanom razvoju prijenosne mreže na širem području grada Rijeke do 2020. godine u TS 220/110/35 kV Pehlin će trebati novih pet 110 kV polja (4 vodna prema Turniću i Zametu) i jedno trafo polje za treći transformator 220/110 kV. Prema sadašnjim informacijama u Pehlinu će biti moguće osigurati tri vodna 110 kV polja (dva polja nakon stavljanja pod 220 kV napon dalekovoda Pehlin-Plomin, te jedno produženjem sabirnica do 110 kV polja Matulji). Ukoliko nije moguće osigurati još jedno 110 kV vodno polje u Pehlinu, ili ukoliko se želi povećati pouzdanost napajanja TS Zamet preko dva kabela u različitim rovovima, TS Zamet je moguće priključiti jednim kabelom na Pehlin, a drugim na Turnić, što povećava



Slika 4. Prijedlog VN mreže grada Rijeke za 2000. godinu



Slika 5. Prijedlog VN mreže grada Rijeke za 2010. godinu

troškove njegova priključenja na mrežu zbog dvije različite kabelske trase. Eventualnim polaganjem dva kabela prema Turniću, te priključkom jednog na Turnić, a drugog na Pehlin zaobilaženjem TS Turnić jednog kabela Pehlin-Turnić uzrokovao bi visoka opterećenja kabela Pehlin-Turnić (97 % I_n u 2030. godini) pri neraspoloživosti kabela Pehlin-Zamet i obratno. Radi toga veza između Pehlina i Turnića mora biti dvostruka.

4. GRAD OSIJEK

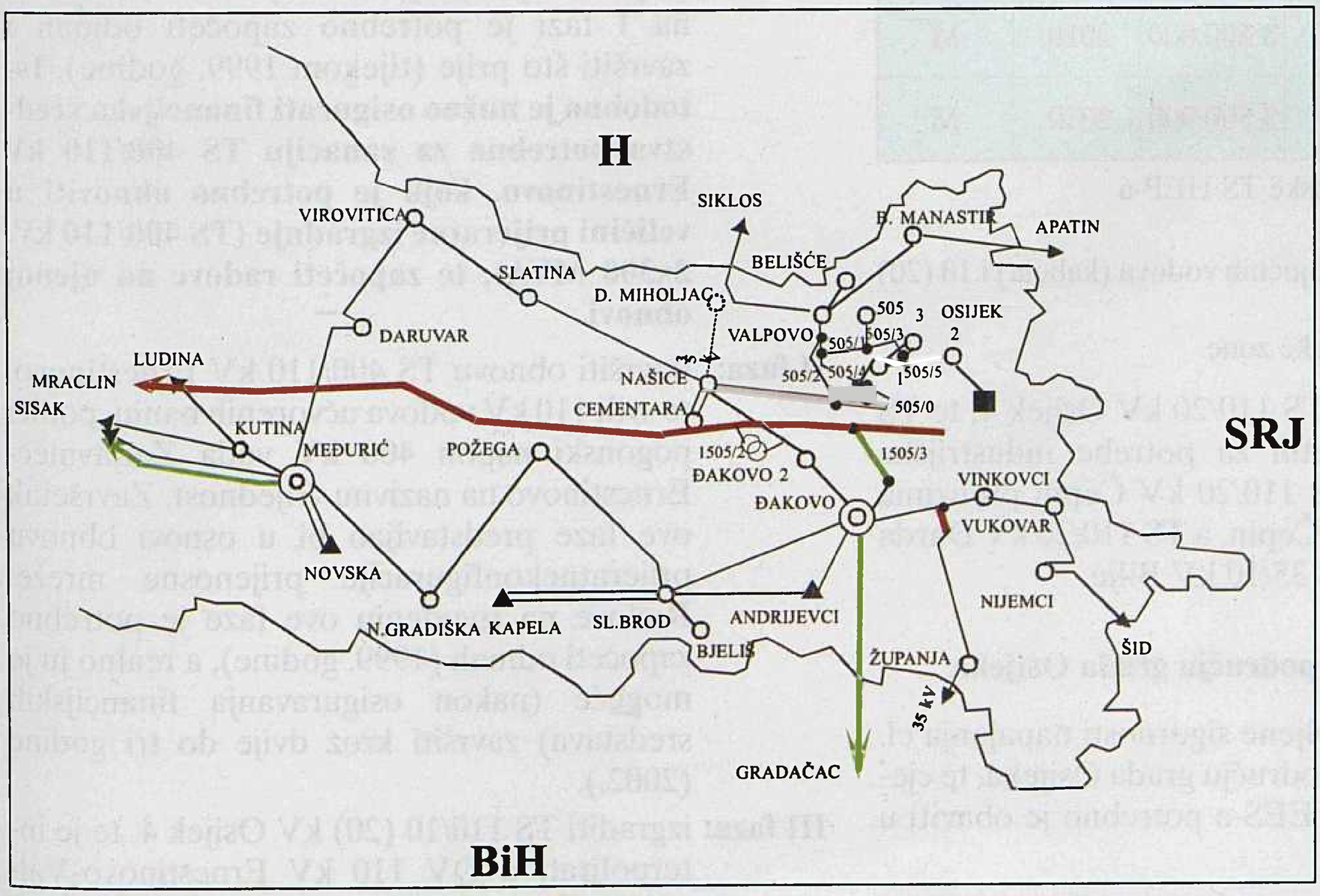
4.1. Sadašnje stanje

Problematika napajanja grada Osijeka usko je vezana s problemom napajanja cjelokupnog područja Slavonije i Baranje. Područje Slavonije i Baranje danas je najnesigurnije napajani dio elektroenergetskog sustava R. Hrvatske. Glavni razlog tomu zasigurno je višegodišnja okupacija dijela teritorija i uništenje ključnih objekata prijenosne mreže, uz dodatno nepovoljne prilike u susjednim republikama bivše Jugoslavije (Bosna i Hercegovina) koje su dovele do prekida interkonektivnih veza nužnih za normalan pogon sustava razvijanog u bivšoj državi, sve dok se ne postigne njegova potpuna autonomnost.

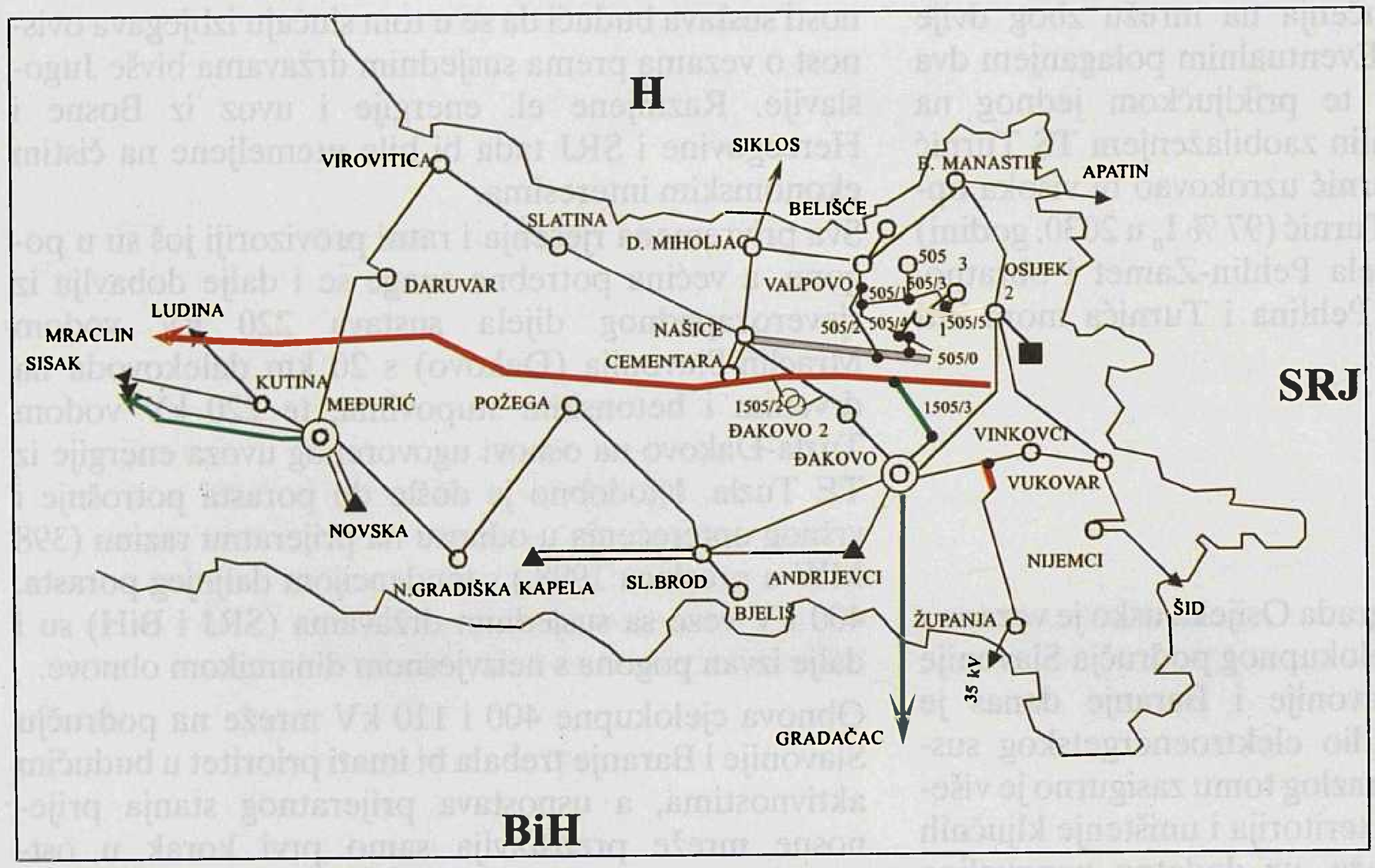
Problemi u tom dijelu EES-a ne proizlaze samo iz ratnih razaranja već i iz naslijeđene konfiguracije prijenosne mreže. Sigurnije napajanje tog područja nije povezano samo s obnovom ratom uništenih objekata prijenosne mreže, već i sa nužnom izgradnjom novih visokonaponskih vodova koji će omogućiti kvalitetniju vezu sa sjeverozapadnim dijelom EES. Moguća izgradnja novih vodova znatno doprinosi autonomnosti sustava budući da se u tom slučaju izbjegava ovisnost o vezama prema susjednim državama bivše Jugoslavije. Razmjene el. energije i uvoz iz Bosne i Hercegovine i SRJ tada bi bile utemeljene na čistim ekonomskim interesima.

Sva privremena rješenja i ratni provizoriji još su u pogonu, a većina potrebne snage se i dalje dobavlja iz sjeverozapadnog dijela sustava 220 kV vodom Mraclin-Slavonija (Đakovo) s 20 km dalekovoda na drvenim i betonskim stupovima, te 220 kV vodom Tuzla-Đakovo na osnovi ugovorenog uvoza energije iz TE Tuzla. Istodobno je došlo do porasta potrošnje i vršnog opterećenja u odnosu na prijeratnu razinu (398 MW u prosincu 1998.) s tendencijom daljnjeg porasta. 400 kV veze sa susjednim državama (SRJ i BiH) su i dalje izvan pogona s neizvjesnom dinamikom obnove.

Obnova cjelokupne 400 i 110 kV mreže na području Slavonije i Baranje trebala bi imati prioritet u budućim aktivnostima, a uspostava prijeratnog stanja prijenosne mreže predstavlja samo prvi korak u ostvarivanju željene konfiguracije EES-a. Ključni objekt koji će osiguravati sigurnije napajanje ovog područja je TS Ernestinovo koju bi trebalo obnoviti u veličini prijeratne izgradnje (TS 400/110, 2x300 MVA), zajedno s 400 kV vodom Ernestinovo-Tumbri (Žerjavinec) i svim 110 kV vodovima učvorenim na TS Ernestinovo. Budući da je u dogledno vrijeme radijalan pogon ovog dijela sustava neizbježan, 220 kV veza ne bi mogla omogućiti prijenos potrebnih snaga i sigurnu opskrbu potrošača. Tešku elektroenergetsku situaciju čitavog područja Slavonije i Baranje dijeli i grad Osijek. Sva čvorišta na području Osijeka (Osijek 1, Osijek 2, Osijek 3 i "505" provizorij), te Valpovo, Belišće i B. Manastir napajaju se iz TETO Osijek (priključene radijalno na mrežu preko TS Osijek 2) i preko Našica, uz dvije 110 kV veze prema EES Mađarske (DV 110 kV Siklos-D. Miholjac/Valpovo) i EES SRJ (DV 110 kV B. Manastir-Apatin) preko kojih se može uvoziti energija u izvanrednim okolnostima. U 110 kV mreži na širem području grada postoji više provizorija (DV "505/0, 505/1, 505/1, 505/3, 505/4 505/5, TS 505), a gotovo svaki kvar na mreži može dovesti do prekida isporuke električne energije dijelu potrošača.



Slika 6. Prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji – studeni 1998. godine



Slika 7. Prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji – početak 2000. godine

4.2. Izgradnja novih TS 110/10 (20) kV

Prema studiji "Razvitak elektroenergetskog sustava Hrvatske do 2030. godine" dinamika gradnje novih transformatorskih stanica 110/x kV na području grada Osijeka bila bi slijedeća:

Naziv TS 110/x kV	Vrsta radova (izgr./rekon.)	Cijena* (DEM)	Godina radova	Vrsta TS
TS 110/10(20) Osijek 4	izgr.	6.500.000	2005.	T
TS 110/10(20) Nemetin**	izgr.	3.500.000	2005./ 2010.	M
TS 110/10(20) Darda	izgr.	3.500.000	2010.	M
TS 110/10(20) Čepin	izgr.	3.500.000	2010.	M

M - modularna izgradnja tipske TS HEP-a

T - tipska TS HEP-a

* cijene TS bez 110 kV priključnih vodova (kabela) i 10 (20) kV raspleta

** nakon izgradnje industrijske zone

Do 2005. treba izgraditi TS 110/20 kV Osijek 4, te TS 110/10(20)/35 kV Nemetin za potrebe industrijske zone i luke. Od 2010. TS 110/20 kV Čepin preuzima opterećenje TS 35/10 kV Čepin, a TS 110/20 kV Darda preuzima opterećenje TS 35/10 kV Bilje.

4.3. Razvoj VN mreže na području grada Osijeka

Postupak osiguravanja željene sigurnosti napajanja el. energijom potrošača na području grada Osijeka, te cjelokupnog istočnog dijela EES-a potrebno je obaviti u nekoliko faza:

I faza: zamijeniti privremene provizorije u mreži, te sanirati pojedine 110 kV dalekovode i izvesti njihovo premoštenje s ciljem povećavanja pouzdanosti napajanja gradova Osijeka, Vinkovaca, Vukovara i Županje u vremenu potrebnom do potpune obnove TS 400/110 kV Ernestinovo (zajedno s odgovarajućim raspletom 400 kV i 110 kV vodova). Potrebno je sanirati slijedeće dalekovode:

DV 110 kV Ernestinovo-Osijek 2 / 1,

DV 110 kV Ernestinovo-Osijek 2 / 2,

DV 110 kV Ernestinovo-Đakovo 2,

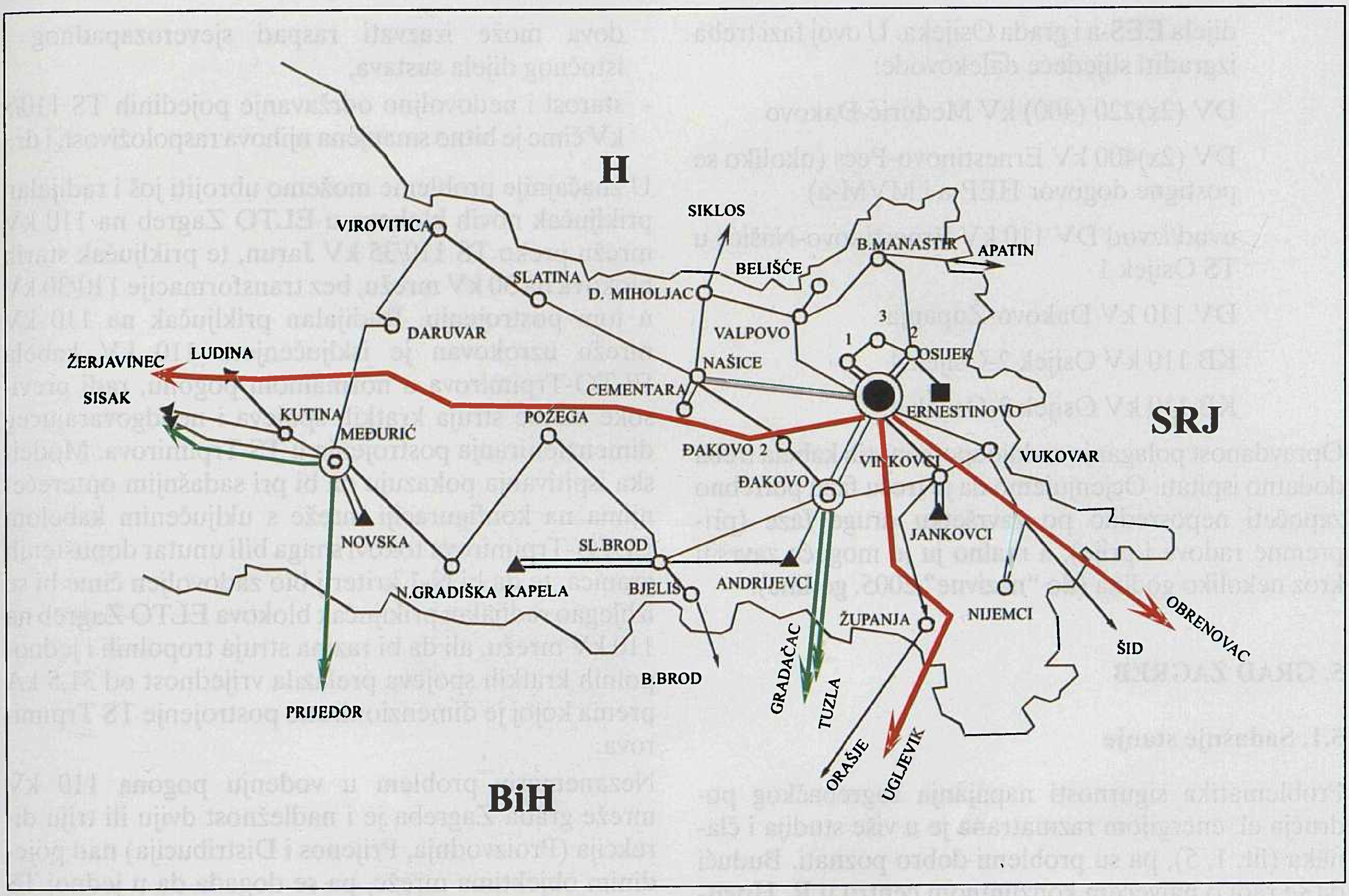
DV 110 kV Ernestinovo-Vukovar,

DV 35 kV Ernestinovo-Osijek 2,

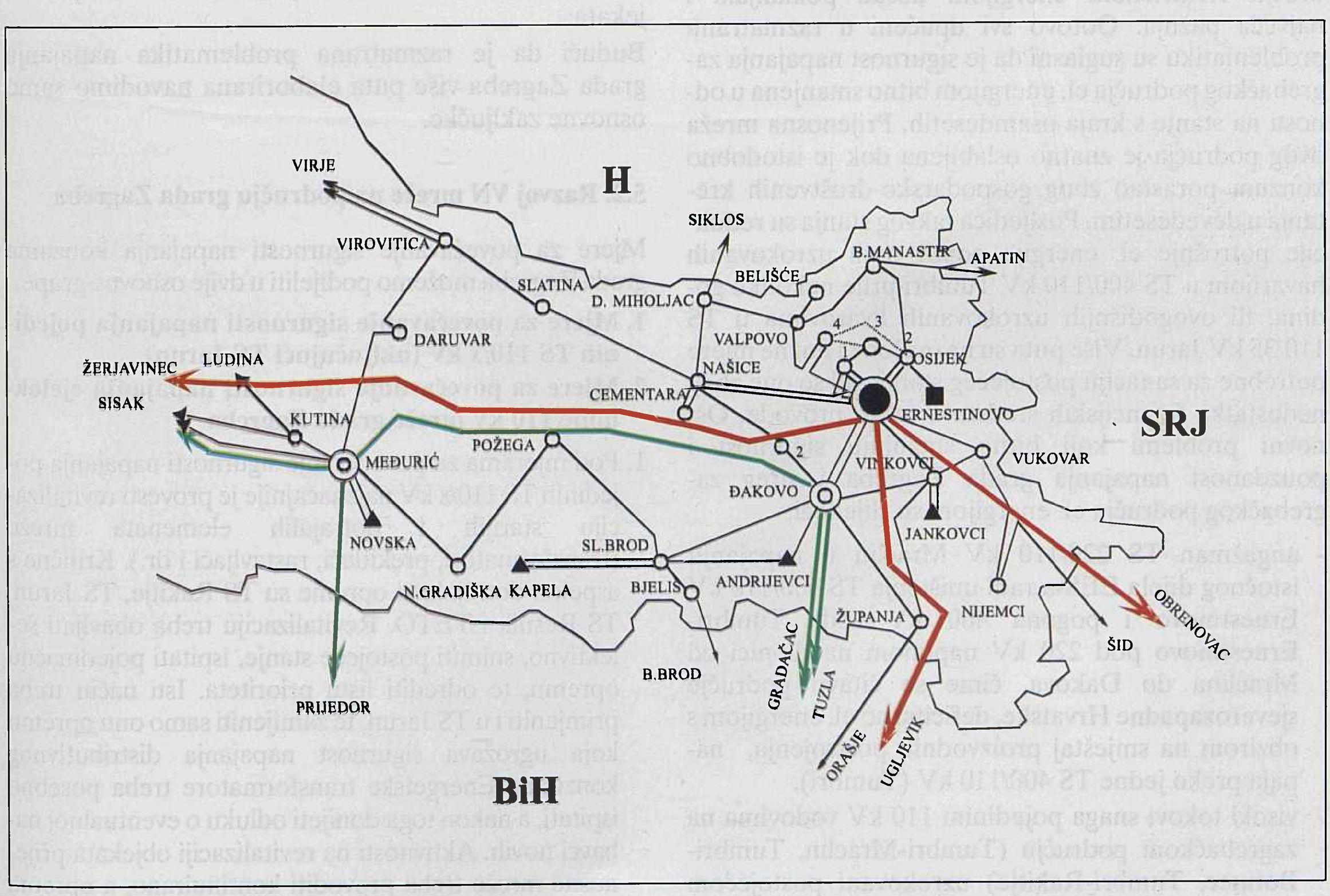
te izvesti premoštenja dalekovoda Ernestinovo-Osijek 2/2 i Ernestinovo-Vukovar, te Ernestinovo-Osijek 2/1 i Ernestinovo-Đakovo, radi povezivanja područja Osijeka s TS 220/110 kV Đakovo i povećavanja pouzdanosti napajanja Vinkovaca, Vukovara i Županje (s okolnim naseljima) koji se na današnjoj konfiguraciji mreže napajaju preko jedne, visoko opterećene, 110 kV veze (zajedno s područjem Orašja u BiH). Radove na I fazi je potrebno započeti odmah i završiti što prije (tijekom 1999. godine). **Istodobno je nužno osigurati financijska sredstva potrebna za sanaciju TS 400/110 kV Ernestinovo, koju je potrebno obnoviti u veličini prijeratne izgradnje (TS 400/110 kV, 2x300 MVA), te započeti radove na njenoj obnovi.**

II faza: dovršiti obnovu TS 400/110 kV Ernestinovo, te svih 110 kV vodova učvorenih nanju, podići pogonski napon 400 kV voda Žerjavinec-Ernestinovo na nazivnu vrijednost. Završetak ove faze predstavljao bi u osnovi obnovu prijeratnekonfiguracije prijenosne mreže. Radove na izvođenju ove faze je potrebno započeti odmah (1999. godine), a realno ju je moguće (nakon osiguravanja financijskih sredstava) završiti kroz dvije do tri godine (2002.).

III faza: izgraditi TS 110/10 (20) kV Osijek 4, te je interpolirati u DV 110 kV Ernestinovo-Valpovo. Započeti radove na daljnjem povećavanju sigurnosti napajanja istočnog



Slika 8. Prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji – oko 2002. godine



Slika 9. Prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji – oko 2005. godine

dijela EES-a i grada Osijeka. U ovoj fazi treba izgraditi slijedeće dalekovode:

DV (2x)220 (400) kV Međurić-Đakovo

DV (2x)400 kV Ernestinovo-Pecs (ukoliko se postigne dogovor HEP-a i MVM-a)

uvod/izvod DV 110 kV Ernestinovo-Našice u TS Osijek 1

DV 110 kV Đakovo-Županja

KB 110 kV Osijek 2-Osijek 4

KB 110 kV Osijek 3-Osijek 4.

Opravdanost polaganja zadnje spomenutih kabela treba dodatno ispitati. Ocjenjujemo da je treću fazu potrebno započeti neposredno po završetku druge faze (pripremne radove i prije), a realno ju je moguće završiti kroz nekoliko godina (do "nazivne" 2005. godine).

5. GRAD ZAGREB

5.1. Sadašnje stanje

Problematika sigurnosti napajanja zagrebačkog područja el. energijom razmatrana je u više studija i članaka (lit. 1, 5), pa su problemi dobro poznati. Budući da se radi o najvećem konzumnom centru u R. Hrvatskoj činjenica je da se problematici napajanja ovog područja električnom energijom dosad poklanjala i najveća pažnja. Gotovo svi upućeni u razmatranu problematiku su suglasni da je sigurnost napajanja zagrebačkog područja el. energijom bitno smanjena u odnosu na stanje s kraja osamdesetih. Prijenosna mreža ovog područja je znatno oslabljena dok je istodobno konzum porastao zbog gospodarsko-društvenih kretanja u devedesetim. Posljedica takvog stanja su redukcije potrošnje el. energije poput onih uzrokovanih havarijom u TS 400/110 kV Tumbri prije nekoliko godina, ili ovogodišnjih uzrokovanih kvarovima u TS 110/35 kV Jarun. Više puta su naznačene i nužne mjere potrebne za sanaciju postojećeg stanja, ali se one zbog nedostatka financijskih sredstava teško provode. Osnovni problemi koji bitno smanjuju sigurnost i pouzdanost napajanja grada Zagreba i šireg zagrebačkog područja el. energijom su slijedeći:

- angažman TS 220/110 kV Mraclin u napajanju istočnog dijela EES-a radi uništenja TS 400/110 kV Ernestinovo i pogona 400 kV voda Tumbri-Ernestinovo pod 220 kV naponom na dionici od Mraclina do Đakova, čime se čitavo područje sjeverozapadne Hrvatske, deficitarno el. energijom s obzirom na smještaj proizvodnih postrojenja, napaja preko jedne TS 400/110 kV (Tumbri),
- visoki tokovi snaga pojedinim 110 kV vodovima na zagrebačkom području (Tumbri-Mraclin, Tumbri-Botinec, Tumbri-Rakitje) uzrokovani postojećom konfiguracijom mreže, na kojoj pri visokim opterećenjima EES-a ispad jednog od "kritičnih" vodova može izazvati raspad sjeverozapadnog i istočnog dijela sustava,
- starost i nedovoljno održavanje pojedinih TS 110/x kV čime je bitno smanjena njihova raspoloživost, i dr.

U značajnije probleme možemo ubrojiti još i radijalan priključak novih blokova u ELTO Zagreb na 110 kV mrežu preko TS 110/35 kV Jarun, te priključak starih blokova na 30 kV mrežu, bez transformacije 110/30 kV u tom postrojenju. Radijalan priključak na 110 kV mrežu uzrokovan je isključenjem 110 kV kabela ELTO-Trpimirova u normalnom pogonu, radi previsoke razine struja kratkih spojeva i neodgovarajućeg dimenzioniranja postrojenja u TS Trpimirova. Modelska ispitivanja pokazuju da bi pri sadašnjim opterećenjima na konfiguraciji mreže s uključenim kabelom ELTO-Trpimirova tokovi snaga bili unutar dopuštenih granica, te da bi N-1 kriterij bio zadovoljen čime bi se izbjegao radijalan priključak blokova ELTO Zagreb na 110 kV mrežu, ali da bi razina struja tropolnih i jednopolnih kratkih spojeva prelazila vrijednost od 31,5 kA prema kojoj je dimenzionirano postrojenje TS Trpimirova.

Nezanemariv problem u vođenju pogona 110 kV mreže grada Zagreba je i nadležnost dviju ili triju direkcija (Proizvodnja, Prijenos i Distribucija) nad pojedinim objektima mreže, pa se događa da u jednoj TS postoji oprema u nadležnosti dvije ili sve tri direkcije, što onemogućava efikasan pogon i održavanje objekata.

Budući da je razmatrana problematika napajanja grada Zagreba više puta elaborirana navodimo samo osnovne zaključke.

5.2. Razvoj VN mreže na području grada Zagreba

Mjere za povećavanje sigurnosti napajanja konzuma grada Zagreba možemo podijeliti u dvije osnovne grupe:

1. **Mjere za povećavanje sigurnosti napajanja pojedinih TS 110/x kV (uključujući TS Jarun)**
2. **Mjere za povećavanje sigurnosti napajanja cjelokupne 110 kV mreže grada Zagreba**

1. Pod mjerama za povećavanje sigurnosti napajanja pojedinih TS 110/x kV najznačajnije je provesti revitalizaciju starijih i dotrajalih elemenata mreže (transformatori, prekidači, rastavljači i dr.). Kritične s aspekta dotrajalosti opreme su TS Rakitje, TS Jarun, TS Resnik i TETO. Revitalizaciju treba obavljati selektivno, snimiti postojeće stanje, ispitati pojedinačnu opremu, te odrediti listu prioriteta. Isti način treba primjeniti i u TS Jarun, te zamijeniti samo onu opremu koja ugrožava sigurnost napajanja distributivnog konzuma. Energetske transformatore treba posebno ispitati, a nakon toga donijeti odluku o eventualnoj nabavci novih. Aktivnosti na revitalizaciji objekata prijenosne mreže treba provoditi kontinuirano, a opremu zamjenjivati prema listi prioriteta, ovisno o raspoloživim financijskim sredstvima.

U ELTO Zagreb je potrebno ugraditi transformator 110/30 kV (novi ili eventualno preseliti postojeći iz Jaruna ukoliko ispitivanja pokažu da se može pouzdano koristiti) kako bi se svi generatori povezali na 110 kV mrežu.
Da bi se osigurao dvostrani priključak ELTO, nije povoljno graditi novi kabel ELTO-Jarun (4 km), već položiti kabel ELTO-Stenjevec (5 km), u planovima razvoja mreže predviđen za priključak nove TS Zapad 1.
Ovisno o raspoloživim financijskim sredstvima potrebno je kontinuirano graditi nove TS 110/x kV.
U ovom trenutku sagledliva lista prioriteta bi bila:

1. grupa: TS Volovčica, TS Trnje 2 (do "nazivne 2000. godine")
2. grupa: TS Žitnjak, TS Kršnjavoga, TS Ružmarinka (do "nazivne 2005. godine")
3. grupa: TS Trnje 1, TS Zapad 1, TS Jankomir, TS Sesvete (do "nazivne 2010. godine")

2. **Napajanje 110 kV mreže grada Zagreba (a time i svih potrošača na ovom području) ozbiljno je ugroženo posljednjih godina radi napajanja istočnog dijela EES-a na 220 kV naponu preko TS Mraclin**. Direktna posljedica toga je nemogućnost angažiranja TS 220/110 kV Mraclin u napajanju potrošača na području sjeverozapadne Hrvatske, radi čega se cjelokupni konzum napaja preko TS 400/110 kV Tumbri.

Zbog napajanja Slavonije preko Mraclina u zimskom razdoblju dolazi do povećanih opterećenja 110 kV vodova na području Zagreba, prvenstveno vodova Tumbri-Mraclin, Tumbri-Rakitje i Tumbri-Botinec, pa bi ispad jednog od tih vodova (odnosno jedne njegove trojke) mogao u nepovoljnim pogonskim stanjima dovesti do lančanog preopterećenja ostalih 110 kV vodova, a time i prekida napajanja velikog dijela potrošača na području sjeverozapadne Hrvatske, uključujući i grad Zagreb.

Da bi se današnje nepovoljno stanje otklonilo potrebno je **što prije:**

- Obnoviti TS 400/110 kV Ernestinovo i podići pogonski napon 400 kV voda Tumbri (Žerjavinec) - Ernestinovo na nazivnu vrijednost.
- Izgraditi TS 400/110 kV Žerjavinec zajedno s predviđenim raspletom 110 kV vodova.

LITERATURA

[1] Problematika pogona i razvoja 110 kV mreže grada Zagreba, Energetski institut "Hrvoje Požar", 1999.

[2] Problematika napajanja velikih gradova (Split, Osijek, Rijeka) električnom energijom, Energetski institut "Hrvoje Požar", 1999.

[3] Opskrba Slavonije i Baranje električnom energijom, DUP-PrP Osijek, 1997.

[4] Potrebe izgradnje proizvodnih postrojenja i prijenosne mreže do 2020. godine, s osvrtom na 2030. godinu - u dijelu EES-a na području Slavonije i Baranje, Energetski institut "Hrvoje Požar", prosinac 1997.

[5] Sadašnji problemi i razvoj 110 kV mreže sjeverozapadnog dijela EES-a, D. Bajs,Energija 6, 1997.

[6] Razvitak EES Hrvatske do 2030. godine – Knjiga 3: Prijenosna mreža, Energetski institut "Hrvoje Požar", prosinac 1997.

[7] Razvoj 110 kV mreže grada Rijeke u razdoblju 2000.-2030. godine, Energetski institut "Hrvoje Požar", 1999.

ELECTRIC ENERGY SUPPLY SAFETY OF MAJOR CROATIAN CITIES

The paper considers electric energy safety of major Croatian cities (Zagreb, Split, Osijek and Rijeka). Based on a technical and economic analysis and calculation, the necessary network strengthening and other measures, which would ensure the desired safety of electric energy consumer supply in major cities, are proposed.

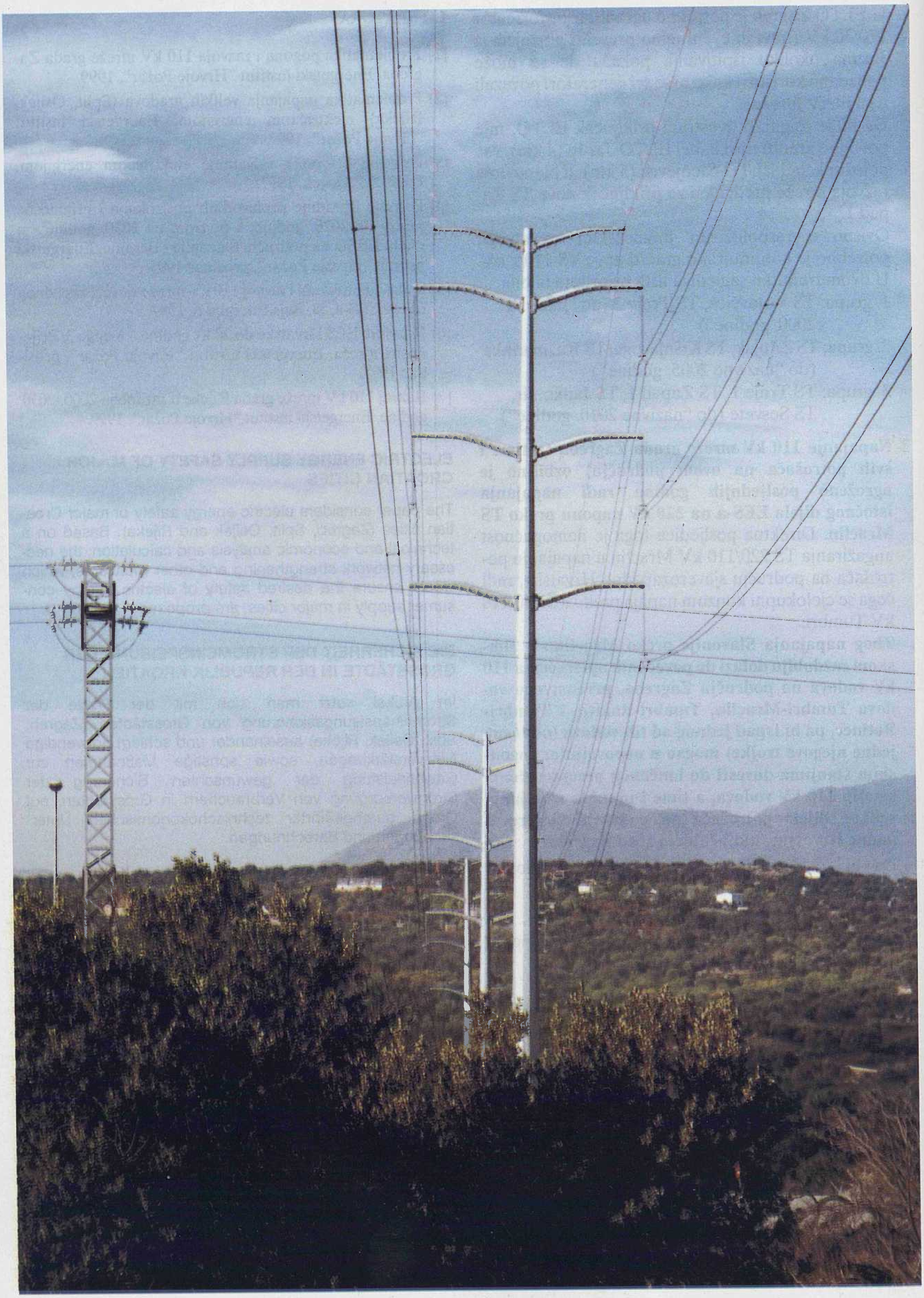
DIE SICHERHEIT DER STROMEINSPEISUNG DER GROSSTÄDTE IN DER REPUBLIK KROATIEN

Im Artikel setzt man sich mit der Frage der Stromeinspeisungssicherung von Grosstädten (Zagreb, Split, Osijek, Rijeka) auseinander und schlägt notwendige Netzverstärkungen, sowie sonstige Maßnahmen zur Gewährleistung der gewünschten Sicherung der Stromversorgung von Verbrauchern in Grosstädten, auf Grund durchgeüfhrter technischökonomischen Untersuchungen und Berechnungen.

Naslov pisca:

Davor Bajs, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-08-23.



PROBLEMATIKA PRIJELAZA OPREME PROCESNOG UPRAVLJANJA HEP-a U 2000. GODINU*

Mr. sc. Neven B a r a n o v i ć – mr. sc. Nikica V u l e t i ć, Zagreb

UDK 621.31.005:681.3
STRUČNI ČLANAK

Postoji stvarna opasnost potpunog otkazivanja ili ozbiljnijeg gubitka funkcije procesnih informatičkih sustava zbog osjetljivosti na tzv. "Milenium bug". Sklopovska i programska oprema sustava procesnog upravljanja kao i inz međuzavisnih vanjskih funkcijskih cjelina (sustav komunikacija, sustav napajanja...), mogu svojim neispravnim radom ugroziti rad SDV-a. Kako bi to posljedično moglo utjecati na rad cjelokupnog elektroenergetskog sustava, traži se krajnje ozbiljan pristup ovoj problematici u HEP-u. U članku je identificiran mogući utjecaj problema na pojedine cjeline/kategorije opreme te opseg i narav potrebnih korektivnih akcija.

Ključne riječi: millenium bug, Y2K, sustav daljinskog upravljanja i nadzora, SCADA.

1. UVOD

Tijekom nekoliko proteklih godina svjedoci smo velikih ulaganja i napora s ciljem prepoznavanja i rješavanja problema popularno nazvanog "millenium bug" ili Y2K problem. Proveden je cijeli niz istraživanja sa svrhom da se upozori na moguće posljedice neispravnog rada sklopovske i programske podrške koja je uključena praktično u sve ljudske aktivnosti i djelatnosti.

Elektroprivredne organizacije suočene su s istim problemom kao i cijela industrija i sve ostale društvene djelatnosti. Y2K anomalije mogu uzrokovati neispravan rad programske podrške, računala ili komunikacijskog sustava koji su uključeni u proces vođenja elektroenergetskog sustava: u elektranama, transformatorskim stanicama i rasklopištima, centrima daljinskog nadzora i upravljanja i dispečerskim centrima. Problem Y2K u elektroprivrednoj organizaciji čini još značajnijim činjenica da su elektroenergetski sustavi više država međusobno povezani i da rade usklađeno, a posljedice koje može uzrokovati njegov nestabilan rad su goleme i lančano povlače niz posljedica u svim drugim aktivnostima. Dodatna težina i ozbiljnost pristupa rješavanja ovog problema proizlazi iz činjenice da sustave vođenja karakterizira "real time" način rada te da će sve eventualne nepravilnosti u radu tog sustava nastupiti u istom trenutku što će u konačnici rezultirati lavinskim efektom uz potencijalnu opasnost ugrožavanja stabilnosti rada elektroenergetskog sustava.

Ovaj članak predstavlja sažeti pregled aktivnosti u svezi s identifikacijom problema Y2K na opremi procesne informatike HEP-a i planiranih akcija s ciljem rješavanja tog problema.

* Napomena: Članak je napisan u proljeće 1999. god.

2. OPĆENITO O PROBLEMU USKLAĐENOSTI RAČUNARSKE OPREME S GODINOM 2000.

Usklađenost programske i sklopovske opreme s godinom 2000. definirano je u British Standard DISC PD2000-1 sljedećim postulatima:

- rad sklopovske i programske opreme ne smije biti prekinut kada datum dosegne vrijednost "00"
- funkcionalnost koja se temelji na vremenu (datumu) mora biti konzistentno ostvarena za datume prije, tijekom i nakon godine 2000.
- u svim sučeljima i pohranama podataka, stoljeće za svaki datum mora biti izraženo ili izravno (eksplicitno) ili nedvojbenim algoritmom ili zaključivanjem na temelju pravila
- godina 2000. mora biti prepoznata kao prijestupna.

Problem kompatibilnosti mikroprocesorskih uređaja s godinom 2000. (Y2K bug, millenium bug) proizlazi iz konvencije o označavanju datuma DDMMYY u programskoj podršci. Ova konvencija je strikno primjenjiva od prvih dana primjene računala i sada će imati utjecaja na golem broj računalnih programa i mikroprocesorskih uređaja uključujući i one koji se koriste u elektroprivredi. Pogreška će postati očigledna na prijelazu godine 1999. u 2000. kada se računalnim sustavima pojavljuje datum u kojemu je godina označena s "00". U računalima se ovaj datum može interepretirati kao 1. 1. 2000., kao 1. 1. 1900 ili pak kao zabranjena kombinacija te se posljedično mogu pojaviti problemi u radu programske potpore koja se zasniva na vremenu ili datumu. Dosad provedena testiranja ukazuju da je problem Y2K mnogo složeniji nego navedeno jed-

nostavno obrazloženje, budući da se mogu pojaviti raznovrsni problemi vezani uz interpretaciju datuma. Problem nije ograničen samo na jednu promjenu datuma, ponoć 31. 12. 1999., nego se anomalije vezane uz datume mogu pojaviti i 09. 09. 99., 29. 02. 00 i kod još nekoliko drugih karakterističnih datuma u narednom periodu. Rezultat toga su "oštećeni" podaci koje razmjenjuju pojedine aplikacije i što onda može dovesti do pogrešnih konačnih rezultata.

Kritični datumi za koje treba provjeriti usklađenost s godinom 2000. su:

1. prioritet - prijelaz 31. 12. 1999. u 01. 01. 2000. (prijelaz u 2000. datum = 010100)
2. prioritet - prijelaz 08. 09. 1999. u 09. 09. 1999. (vrijednost datuma = 090999)
   prijelaz 28. 02. 2000. u 29. 02. 2000. u 29. 02. 2000. (datum prijestupne godine)
   prijelaz 29. 02. 2000. u 01. 03. 2000. (datum prijestupne godine)
3. prioritet - prijelaz 08. 04. 1999. u 09. 04. 1999. (99. dan u 1999.)
   prijelaz 21. 08. 1999. u 22. 08. 1999. (brojila GPS sustava prelaze u novi ciklus brojenja)
4. prioritet - prijelaz 28. 02. 2004. u 29. 02. 2004. (datum testiranja)
   prijelaz 29. 02. 2004. u 01. 03. 2004. (datum testiranja)

3. PROBLEM Y2K U RADU ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

Problem Y2K, s obzirom na stupanj opremljenosti mikroračunarskom opremom, može se najviše odraziti na pouzdanost rada elektroenergetskog sustava u sljedećim područjima:

- proizvodnji električne energije (elektrane)
- sustavu dispečerskog vođenja EMS (Energy Management System) i daljinskog nadzora i upravljanja - SCADA
- telekomunikacijama
- sustavima upravljanja i zaštite u elektroenergetskim objektima
- distribuciji električne energije (dispečerskim centrima distribucije).

Navedena podjela odgovora stupnju kritičnosti/osjetljivosti pojedinih segmenata sustava vođenja elektroenergetskog sustava na stabilan i siguran rad elektroenergetskog sustava u cjelini.

U elektranama, prema navodima iz literature, mjesta potencijalne opasnosti pojave Y2K buga su distribuirani upravljači sustavi, programabilni logički kontroleri, inteligentni uređaji u funkciji senzora u raznim sustavima unutar elektrane, sučelje prema opremi za prihvat signala točnog vremena i sl.

U upravljačkim centrima mjesta potencijalne opasnosti pojave Y2K buga su: gubitak komunikacije s nekim transformatorskim stanicama, rasklopištima i/ili elektranama, pogreške u slijedu izvođenja nekih unaprijed definiranih sekvenci, pogreške u datumu za alarme i izvješća, pojava "krivih" podataka, nemogućnost startanja računala (rebooting) nakon 2000 godine, kao i smetnje u radu pomoćnih sustava (napajanje električnom energijom i klima i sl.).

4. RJEŠAVANJE PROBLEMA Y2K U SUSTAVU PROCESNE INFORMATIKE HEP-a

Suočeni s pojavom problema Y2K i njegovim mogućim posljedicama, u Sektoru za upravljanje pristupilo se je u suradnji s Končar KET provođenju pripremnih aktivnosti još tijekom 1998. godine. Dodatni poticaj bili su upiti međunarodnih elektroprivrednih asocijacija, kojih je HEP član, u kojima su tražena izvješća o osjetljivosti sustava procesne informatike na problem Y2K, planiranim aktivnostima i vremenskom slijedu izvođenja pojedinih aktivnosti. Osnivanjem Radnog tima za rješavanje problema Y2K na razini HEP-a početkom 1999. godine, sve aktivnosti na rješavanju tog problema provode se usklađeno.

Kako bi se izbjegli neočekivani događaji u radu elektroenergetskog sustava tijekom kritičnog razdoblja, potrebno je preventivno unaprijed provesti sljedeće korake s ciljem rješavanja problema Y2K:

- identificirati kritične funkcije
- identificirati ugrađenu računarsku, mikroračunarsku i programsku opremu uključenu u obavljanje kritičnih funkcija
- utvrditi da li problem Y2K utječe na ispravan i pouzdan rad te opreme
- za dio opreme za koju se utvrdi da će problem Y2K uzrokovati smetnje u radu agnažirati proizvođača ili ovlaštenu ustanovu i otkloniti, odnosno izolirati pogrešku.

Sastavni dio programa rješavanja problema Y2K u elektroprivrednim organizacijama je i izrada plana organizacije eksploatacije/pogona elektroenergetskog sustava za slučaj nepredviđenih događaja tijekom kritičnog perioda - prijelaza iz 1999. u 2000. godinu (contingency plan) i izrada vremenskog plana navedenih aktivnosti.

Posebno osjetljiv problem predstavljaju u telekomunikacijama iznajmljene linije zbog limitiranih mogućnosti testiranja cjelovite funkcije vođenja.

Prema dostupnim podacima iz literature i obavijestima na Internetu ovakvi postupci se provode u većini elektroprivrednih organizacija diljem svijeta. Usklađenost svih provedenih akcija se koordinira iz organizacija, kao što je npr UCPTE, NERC i sl. U slučaju HEP-a o provedenim aktivnostima se obavještavaju nadležne komisije i stručne grupe UCPTE.

U Hrvatskoj elektroprivredi sustav procesne informatike zasniva se na programskoj opremi koju je najvećim dijelom isporučio Končar, a njeno održavanje je u najvećoj mjeri riješeno godišnjim ugovorom o održavanju koji je sklopljen s firmom Končar KET. Međutim s ciljem potpunog sagledavanja i rješavanja problema Y2K za sustav procesne informatike koji je u funkciji dispečerskog vođenja potrebno je taj posao provesti koordinirano i sistematski na svoj instaliranoj opremi i u sve tri direkcije: Direkciji za proizvodnju, Direkciji za upravljanje i prijenos, Direkciji za distribuciju. Programom ispitivanja treba obuhvatiti i opremu koja je instalirana u sustavima lokalnog nadzora, upravljanja, mjerenja, regulacije i zaštite elektrana, transformatorskih stanica i rasklopišta, kao i telekomunikacija.

4.1. Snimka stanja

Prvi korak u provedbi rješavanja problema Y2K bila je izrada snimka stanja. Pri tome se treba naglasiti da je zbog organizacijskih podjela unutar samog HEP-a ova djelatnost koordinirana kroz Radni tim za rješavanje problema Y2K, te da je u završnom elaboratu (literatura a)) naveden detaljan popis opreme procesne informatike koja je u nadležnosti Direkcije za upravljanje i prijenos i dijela procesne opreme u drugim direkcijama koja je obuhvaćena godišnjim ugovorom o održavanju.

S obzirom na relativno veliku zastupljenost opreme proizvodnje Končar i uvažavajući koncepciju godišnjeg ugovora o održavanju navedeni popis programske i sklopovske opreme organiziran je prema sljedećim cjelinama:

a) NDC Zagreb
b) Procesni sustavi SCADA
c) Pisači i terminali
d) Upravljačka mjesta
e) Oprema DS 8 u centrima
f) Daljinske stanice
g) Lokalni sustavi nadzora i upravljanja u elektroenergetskim objektima
h) Oprema programskog sustava PROZA OPEN
i) Oprema besprekidnog napajanja
j) PC oprema u procesnom upravljanju
k) Modemi
l) Oprema za sinkronizaciju i prihvat signala točnog vremena
m) Oprema u funkciji nadzora i upravljanja drugih proizvođača
n) Instrumentarij za održavanje
o) Automatika i mjerna oprema u elektranama.

4.2. Ocjena usklađenosti programske i sklopovske opreme - rezultati i analiza rezultata

Na temelju rezultata analize rada programske i sklopovske opreme, konzultacija s proizvođačima i dobavljačima, prikupljenih certifikata i drugih relevantnih podataka može se konstatirati sljedeće:

a) **NDC Zagreb** - Zahtijeva se provedba detaljnog testiranja. Jedan dio ispitivanja je već proveden (travanj 1999.) ali prije konačne ocjene potrebno je provesti još neka ispitivanja. Glavni problem predstavlja programska podrška koja je isporučena davne 1981. godine od francuske tvrtke OFRED koju su kasnije samostalno održavali djelatnici HEP-a. Kako se u međuvremenu navedena tvrtka ugasila nismo u mogućnosti dobiti mišljenje proizvođača, nego se sva ispitivanja moraju provesti na živom sustavu što predstavlja dodatnu otežavajuću okolnost. Za ostale funkcije ugrađene u NDC Zagreb, kao npr. automatska regulacija sekundarne snage i frekvencije, programi za rad u proširenom realnom vremenu, prognoza potrošnje, vozni red, dispečerska izvješća provedena su ispitivanja, identificirani kritični moduli i u tijeku je njihova izmjena.
b) **Procesni sustavi SCADA** - podrazumijevaju programske sustave PROZA 11 D/R i dijelom PROZA R/F (u distribucijskim centrima) koje je isporučio Končar. Skopovska platforma, računala PDP 11, je usklađena za prijelaz u 2000. godinu, dok se operacijski sustav i aplikativna programska podrška mogu uskladiti sa zahtjevima prijelaza u 2000. godinu. Izuzetak su u ovoj kategoriji objekti u kojima se koriste računala 486, odnosno specifičan slučaj HE Gojak gdje se još uvijek koristi računalo PDP 8, koja se ne mogu uskladiti za prijelaz u 2000. godinu. U HE Gojak trebat će zamijeniti cijeli sustav, dok za PC-ove razina inkopatibilnosti (poglavito BIOS-a) definira očekivano ponašanje računala te posljedično mogućnost daljnjeg korištenja ili nužnost njegove zamjene. Također se u pojedinim slučajevima događa da, zbog podizanja revizije programskog sustava, dolazi do toga da novi sustav nije moguće implementirati na postojeći hardver. Na taj način dio strojeva, koji inače nemaju problema s Y2K prijelazom, također postaju neupotrebljivi i zahtijeva se njihova zamjena. Ulaganja pak u ovakve zamjene ne rješavaju isključivo Y2K problematiku nego i podižu funkcionalnost cjelokupnog sustava.
c) **Pisači i terminali** - Generalna ocjena za sve pisače i terminale je da se na njih problem Y2K ne odnosi.
d) **Upravljačka mjesta** - zastupljena su u raznim izvedbama. Uglavnom su inicijalno isporučena upravljačka mjesta zamijenjena PC izvedbom i programskom podrškom "Semul", odnosno Semul-Win". Problem Y2K se ne odnosi na navedena upravljačka mjesta uz ogradu da dio PC računala koja se koriste za tu namjenu nije usklađen za prijelaz u 2000. godinu.
e) **Oprema DS 8 u centrima** - nema funkcije koje ovise o datumu, te se usklađenost prijelaza u 2000. godinu na njih ne odnosi.

f) **Daljinske stanice** - Ispitivanjima su bile obuhvaćene samo daljinske stanice tipa DS 801, 802, 803, 2000 kronološki registratori događaja AR-1 i AR-2, te programabilni kontroleri PLC 700. Navedeni uređaji su usklađeni za prijelaz u 2000. godinu ili se pak na jedan njihov dio ova usklađenost niti ne odnosi. Činjenica da u razmjeni s nadređenim SCADA računalima ovi uređaji koriste godinu u formatu "YY" traži da se na razini procesnog sustava mora osigurati korektna interpretacija ovakvog podatka.

g) **Lokalni sustavi nadzora i upravljanja u elektroenergetskim objektima** - U ovu kategoriju spadaju lokalni sustavi nadzora i upravljanja koji su u raznim inačicama instalirani u elektroenergetskim objektima a isporučila ih je tvrtka Končar. Oprema na razini polja (releji serije SPA - ABB, releji serije K - GEC, releji 7SJ531 - Siemens) je usklađena za prijelaz u 2000 godinu. Utvrđena je nekompatibilnost s problemom Y2K postojeće verzije operacijskog sustava QNX i samog programskog sustava PROZA R/F. U fazi ispitivanja je programski sustav PROCON View.

h) **Oprema programskog sustava PROZA OPEN** - identificirane su neusklađenosti s problemom Y2K u aplikaciji za komunikacijski server, aplikaciji - osnovne funkcije kao i operacijskom sustavu Netware.

i) **Oprema besprekidnog napajanja** - Na opremu besprekidnog napajanja instaliranu u dispečerskim centrima problem Y2K se ne odnosi.

j) **PC oprema u procesnom upravljanju** - podrazumijeva razne tipove konvertora protokola i kod njih nije identificiran problem usklađenosti s godinom 2000.

k) **Modemi** - koji se koriste za potrebe procesne informatike nemaju funkciju koje ovise o datumu pa se podobnost prijelaza u 2000. godinu na njih ne odnosi.

l) **Oprema za sinkronizaciju i prihvat signala točnog vremena** - Na jednom dijelu opreme, koja je vremenski prva isporučena, za vremensku sinkronizaciju i prihvat signala točnog vremena su već provedene modifikacije, dok je ostala oprema kasnijeg datuma ugradnje već tvornički usklađena s problemom Y2K. Podatak o godini je u formatu "YY" pa se na razini procesnog sustava mora osigurati njegova korektna interpretacija.

m) **Oprema nadzora i upravljanja od drugih proizvođača** - U elektroenergetskim objektima Direkcije za upravljanje i prijenos ugrađena je sekundarna oprema i drugih proizvođača, ne samo Končar. Provjera je pokazala da su sustavi LSA Siemens, Microscada ABB u potpunosti usklađeni s problemom Y2K, kako na razini objekta tako i na razini polja.

n) **Instrumentarij za održavanje** - Instrumentarij za održavanje opreme procesne informatike uključuje razne programske alate za dijagnosticiranje kvarova, parametriranje i ispitivanje. Sva ispitna oprema je u potpunosti kompatibilna s problemom Y2K.

o) **Automatika i mjerna oprema u elektranama** - Podaci koji se odnose na automatiku i mjernu opremu temelje se samo na podacima iz godišnjeg ugovora o održavanju firme Končar KET i ne predstavljaju potpuni uvid i skup ugrađene opreme u elektranama. Osnovno obilježje ove opreme je relativno velika starost i jednostavnija tehnološka rješenja primjerena vremenu ugradnje i tadašnjim zahtjevima na automatizaciju elektrana. Zbog toga je tijekom analize utvrđeno da ti proizvodi (npr. JAL, EAVA, UPK, termoslika, mjerni pretvornici, termički nadzor agregata i sl.) nemaju funkcije koje ovise o datumu pa se podobnost za prijelaz u 2000. godinu na njih ne odnosi. Izuzetak čine sustavi PRO Master - ABB čije je ispitivanje u tijeku.

4.3. Prijedlog sanacije problema Y2K

Sljedeći korak nakon identifikacije problema je njegovo rješavanje i tvorničko ispitivanje. Sanaciji problema Y2K pristupa se ovisno o prioritetu i značenju opreme u sustavu procesne informatike, te značenju očekivanim posljedicama na rad i stabilnost cjelokupnog elektroenergetskog sustava. Očito da i u ovom slučaju prioritet ima oprema u elektranama, EMS kao vitalni dio za vođenje sustava, telekomunikacije, lokalni sustavi nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja u transformatorskim stanicama i rasklopištima prijenosne mreže, oprema procesne informatike u distribuciji.

4.4. Provedba sanacije i završna testiranja

Provedba sanacije mora se obaviti prije pojave kritičnih datuma kako bi se uživo provjerila kvaliteta obavljenih radova i uspješnost sanacije.

4.5. Organizacija eksploatacije elektroenergetskog sustava - sigurnosne mjere koje se namjeravaju poduzeti u svezi s problematikom Y2K (contingency plan)

Unatoč svim poduzetim aktivnostima na otklanjanju Y2K problema uvijek postoji izvjesna vjerojatnost da zbog nekog neidentificiranog problema dođe do zastoja ili neispravnog rada opreme koja je u funkciji vođenja elektroenergetskog sustava, odnosno objekata lokalno. Zbog toga je potrebno izraditi plan eksploatacije elektroenergetskog sustava i prijedlog mjera za slučaj nepredvidivih događaja, kako se unatoč eventualne pojave smetnji u radu opreme sustava procesne informatike i telekomunikacijske opreme ne bi narušila sigurnost i stabilnost elektroenergetskog sustava. S tom svrhom preporuča se elektroprivrednim organizacijama izrada programa aktivnosti kojima je cilj održati stabilnost energetskog sustava i sigurnost napajanja unatoč ispadima ili neočekivanim manifestacijama na opremi procesne informatike, telekomu-

nikacija, lokalnog sustava nadzora, zaštite, upravljanja i regulacije u objektima. Izrada contingency plana podrazumijeva sljedeće:

- identificirati/prepoznati rizik eksploatacije sustava zbog pojave Y2K buga
- provesti analizu i scenarij pojave Y2K buga
- razviti strategiju "risk management"-a
- provesti osnovne pripreme
- razraditi vozni red tijekom trajanja Y2K perioda
- primijeniti pogonske upute za eksploataciju sustava tijekom perioda osjetljivog na Y2K bug.

5. ZAKLJUČAK

Ovisno o zahvaćenosti opreme problemom prijelaza u 2000. godinu moguće je očekivati niz problema u svim segmentima društva, to većim što je viši stupanj automatiziranosti neke zajednice. Stoga su najbogatija društva problem "Millenium Buga" postavili među svoje najviše prioritete i adekvatno mu pristupili uz angažiranje enormnih sredstava i ljudskih potencijala. U zapadnim tržišnim ekonomijama vidljiva je komercijalizacija ovog problema uz sve prateće marketinške pojave. Teško je stoga razlučiti stvarnu zahvaćenost opreme od možebitnog predimenzioniranja problema. Iz tog razloga je u HEP-u pravodobno poduzet niz akcija radi korektne i kritičke procjene zahvaćenosti pojedinih segmenata opreme u HEP-u kao i opseg potrebnih zahvata. Opseg radova kojih je realizacija u tijeku je takav da omogućuje otklanjanje problema, a time i sprječavanje neželjenih posljedica na posredno ili neposredno zahvaćenoj opremi. Također su sagledani i dodatni postupci za slučaj prikrivenih pogrešaka u samim sustavima ili drugim međuzavisnim cjelinama.

LITERATURA

[1] Elaborat: "Identifikacija problema Y2K na opremi procesne informatike HEP-a" travanj 1999.

[2] North American Electric Reliability Council: "Preparing the Electric Power Systems of North America for Transition to the Year 2000." January 1999

[3] K. RAGALLER: "The year 2000 threat to the electrical grid", ABB Review 1/99

[4] K. RAGALLER: "Y2K readiness through close partnership with process control users", ABB Review 6/98

[5] P. A. DALY: "Guidelines for Electric Cooperatives to Confront Year 2000 Problems in Embedded Systems", Transmission & Distribution Engineering Committee, September 1998.

PROBLEMS OF ENTERING YEAR 2000 WITH THE PROCESS CONTROL EQUIPMENT OF "HEP"

There is a real danger of a complete cancellation or serious function losses of the computer systems because of their susceptibility to the so-called "Millennium Bug".

The structure and the software equipment of the process control systems as well as certain exterior interdependent functional entities (communication or supply system) can when working improperly endanger the Remote Control System's operation. As this may affect the operation of the whole electric power system, the problem should be approached seriously. The paper identifies possible influence on certain equipment categories as well as the volume and nature of the necessary corrective actions.

FRAGEN DES ÜBERGANGES IN DAS JAHR 2000 IM BEREICH DER PROZESSTEUERUNG DER KROATISCHEN ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT

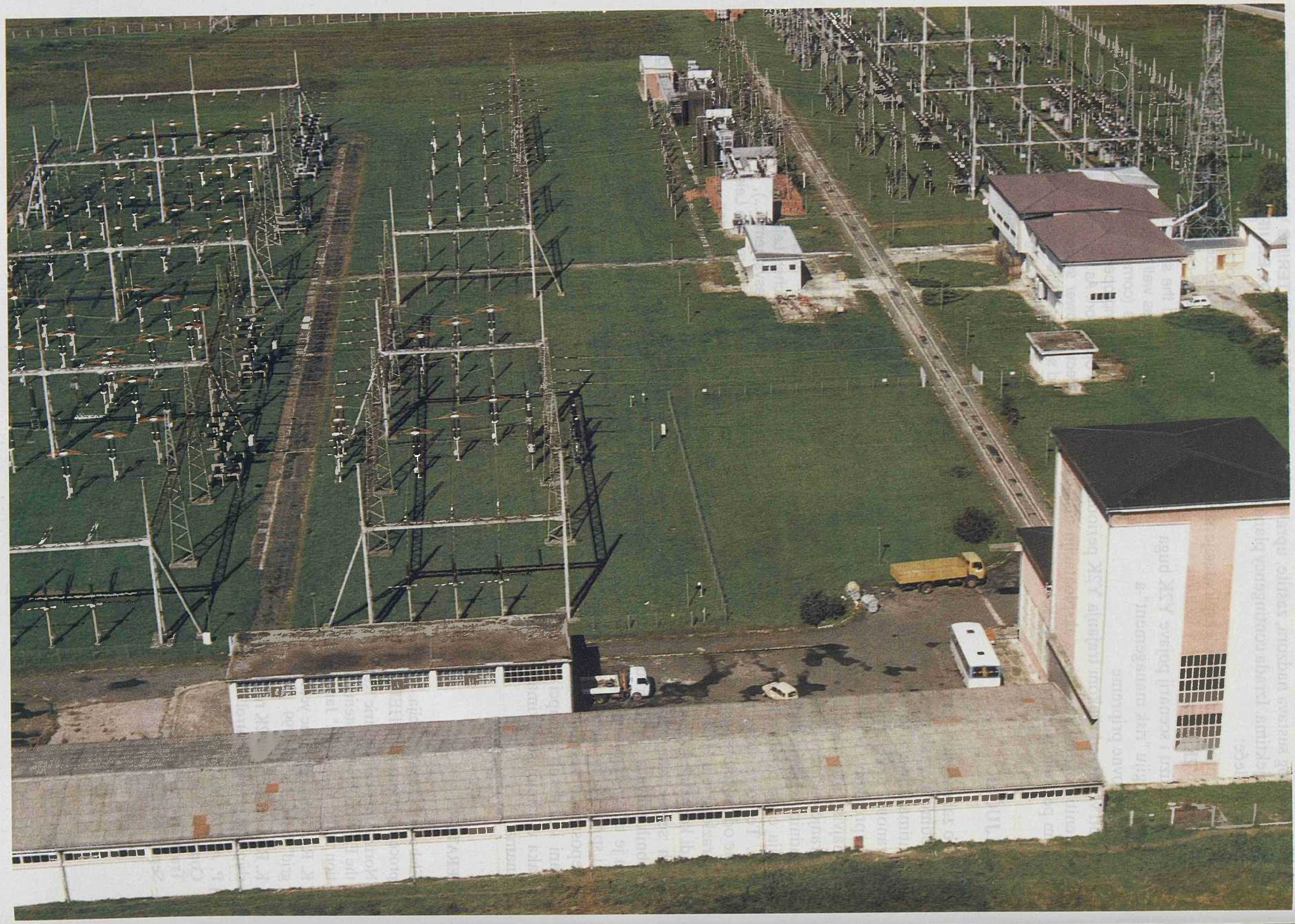
Es besteht eine wirkliche Gefahr des Versagens oder des ernsteren Leistungsverlustes der Prozessteuerungs- systeme wegen deren Empfindlichkeit auf den sog. Jahrtausendfehler ("Milenium bug"). Die Ausrüstung von Bauteilen und von Programmbearbeitung des Prozessteuerungssystems, als auch eine Reihe untereinender abhängiger äusserlicher Leistungseinheiten (Fernmeldesysthem, Einspeisesysthem.....), können durch ihr mangelhaftes Funktionieren die Leistung des Systems der Prozesfernsteuerung gefährden. Folgenämssig könnte dies den Tätigkeitsablauf des gesammten Stromversorgungssystems negativ beeinflussen; deshalb verlangt die Kroatische Elektrizitätswirtschaft eine extrem sorgfältige Auseinadersetzung mit diesen Fragen. Im Artikel ist der mögliche Einfluss dieser Fragen auf einzelne Gesammtheiten / Kategorien, sowie der Umfang und die Art der notwendigen zurechtweisenden Unterfangen erkannt worden.

Naslov pisaca:

Mr. sc. Neven Baranović, dipl. ing.
HEP, Služba za procesnu informatiku
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

mr. sc. Nikica Vuletić, dipl. ing.
Končar KET
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-11-02.



PLANIRANJE RADA ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA S "NPE" ELEKTRANOM

Mr. sc. Ivica T o l j a n – mr. sc. Ranko G o i ć – Marko L o v r i ć, Split

UDK 621.31:621.311.25.005
PREGLEDNI ČLANAK

Svaki elektroenergetski sustav je poseban i rijetko bi se na svijetu moglo pronaći dva identična. Razlike su kako u samoj strukturi proizvodnje, korištenju primarnih energenata, tako i u vlasništvu, organizaciji, informatičkoj tehnologiji. Funkcija cilja prilikom planiranja i upravljanja je uglavnom svugdje jednaka; traži se optimum (računanje ekstrema funkcije) koji definira minimalne troškove. Izabrana metodologija i organizacija eksploatacije determinira efikasnost upravljanja u svakom elektroenergetskom sustavu.

Implementacija NPE ("neovisni proizvođač energije") elektrana, zbog svojih ugovornih obveza, može negativno djelovati na optimizaciju rada elektroenergetskog sustava. Osnovni problem je obveza "preuzmi ili plati" (eng. "take or pay") koja definira obvezatni dispečing elektrane bez obzira na trenutnu neekonomičnost. Upravo je to najteži i najizazovniji dio pregovora između kupca i NPE-a ("ugovor o kupnji energije - UOKE"). Mora se naglasiti da je ta obveza puno stroža i teža kod plinskih elektrana, nego kod elektrana na ugljen. To je zato jer se ugljen može uskladištiti i time izbjeći obvezno dispečiranje u nepovoljnom trenutku, dok je s plinom situacija bitno drugačija. Plin se mora potrošiti ili ako se i ne potroši mora se platiti. Uskladištenje uglavnom nije komercijalno povoljno. Dodatni problem je i obvezatna mjesečna dinamika potrošnje plina jer plin nema istu cijenu zimi i ljeti, pa se u ugovoru obvezuje od strane kupca kvartalna potrošnja plina, odnosno proizvodnja elektrane, koja onda štiti prodavatelja da neće morati nabavljati (trošiti) plin u skupljim tarifama za vrijeme zimske sezone.

Ključne riječi: planiranje, elektroenergetski sustav, NPE, UOKE, "preuzmi ili plati".

1. UVOD

Promjene u organizaciji, vlasništvu, energetsko-ekonomskoj funkciji energetskog, a poglavito elektroenergetskog sektora su u cijelom svijetu postale konstanta. Osnovni pokretač svih procesa je smanjivanje troškova proizvodnje, prijenosa, upravljanja i distribucije energije. Najveći rezultati se postižu u domeni gradnje novih kapaciteta za proizvodnju električne energije (elektrana). Sve više se otvara prostor privatnom kapitalu i omogućavaju gradnje privatnih elektrana koje nakon toga u elektroenergetskom sustavu imaju tretman ili status neovisnih proizvođača električne energije (eng. independent power producer- IPP). Način, uvjeti za rad i komercijalna metodologija egzistiranja u određenom vremenskom razdoblju definiraju se čitavim nizom ugovora koji se sjedinjuju u kompleksom ugovoru o kupnji električne energije (eng. power purchase agreement - PPA) koji se sklapa između NPE i kupca.

Energetsko - ekonomska analiza rada i dispečiranja nove NPE elektrane je vrlo zahtjevan posao. Temelj kvalitetnih i zadovoljavajućih rezultata je velika količina pripremljenih ulaznih podataka. Uglavnom se upotrebljavaju "analiza dobiti" (eng. cost benefit analysas) i "analiza djelotvornosti" (eng. cost effective analysas). Analiza troškova i dobiti je povezana sa različitim tijekovima akcija koje su dizajnirane pri identificiraju mogućnosti koje daju maksimalnu dobit, odnosno pružaju minimalne troškove. Analiza djelotvornosti je analiza različitih akcija u tijeku čiji cilj je identificirati alternativu koja daje maksimalnu djelotvornost za određni iznos troškova, ili alternativu koja minimalizira troškove dostizanja ugovorenog nivoa efikasnosti. Matematički formulirano radi se o rješavanju problema traženja ekstrema funkcija (min. ili max.) pomoću Lagrange-ovih jednadžbi.

Metodologija korištena u analizama je deduktivnog tipa gdje se kreće od mogućeg scenarija (referentnog) ukupne godišnje potrošnje za promatranu godinu ulaska elektrane u elektroenergetski sustav od raščlambe ekonomskog dispečinga svih raspoloživih elektrana na dnevnoj srednjosatnoj razini. Dobiveni rezultati se nastavljaju korigirati na dnevnoj razini različitom kombinacijom proizvodnje, ovisno o obvezama iz ugovora "uzmi ili plati", završavajući do godišnje potrošnje i time ima elemente "od dna do vrha" metodologije (eng. bottom - up metodology).

Odluka o gradnji novih kapaciteta mora biti donešena na temelju studioznih energetsko - ekonomskih analiza. Evolucija vrlo dinamičnih promjena u energetskom sektoru rezultirala je i zahtjevom za obra-

zovanjem i stvaranjem eksperata za pitanja koja povezuju energetiku, ekonomiju i organizaciju. U razvijenim zemljama to su vrlo poznate i priznate profesije; energetski ekonomist (eng. the energy economist).

Temelj pravilne odluke za izgradnju novog kapaciteta u elektroenergetskom sustavu je energetska simulacija povećanja potreba za novim kapacitetima koji se realiziraju na različite načine, ovisno o matematičkom modelu, razina upotrijebljene informatičke tehnologije kao i kvaliteta ulaznih podataka. U procesu planiranja razvoja elektroenergetskog sustava dominantni faktor je iskustvo planera, stoga je potrebno da to rade stručnjaci koji imaju razvijen osjećaj (na temelju dulje prakse) za redove veličina. Cilj je referata u kratkim koracima prikazati izračun planiranja rada NPE u elektroenergetskom sustavu te na temelju svih ulaznih elemenata odrediti godišnju krivulju trajanja opterećenja.

2. "NEOVISNI PROIZVOĐAČ ELEKTRIČNE ENERGIJE I UGOVOR "PREUZMI ILI PLATI"

2.1. "Neovisni proizvođač električne energije"

Neovisni proizvođači električne energije su rezultat tendencije privatizacije elektroprivrednih poduzeća koja su imala karakteristike monoplne proizvodnje. Svugdje gdje su se u svijetu pojavili NPE došlo je do značajnih promjena u elektroenergetskom sektoru, ubrzali su se procesi restrukturiranja i privatizacije. Daljnji korak je uspostava tržišta električne energije i time povećanja efikasnosti nacionalnog gospodarstva.

NPE su alternativni odgovor na dosadašnji način investiranja u nove kapacitete. Angažiranje privatnog, a ne državnog kapitala, stvara uvjete za sve snažnijom konkurencijom i time bitno pomaže gospodarskom cilju održivog razvitka za koji se bore gotovo sve zemlje. Sve navedeno su bili i motivi prigodom odluke o pokretanju projekta NPE u Hrvatskoj. Samo jedan NPE narušava monopolni položaj HEP-a, ali samo do stanja oligopola, a daljnje promjene koje su utemeljene "Strategijom energetskog razvitka Republike Hrvatske" će vjerojatno tek otvoriti prostor novom NPE i procesu liberalizacije elektroenergetskog tržišta.

Hrvatska elektroprivreda je implementacijom nekoliko malih hidroelektrana već *de facto* uvrstila u svoj elektroenergetski sustav neovisne proizvođače električne energije. No, kako se radi o malim proizvođačima (do 5 MW instalirane snage) njihov je status poseban i nije usporediv (osim domene investiranja) sa našim prvim NPE Jertovcem koji ima službeni naziv KB3 Jertovec. Jedno od najvažnijih pitanja, otkupna cijena proizvedene električne energije, je pojednostavljeno ugovorena i definirana je u odnosu na prosječnu prodajnu cijenu električne energije u hrvatskom elektroenergetskom sustavu (75% prosječne prodajne cijene za objekte snage do 500 kW odnosno 65% prosječne prodajne cijene za objekte snage preko 500 kW). Početkom svakog novog energetskog kapaciteta je određivanje veličine izgradnje.

Veličina izgradnje novog kapaciteta se određuje na temelju:

- iskazanih potreba za snagom i energijom u elektroenergetskom sustavu
- blizina potrošnje (eng. consumption; to je podrijetlo našeg čestog izraza konzum)
- dinamičke i statičke stabilnosti elektroenergetskog sustava
- prijenosnih mogućnosti
- mogućnosti dobave goriva.

Po navedenim kriterijima zaključeno je da je u blizini već postojeće elektrane Jertovec (općina Konjščina) podesno napraviti prvi NPE u Hrvatskoj, a veličina izgradnje bi trebala biti 240 MW.

2.2. Ugovor o kupnji energije i "preuzmi ili plati" (eng. take or pay) obveza

Egzistencija NPE je definirana između vlasnika i kupca posebnim ugovorom koji je predmet dugih, "teških" i vrlo iscrpljujućih pregovaranja. To je stoga jer i najmanja sitnica o kojoj se nije vodilo računa kasnije može djelovati negativno na financijski tijek samog projekta (eng. cash flow), na dobit, odnosno gubitak za vlasnika, ali i na cijenu koju plaća kupac. Vrlo često se može čuti slikovit prijevod (eng. take or pay) "puno za prazno" što nije netočno, ali je u inženjerskoj terminologiji prihvatljivije i preciznije "uzmi ili plati" ili još točnije "preuzmi ili plati". Originalno na engleskom je to skraćenica nastala od ugovorne skraćenice "take or not, always pay" koju su još skratili na "take or pay", a koja znači preuzeo ili ne, uvijek plati. To je izraz koji se rabi u poslovnom svijetu i nije poseban samo za energetski sektor, npr. u sektoru ugostiteljstva mogu se zakupiti hotelski kapaciteti koji se tada moraju platiti bez obzira jesu li gosti popunili zakupljene kapacitete, i to je rizik onog koji zakupljuje.

U našem slučaju KB3 Jertovec skraćenica "preuzmi ili plati" odnosi se na količinu plina (količinu plina određuje vrijeme rada elektrane i time proizvedenu energiju), koja će se u ugovoru definirati, i ona će odrediti kolika je naša "preuzmi ili plati" obveza, odnosno rizik. Rješenje navedenog problema je simulacija rada hrvatskog elektroenergetskog sustava varijantnom analizom utjecajnih parametara. Ugovorom o kupnji električne energije od kupca se zahtijeva da plaća mjesečnu tarifu za raspoloživi kapacitet i isporučenu energiju od strane NPE. Uglavnom u svim ugovorima je pristup "dvodjelna" tarifa, podijeljena na komponente kapaciteta (capacity charge) i energije (energy charge).

Naplata za raspoloživi kapacitet pokriva troškove koje bismo mogli poistovjetiti sa fiksnim troškovima. Fiksni troškovi pogona i održavanja, administrativni troškovi, financijski troškovi porezi, povrat od vlastitog kapitala, može biti i uključena fiksna komponenta troškova transporta goriva.

Troškovi energije (varijabilni troškovi) se pojavljuju samo ako je elektrana dispečirana od strane kupca, dok se fiksni troškovi naplaćuju ako je kapacitet raspoloživ. Tako vidimo da raspoloživost igra vrlo važnu ulogu u obračunu cijene i time nameće osoblju elektrane veliku budnost i oprez prigodom rada elektrane, jer se svaki neplanirani ispad naplaćuje i stvara veliki gubitak vlasniku elektrane. Neusporedivo sa elektranama u državnom vlasništvu, gdje je računanje raspoloživosti u domeni statističkog praćenja pogona elektrane. Kada imamo klauzulu "preuzmi ili plati" dio cijene za energiju mora se platiti bez obzira je li elektrana dispečirana. To je dodatno ograničenje prigodom planiranja rada NPE koje može narušiti optimizaciju.

3. METODOLOGIJA PRORAČUNA

Za potrebe ugovaranja režima rada, te mjesečnih i godišnjih faktora angažiranja, odnosno potrošnje goriva KB3 Jertovec 240 MW, potrebno je definirati osnovne energetsko-ekonomske pokazatelje rada na osnovu zahtjeva EES-a, dobivenih na osnovi analize uklapanja u dnevne dijagrame potrošnje. Takva analiza, na osnovi optimalnog dnevnog dispečiranja svih elektrana u sustavu odgovarajućim metodama redosljeda angažiranja elektrana (engl. unit commitment) i raspodjele snage među angažiranim elektranama (ekonomski dispečing) (engl. economic dispaching), treba dati osnovne parametre rada nove termoelektrane na dnevnom nivou, te odgovarajuće parametre na mjesečnom i godišnjem nivou, pomoću kojih se može sagledati budući režim rada i ukupan položaj termoelektrana unutar EES-a Hrvatske. Osnovni cilj proračuna je određivanje krivulje trajanja opterećenja i ostalih energetsko-ekonomskih pokazatelja rada NPE elektrane u pretpostavljenoj godini ulaska u pogon, s hidrološkom neizvjesnošću i cijenama goriva za termoelektrane kao glavnim varijabilnim faktorima.

Simulacija rada KB3 Jertovec počinje od definiranja potrošnje u EES-u Hrvatske, za što se uzima scenarij razvoja ukupne potrošnje električne energije i maksimalno opterećenje za pretpostavljenu godinu ulaska u pogon (2003.) napravljen u sklopu "Master plana" (razvoj hrvatskog elektroenergetskog sustava). Analiza je moguća i za dva ekstremna slučaja razvoja potrošnje - niži i supervisok, čime se može dobiti bolji pregled osjetljivosti rezultata proračuna s obzirom na nesigurnost predviđene potrošnje. Rezultati za 1997. i 1998. pokazuju da je referentni scenarij (sl. 1.) najrealniji, te se kao takav uzima u proračunu.

Godina	Referantni scenarij		Ostvarenje	
	*W*uk	*P*max	*W*uk	*P*max
	TWh	MW	TWh	MW
1997.	13.0	2391	12,8	2417
1998.	13.7	2513	13,4	2585
1999.	14.4	2636		
2000.	15.1	2758		
2001.	15.6	2841		
2002.	16.1	2923		
2003.	16.7	3006		

Slika 1. Referentni scenarij razvoja potrošnje električne energije u Hrvatskoj
(Izvor: "Master plan" Energetski institut "Hrvoje Požar")

Nakon izračuna postotnog povećanja potrošnje u odnosu na prethodnu godinu (sve do 2003., a može se vremenski interval i mijenjati) prelazi se na dnevne dijagrame potrošnje koji su ostvareni u zadnjoj godini prije proračuna, a koji se uvećavaju za prethodno izračunato postotno povećanje ukupne potrošnje.

S obzirom da je hidrologija najbitniji, ali i najnesigurniji parametar koji uvjetuje rad EES-a Hrvatske, analiza se radi s različitim hidrološkim varijantama.

Minimalni broj varijanti koje treba uzeti u proračun su varijante sa suhom hidrologijom (vjerojatnost pojave 90% ili više), vrlo vlažna hidrologija (vjerojatnost pojave 15% ili manje), te hidrologija sa 70%-tnom vjerojatnošću koja se obično uzima u bilančnim analizama.

U okviru proračuna za jednu promatranu hidrologiju, za svaki mjesec u godini radi se simulacija rada EES-a Hrvatske na dnevnoj razini za radni, odnosno neradni dan. Množeći dobivene rezultate s brojem radnih i neradnih dana u mjesecu, dobiju se odgovarajući parametri rada promatrane elektrane (dnevni dijagrami opterećenja i proizvodnja termoelektrana, potrošak goriva, troškovi za gorivo, specifični troškovi za gorivo, faktor angažiranja, ekvivalentni broj sati rada s maksimalnim opterećenjem, krivulja trajanja opterećenja) i EES-a u cjelini (proizvodnja svih elektrana po tipovima, faktor angažiranja elektrana, troškovi goriva za termoelektrane, specifični troškovi rada termoelektrana, stanja akumulacijskih bazena, itd.) za promatrani mjesec. Kompletni postupak može se napraviti u različitim varijantama s obzirom na raspoloživost bitnih termoelektrana, cijena goriva i sl.

Za svođenje rezultata proračuna na godišnji nivo, koriste se izračunate mjesečne vrijednosti. Iz očekivanih rezultata na godišnjem nivou proizlazi i ukupna vodna bilanca za koju je prije izvršenih proračuna predviđeno da ispuni tri osnovna uvjeta:

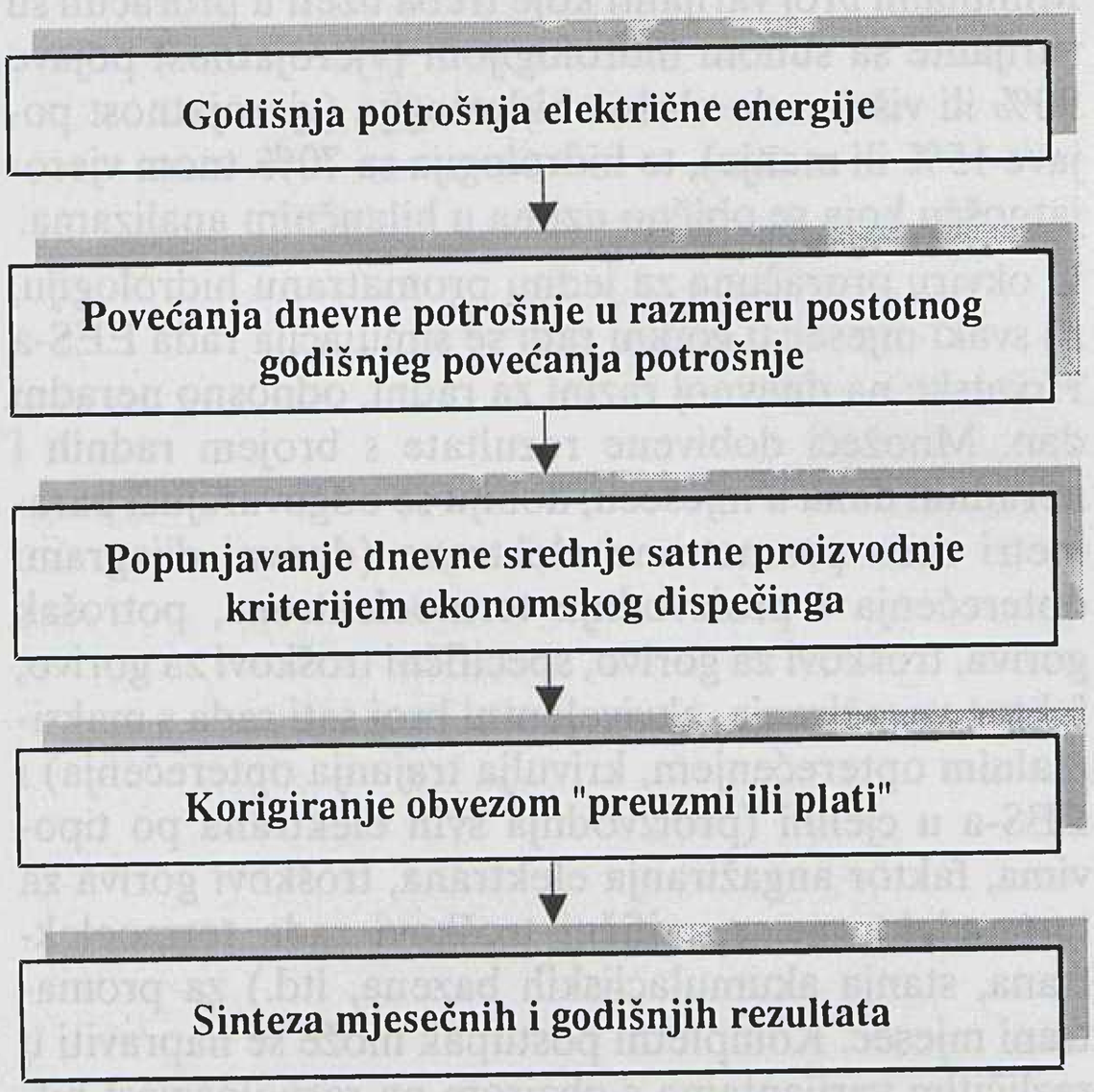
- godišnja proizvodnja hidroelektrana mora rezultirati proizvodnjom pretpostavljene hidrologije,

- stanje u akumulacijama za 70%-tnu hidrologiju mora se približno poklapati s predviđenim poželjnim stanjima,
- ukupni energetski sadržaj na kraju godine mora biti jednak onome na početku.

Ovakvi zahtjevi traže dodatne iterativne proračune kako bi se simulirane varijante korištenja akumulacija što bolje približile realnoj situaciji.

Za angažiranje termoelektrana treba posebno izdvojiti dispečiranje toplana koje se angažiraju prema toplinskom konzumu, te uvažiti predviđene termine remonta svih termoelektrana. Uvažavanje i utjecaj eventualnih neplaniranih ispada termoelektrana moguće je obuhvatiti odgovarajućom simulacijom ispada uz zadane faktore raspoloživosti.

Proračuni na dnevnom nivou, na osnovi kojih se radi sinteza odgovarajućih rezultata na mjesečnom, odnosno godišnjem nivou izvode se pomoću programskog sustava za dnevno planiranje rada EES-a Hrvatske, uvažavajući sva bitna ograničenja, uvjete i operativne principe u realnom dispečingu EES-a Hrvatske. Raspodjela snage među angažiranim termoelektranama vrši se po principu ekonomskog dispečinga, tj. radi se na način da se osigura minimalni potrošak goriva. Pri tome se uvažava obvezatna proizvodnja NPE glede obveze potrošnje dogovorene količine plina. Na slici br. 2. prikazan je shematski prikaz navedenog postupka.



Slika 2. Dijagram tijeka izračuna planiranja rada ees sa NPE

4. ZAKLJUČAK

Promjenama u energetskom sektoru i planiranje rada elektroenergetskog sustava zahtijeva drugačiji pristup. On proizlazi iz sve većeg zahtjeva za boljom optimizacijom koju omogućava napredak u informatičkoj tehnologiji. Pojava neovisnih proizvođača električne energije traži vrlo detaljne analize zbog ugovornih obveza koje definiraju rad takvih novih kapaciteta. Izračun vjerojatnog vremena rada, a time i proizvedene količine energije spada u najzahtjevnije probleme koji se trebaju riješiti prilikom analize moguće implemetacije. Problem je poglavito složen stoga jer je svaki elektroenergetski sustav poseban za sebe i samo eksperti koji se profesionalno bave upravljanjem pojedinog sustava mogu kvalitetno pronaći rješenja navedenog problema. U svjetskoj stručnoj praksi postoji više modela i načina na koji se mogu rješavati problemi planiranja sa NPE. Ovaj model prilagođen hrvatskom elektroenergetskom sustavu i za očekivati je da će usvajanjem bolje informatičke tehnologije i organizcije elektroenergetskog sektora doći do poboljšanja rada procesa planiranja. Implementacijom NPE u hrvatski elektroprivredi sustav i metodologija godišnje elektroenergetske bilance će doživjeti značajne promjene. U Hrvatskoj već postoje određeni razvojni softverski alati razvijeni sa ciljem računanja redoslijeda angažiranja i ekonomskog dispečinga [2] [3] a time i dugoročnijeg planiranja, koji su kvalitetna osnova za razvoj hrvatske metodologije planiranja rada elektroenergetskog sustava.

LITERATURA

[1] A. J. WOOD, F. WOLLENBERG: "Power, Generation, Operation and Control", New York, USA, 1996. Second Edition

[2] GOIĆ, LOVRIĆ: "Planiranje rada hrvatskog elektroenergetskog sustava na mjesečnom i godišnjem nivou simulacijom rada na dnevnom nivou pomoću programskog sustava DPLAN"

[3] LOVRIĆ, GOIĆ: "Planiranje rada termoelektrana i utjecaj cijena goriva na njihovo angažiranje"

[4] TOLJAN: "Redoslijed angažiranja agregata i ekonomski dispečing", Cavtat, CIGRE 1998.

[5] Energetsko-ekonomska analiza rada i dispečiranja nove TE 2x285 MW na ugljen u EES-u Hrvatske, FRACTAL d.o.o. Split, studeni 1998.

ELECTRIC POWER SYSTEM PLANNING INCLUDING IPP PLANT

Each electric power system is unique and there are hardly two similar in the world. The differences include the production structure, primary energy sources, ownership, organisation and information technology. The goal function during planning and control is almost always the same, an optimum defining minimum costs is searched for (calculation of the function extreme). The technology choice and organisation of exploitation determine the control efficiency of each individual electric power system.

Implementation of IPP (Independent Power Producer) plants, owing to their agreement obligations, can have a negative effect on the electric power system's operation optimisation. The basic problem is the "take or pay" obligation,

which defines the schedule of the plant without respect to possible non-economic operation. This is the most difficult and provocative part of the agreement between the buyer and the PPA (Power Purchase Agreement). It should be stressed that this obligation is stricter with gas-fired plants than with coal-fired plants, because coal can be stored and thus scheduling can be avoided whereas with gas the situation is completely different. Gas has to be consumed but even otherwise it has to be paid. Gas storage is mostly not commercially acceptable. An additional problem is also the obligatory monthly gas usage dynamics, i.e. plant production, which prevents the seller from buying (consuming) gas during more expensive tariffs of the winter season.

EINSATZPLANUNG EINES STROMVERSORGUNGSSYSTEMS MIT EINGESCHLOSSENEM UNABHÄNGIGEN STROMERZEUGER ("USE")

Alle Stromversorgungssysteme unterscheiden sich untereinander und selten würde man in der Welt zwei identische finden. Die Unterschiede bestehen sowohl in der Eigenart der Erzeugung und im Benutzen primärer Energieträger, als auch in den Eigentumsverhältnissen, in der Gestaltung und in der Verfahrenstechnik der Informationskunde. Bei der Einsatzplanung und beim Betreiben ist im allgemeinen der Ziel überall gleich: es wird (mittels der Extremrechnung) der Bestfall minimaler Kosten gesucht. Die Betreibensleistung jedes Stromversorgungssystems wird durch das gewählte Nutzungsverfahren und die gewählte Nutzungs- organisation bestimmt.

Der Einschluss des Kraftwerkes vom Typ "USE" (Unabhängige Stromerzeuger) kann - auf Grund seiner Vertragsverpflichtungen - auf die Optimierung des Stromversorgungssystems negativ wirken. Das Hauptproblem dabei ist die Verpflichtung "nimm auf oder zahle" (eng. "take or pay"), welche die Eingliederung des Kraftwerkes in die Lastverteilung ohne Rücksicht auf ihre augenblickliche Nichteintärglichkeit vorschreibt. Gerade das ist der schwierigste und der herausforderlichste Gegenstand des Verhandelns zwischen dem Käufer und dem unabähngigen Stromerzeuger. (Der Energiekaufvertrag - "EKV"). Es muß betont werden daß diese Verpflichtung viel härter und schwieriger bei den Gas- als bei den Kohlekraftwerken ist. Es kommt daher, daß Kohle sich Lagern und dadurch eine ungünstige Lastverteilung in der Zeitspanne vermeiden lässt, während die Lage wesentlich anders bei den Gaskraftwerken ist. Gas muss verbraucht - und wenn nicht - doch bezahlt werden. Die Lagerung der Kohle ist meistens komerziell ungünstig. Ein Zusatzproblem ist die Pflichtdynamik des monatlichen Gasverbrauchs, dh. die Stromerzeugung des Kraftwerkes, welche dann den Verkäufer schützt teuerere Preise im Winter anschaffen (verbrauchen) zu müssen.

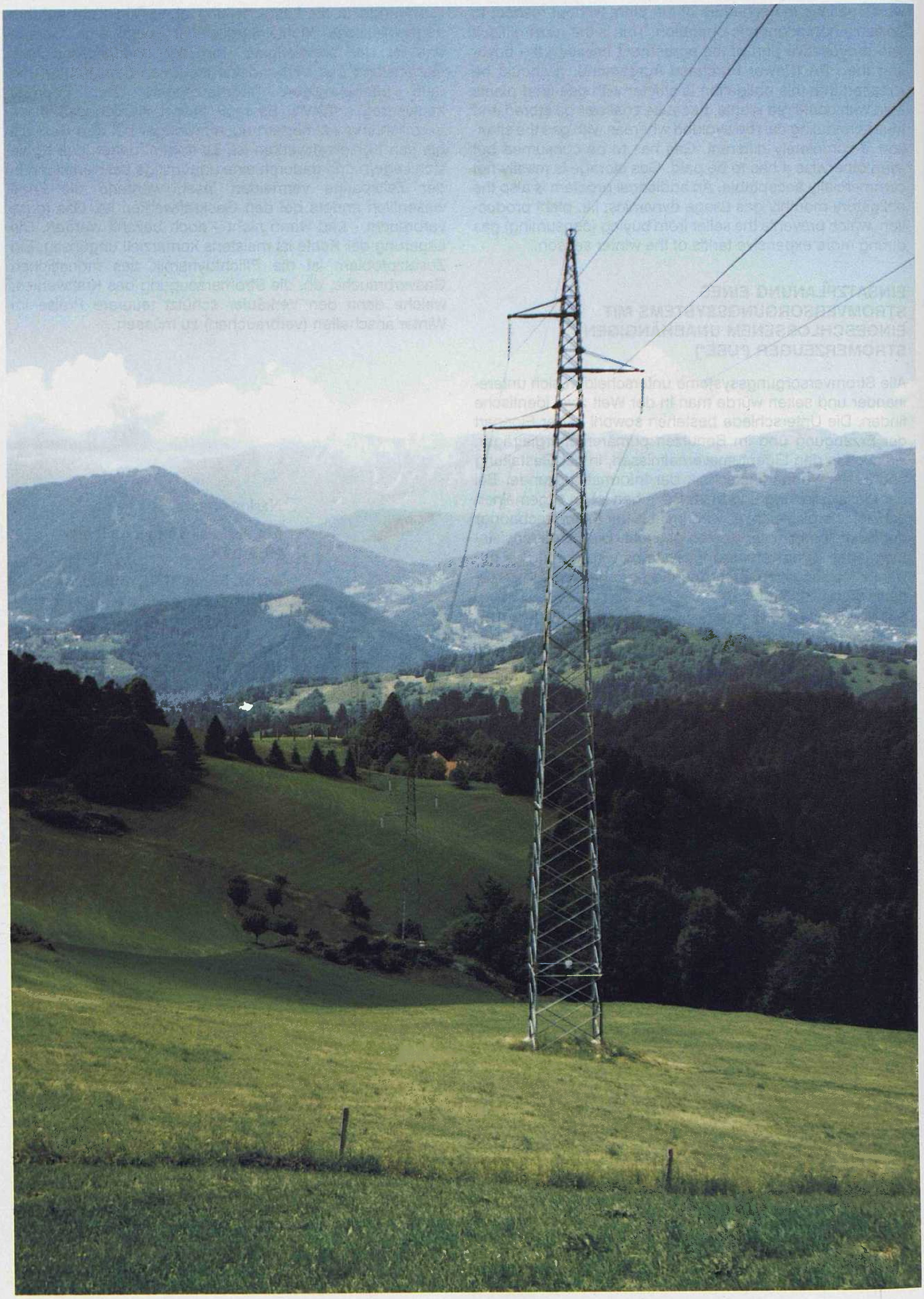
Naslov pisaca:

Mr. sc. Ivica Toljan, dipl. ing.
HEP-NDC

mr. sc. Ranko Goić, dipl. ing.
Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje - Split

Marko Lovrić, dipl. ing.
HEP, Dispečerski centar, Split

Uredništvo primilo rukopis:
1999-11-02.



ŠTO JE TO KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE?

Ivo Novaković, Zagreb – Alex McEachern, USA

UDK 658.516:621.311.1.003
STRUČNI ČLANAK

Pojam kvalitete električne energije odnosi se na mnoštvo elektromagnetskih parametara koji označavaju napon i struju u određenom vremenu i na određenoj lokaciji električne mreže. Povećanje primjene elektroničke opreme koja uzrokuje elektromagnetske smetnje, ili koja je osjetljiva na te smetnje, povećalo je interes za kvalitetu el. energije posljednjih godina. Usporedno s rastom problema u praksi, javljala se potreba da se ovaj fenomen opiše. Nažalost, u praksu je ušla razna terminologija za opis istih elektromagnetskih zbivanja. Ovaj članak pokušava objasniti različite aspekte pojma KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE.

Ključne riječi: kvaliteta električne energije, elektromagnetska komaptibilnost, monitor, analiza, norme.

1. KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE KAO DIO ELEKTROMAGNETSKE KOMPATIBILNOSTI (EMC)

Za pojašnjenje pojma kvalitete el. energije bit će korišten pristup elektromagnetske kompatibilnosti (nadalje EMC). EMC pristup usvojen je od strane međunarodne zajednice u vidu IEC normi (TC 77).

Ove norme propisuju:

a) nivo emisije elektromagnetskih smetnji (zračne i vodljive) koje oprema potrošača može generirati
b) nivo elektromagnetskih smetnji (zračene i vodljive) na koje je oprema imuna (može podnijeti bez oštećenja ili gubitka funkcija).
c) nivo elektromagnetske kompatibilnosti, koja ima funkciju omogućavanja suglasja i koherentnosti normi za emisiju i normi za imunost.

Danas se kvaliteta el. energije opisuje raznim normama, a koje definiraju kriterije nekih parametara napona i struje. Osnovni parametri mogu se podijeliti u dvije grupe:

a) Parametri stacionarne pojave:

- amplituda
- frekvencija
- spektar
- modulacija
- impedencija izvora
- dubina usjeka
- površina usjeka

b) Parametri dinamičke pojave:

- brzina rasta
- amplituda
- trajanje
- spektar
- frekvencija
- učestalost pojavljivanja
- energija
- impedancija izvora.

S navedenim parametrima može se opisati svaka elektromagnetska smetnja. Kategorije i njihov opis važni su za klasificiranje mjernih rezultata, kao i za opis elektromagnetske pojave koja može uzrokovati problem kvalitete energije.

Glavni razlog za određivanje različitih kategorija elektromagnetskih pojava je što postoje različiti načini za rješavanje problema kvalitete el. energije koje one uzrokuju. Razna rješenja su predviđena za svaku kategoriju. Vrlo je važno ispravno svrstati događaje i elektromagnetske pojave radi analize. Isto tako su različiti zahtjevi za mjerenja za pojedinu kategoriju elektromagnetskih pojava.

2. MONITORING KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Monitoring je potreban da bi se označila elektromagnetska pojava na određenoj lokaciji i na određenoj točki mreže. U nekim slučajevima je svrha monitoringa da se utvrdi nekompatibilnost između izvora el. energije i opterećenja. U drugim slučajevima se koristi da se procijeni električno okruženje na određenoj lokaciji, sa svrhom poboljšanja ili dobivanja osnovnih parametara kvalitete el. energije. Konačno, monitoring se može koristiti za predviđanje budućeg ponašanja priključene opreme.

Ciljevi monitoringa su određeni izborom opreme, metodom prikupljanja podataka, izborom mogućnosti snimanja raznih događaja u vremenu, tehnikom analize podataka, te sveukupnim nivoom koji zahtijeva jedan takav projekt. Cilj može biti jednostavan kao što je provjera stacionarne naponske regulacije, ali i kom-

pleksna analiza harmonika u struji unutar distributivne mreže. Da bi monitoring bio uspješan, dobiveni podaci moraju ispuniti ciljeve radi kojih je monitoring izvršen.

Mjerenje elektromagnetske pojave kao kvalitete električne energije uključuje parametre koji se propagiraju kroz vodiče, i to u vremenskoj i frekventnoj domeni. Faktori okoline imaju također utjecaj na opterećenje, ali se oni ne uključuju u analizu kvalitete el. energije. Ti faktori su:

temperatura
vlaga
elektromagnetske smetnje (EMI)
radio-frekventne smetnje (RFI).

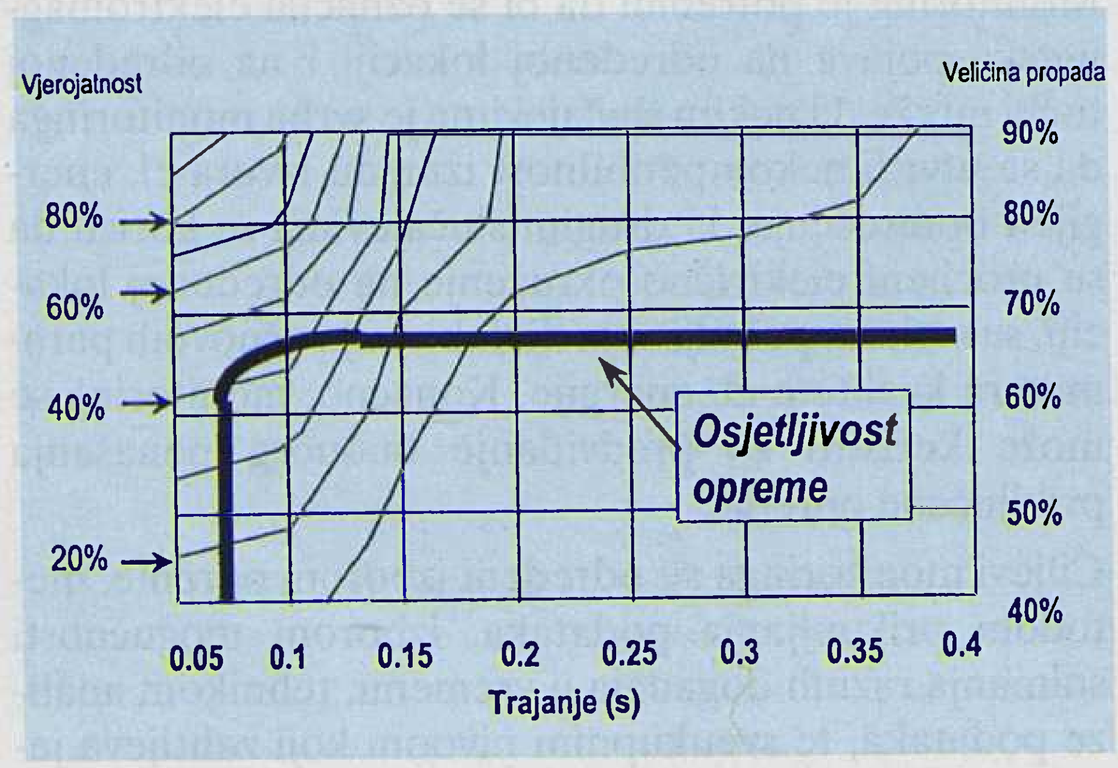
3. RAZLOZI ZA MONITORING KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Kvaliteta električne energije može se promatrati kao:

a) potreba da se definiraju parametri isporuke el. energije kao robe između distribucije i potrošača
b) potreba da se uoče, lokaliziraju i otklone problemi koji ometaju rad opreme distribucije ili potrošača.

Neki razlozi za stalan nadzor, kao što je ekonomski, nalaze se u obje gore navedene kategorije. Ovo se posebno odnosi na procesna postrojenja koja mogu biti ometena nekvalitetnom isporučenom energijom. Kako iza svega prekida proizvodnje stoje veliki gubici, nadzor znači kontrolu parametara isporučene energije, ali i sredstvo za uočavanje i lokaliziranje uočenih problema (koji mogu biti i na strani potrošača).

Specifičan razlog za monitoring je i odabir opreme koja će raditi na danoj lokaciji i u danim uvjetima kvalitete isporučene energije. To znači, ako je mjerenjem utvrđena loša kvaliteta el. energije na određenoj lokaciji da pri odabiru opreme za rad treba voditi računa da je ona dovoljno imuna i sposobna raditi u takvim uvjetima. A to je zapravo zadovoljavanje kriterija elektromagnetske kompatibilnosti EMC. Prikaz područja kompatibilnosti mreže i priključene opreme dan je na slici 1.



Slika 1.

Na slici su dane sljedeće karakteristike mreže:

- veličina propada napona
- dužina trajanja propada
- vjerojatnost da će se propad takvih karakteristika dogoditi.

S druge strane je dana osjetljivost opreme na takve karakteristike mreže kao područje unutar i izvan krivulje unutar kojega oprema može raditi.

4. NORME ZA KVALITETU ELEKTRIČNE ENERGIJE

U svijetu se primjenjuju različite norme za različite parametre elektromagnetske kompatibilnosti, pa tako i za definiranje kvalitete električne energije. Najčešće su korištene slijedeće norme:

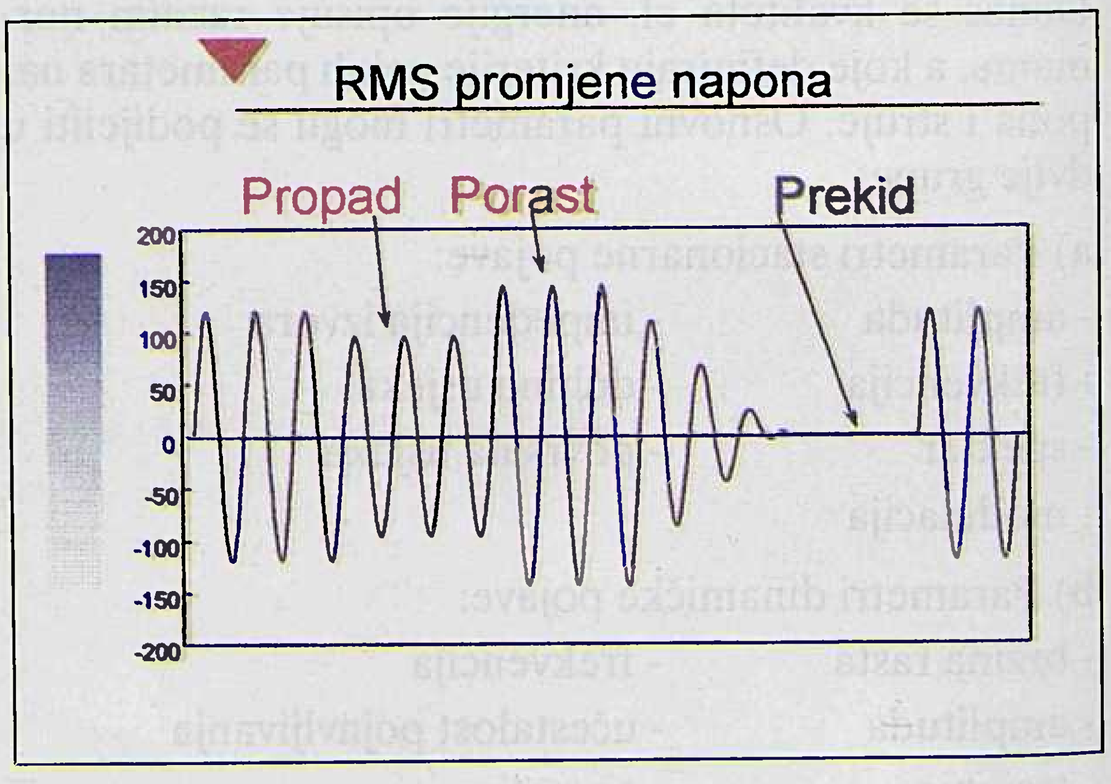
IEEE (međunarodne)
IEC (međunarodne)
EN (CENELEC europske)

Norme koje definiraju kvalitetu električne energije su:

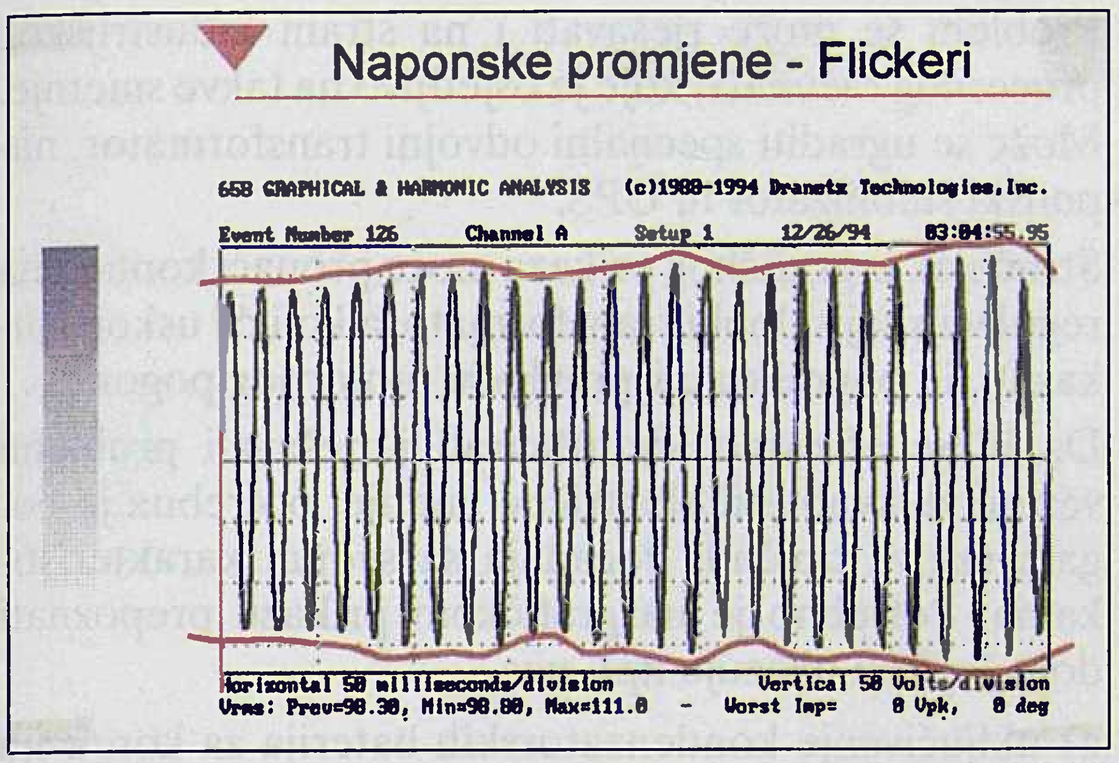
IEEE 1159 - 1995 (Amerika i neke druge zemlje)
EN 50160 - 1994 (Europa)
IEC 1000-4-30 -2000 (Međunarodna, u pripremi)

4.1. Parametri koje navedene norme koriste za definiranje kvalitete električne energije su sljedeći:

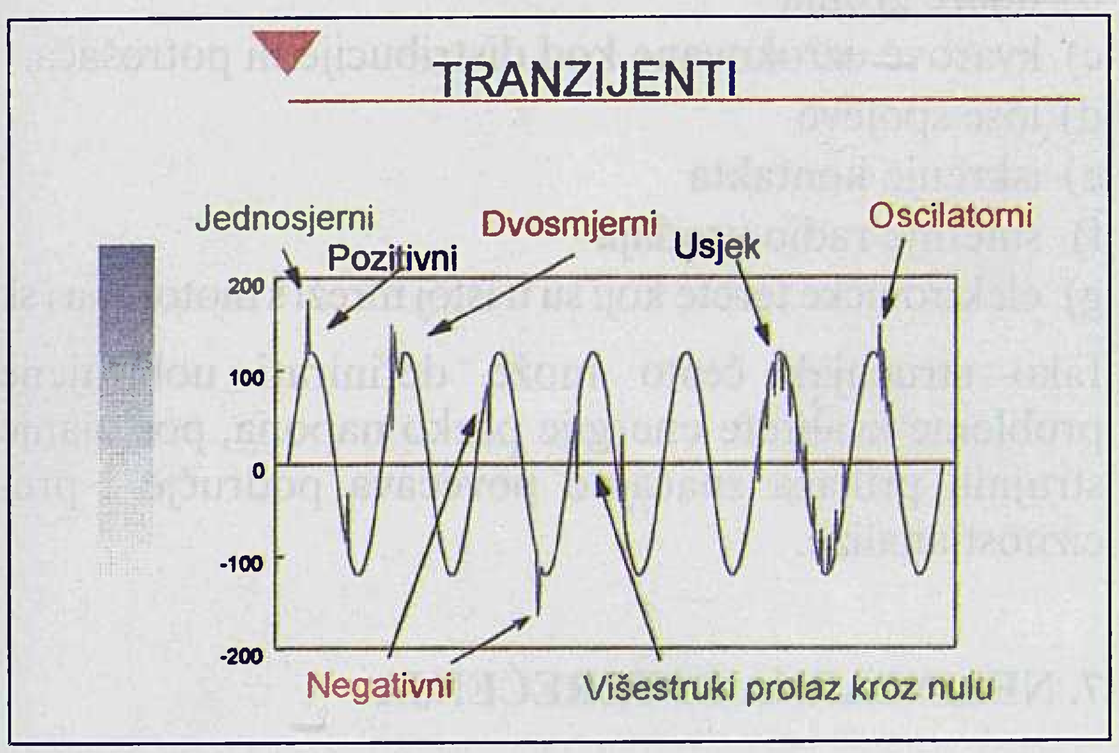
a) mrežna frekvencija
b) veličina napona napajanja
c) promjene napona napajanja
d) brze promjene napona / flickeri
e) propadi napona
f) kratkotrajni prekidi napona
g) duži prekidi napona
h) privremeni mrežni prenaponi između faznih vodiča i zemlje
i) impulsni prenaponi izemđu faznih vodiča i zemlje
j) nabalansiranost napona
k) naponi viših harmonika
l) naponi međuharmonika
m) signalni naponi.



Slika 2.



Slika 3.



Slika 4.

Kao što se vidi, svi parametri odnose se samo na naponske parametre, dok se strujni ne razmatraju.

Grafički prikaz najvažnijih parametara dan je na slikama 2, 3 i 4.

5. UVJETI POD KOJIMA SE IZVODI MJERENJE KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ovo poglavlje opisuje kako izvoditi mjerenja kvalitete el. energije u skladu sa stvarnim životnim uvjetima. Takvi i slični uvjeti mogu se ugovoriti između distribucije i potrošača. Prije izvođenja mjerenja kvalitete el. energije, sukladno ugovoru, preporuča se definirati slijedeće:

5.1. Uvjeti pod kojima se norme ne primjenjuju:

5.1.1. za rad nakon kvara, u tijeku privremenog rješenja napajanja korištenog za vrijeme radova na održavanju

5.1.2. u slučaju da instalacija ili oprema potrošača ne udovoljava normama ili tehničkim zahtjevima. Ovo uključuje i ograničenje emisije smetnji.

5.1.3. u uvjetima koji su izvan kontrole distribucije kao što su:
a) posebni vremenski uvjeti i druge prirodne katastrofe
b) utjecaj trećeg
c) djelovanje javnih službi
d) industrijska djelovanja
e) viša sila
f) nestašica el. energije uzrokovana vanjskim događajima.

5.2. Ugovoreni uvjeti moraju biti dosezljivi od strane distribucije, ali i prihvatljivi potrošaču. Početna osnova mora biti norma koja se primjenjuje (npr. EN50160).

5.3. Prije mjerenja obje strane moraju se složiti oko lokacije mjerenja. Definirana točka mjerenja mora biti sučelje između dviju strana, kako bi se ispravno locirali mogući problemi.

5.4. Za mjerenje je odgovorna strana koja to smatra potrebnim. To se obično definira i u ugovoru. Ponekad je potrebno konzultirati treću stranu (neovisnog specijalista za mjrenja).

5.5. Ugovor mora definirati pristup podacima i tajnost. Strana koja vrši mjerenje ne bi smjela i analizirati podatke.

6. CJELOKUPNA ANALIZA KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

6.1. Razlike između monitoringa u skladu s normom i analize

Namjerno se koristi termin analiza, koji se razlikuje od termina monitoring. Monitoring može biti snimanje u određnom periodu i određivanje rezultata prema važećoj normi. Rezultat mjerenja je konačan, i ne traži se analiza. Uređaji za monitoring u skladu s normom nisu dovoljno moćni da iz rezultata mjerenja dobijemo analizu.

Analiza električnih parametara jednog mjernog mjesta je:

a) analiza kvalitete
b) analiza smetnji.

6.2. Pojmovi kvaliteta i smetnja

Kvaliteta je pozitivan pojam, dok je smetnja negativan pojam. Još donedavno svi su mjerni uređaji u ovom području imali naziv Analizatori smetnji. Tek u posljednje vrijeme, prihvaćanjem normi o kvaliteti električne energije, javlja se pojam Monitor kvalitete ili Analizator kvalitete. Ako pojmove rasporedimo drugačije, moglo bi se reći da kvaliteta definira odnos prodavač-potrošač i električne energije kao robe. Smetnja je tehnički pojam, i opisuje poremećaj nekog parametra koji definira električnu energiju.

6.3. Osnovna procedura analize

Da bi se obavila kompletna analiza jednog mjernog mjesta, koristi se slijedeća procedura:

a) Plan radova
b) Priprema opreme i mjerenja

c) Inspekcija mjesta mjerenja
d) Monitoring u dogovorenom periodu
e) Analiza rezultata
f) Rješenje za uočene probleme
g) Ponavljanje procedure od početka, ako je potrebno.

Često je monitoring dovoljan da se dobije reprezentativan uzorak kvalitete mjernog mjesta. Ali je isto tako nedovoljan za rješavanje uočenih problema, što mora biti konačan cilj analize. Analiza je složen proces, koji traži kvalitetnu opremu, stručnog mjerača i suradnju svih strana koje su uključene. U praksi često jedan period mjerenja nije dovoljan za konačnu analizu, jer ovisi o mnogo parametara koji su izvan kontrole.

6.4. Analiza rezultata mjerenja

Najčešće korištena forma za analizu rezultata mjerenja je grafička prezentacija snimljenih događaja. Tipični prikazi su vremenski dijagrami strujnih i naponskih parametara. Uz to je moguć i prikaz histograma, 3D prikaz, kombinacija s tabelarnim prikazom ili vektorskim dijagramom.

Potrebno je da takva prezentacija prikaže signal prije, u tijeku i nakon događaja.

Stručnjak koristi ovakve grafičke prikaze za slijedeće potrebe:

a) indentifikaciju uzroka ili izvora smetnje/događaja
b) lokaciju uzroka ili izvora smetnje/događaja
c) određivanje odgovarajućeg rješenja za sprječavanje da se slične smetnje ne ponavljaju
d) provjeru da odabrano rješenje radi korektno
e) predviđanje uvjeta za buduće kvarove i njihovu korekciju prije nego nastanu.

6.4.1. Jednostavan primjer: naponski propad na 85% nazivne vrijednosti i trajanja 1 sekunde poremetio je rad industrijskom procesnom računalu. Grafički će se taj naponski propad prikazati kao napon i struja 1 sekundu prije događaja i nekoliko sekundi nakon događaja. Iz tog prikaza će stručnjak moći odrediti uzrok i izvor: kvar u sustavu distribucije, kvar u lokalnoj mreži, startanje velikog motora, startanje malog motora, loš spoj, veliko otporno opterećenje i sl. Zamislimo da je propad tipični znak startanja velikog motora. Stručnjak može odrediti je li motor od mjesta mjerenja prema distribuciji ili prema opterećenju, ako je mjesto mjerenja na mjestu predaje energije potrošaču, lako se može odrediti odgovornost distribucije ili potrošača.

Pretpostavimo da grafički prikaz ukazuje da je motor na strani potrošača. Analiza može pokazati da li motor premašuje mogućnost lokalne mreže, pa je rješenje povećanje presjeka ožićenja. Druga mogućnost je da je snaga transformatora mala, pa je rješenje u povećanju snage transformatora ili promještaju nekih potrošača na drugi transformator. Treća mogućnost je opremanje motora uređajem za mekani start.

Problem se može rješavati i na strani industrijskog procesnog računala, koje je osjetljivo na takve smetnje. Može se ugraditi specijalni odvojni transformator, naponski stabilizator ili UPS.

Stručnjak iz grafičkog prikaza može pronaći kontakt na regulacijskoj sklopki transformatora koji će uskoro otkazati, ili pogrešku u ispravljaču motornog pogona.

Da bi se efikasno identificirali i rješavali problemi vezani za kvalitetu električne enetije, potrebna je bogata arhiva tipičnih događaja sa svojim karakteristikama. Potrebno je na grafičkom prikazu prepoznati događaj koji ukazuje npr. na:

a) uključivanje kondenzatorskih baterija za korekciju faktora snage
b) udare groma
c) kvarove uzrokovane kod distribucije ili potrošača
d) loše spojeve
e) iskrenje kontakta
f) smetnje radio uređaja
g) elektroničke terete koji su u istoj mreži s motorima i sl.

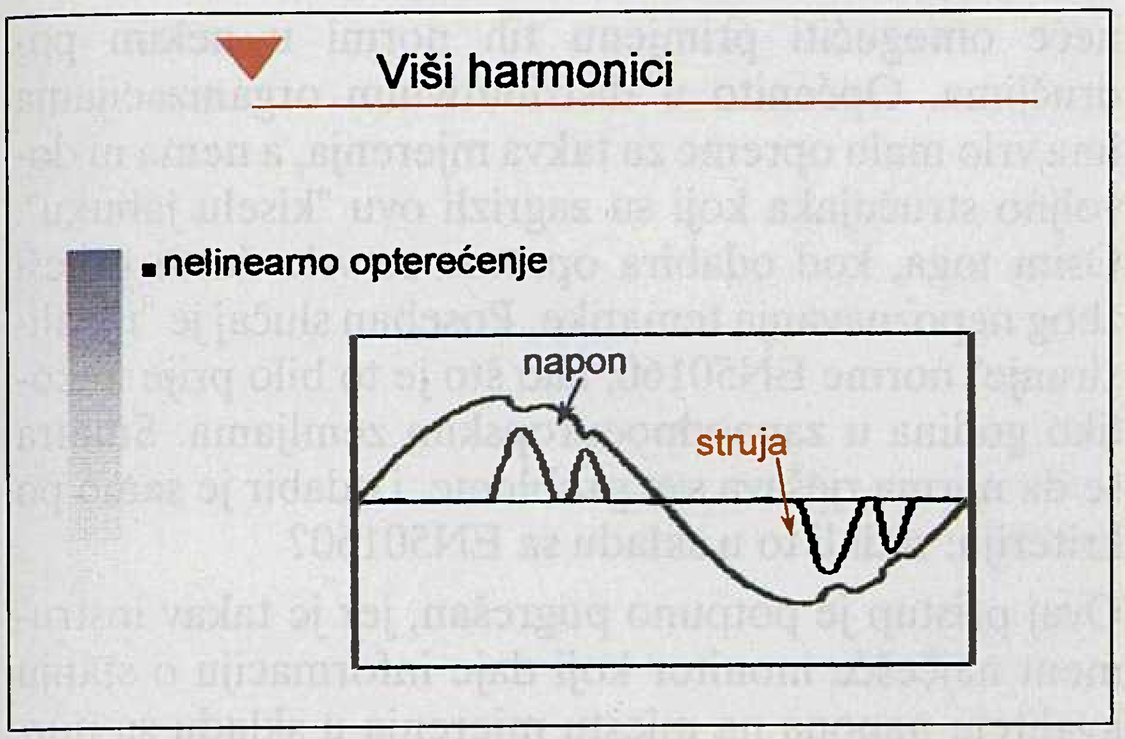
Iako stručnjak često može definirati uobičajene probleme kvalitete energije preko napona, postojanje strujnih prikaza značajno povećava područje i preciznost analize.

7. NELINEARNA OPTEREĆENJA

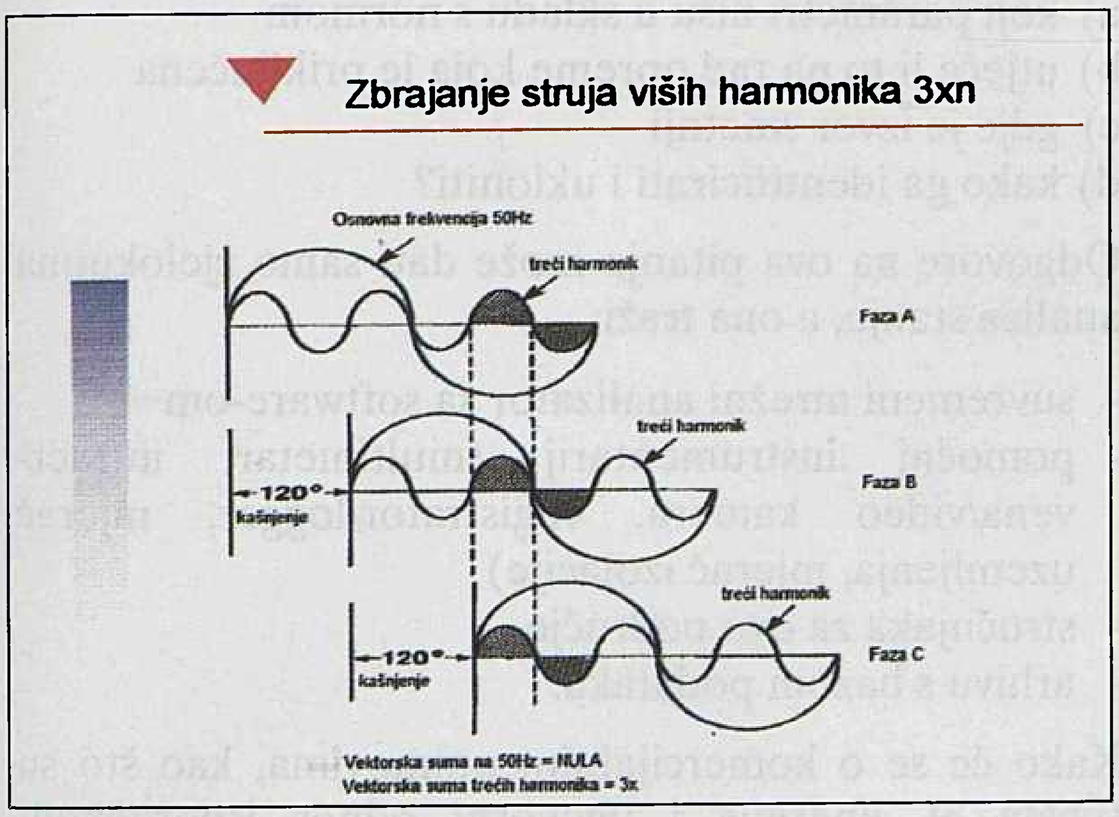
Posljednjih godina smo svjedoci sve većeg broja priključenih tereta na distributivnu mrežu, a koji su po prirodi nelinearni tereti. Svaki uređaj koji u svom napajačkom dijelu ima tzv. "Switching mode" je nelinearni teret jer uzima struju iz mreže samo u malom dijelu svake poluperiode (obično na max. napona). Lokalna mreža takav teret u većem dijelu poluperiode uopće ne osjeti, ali ga u tom malom dijelu osjeća kao golemo opterećenje. Stoga je deklarirana snaga takvih uređaja u VA varljiva, jer je obično lokalna mreža dimenzionirana za linearno opterećenje. Kao posljedica rada mnoštva takvih uređaja u lokalnoj mreži (npr. jedna poslovna zgrada s mnoštvom računala, monitora, fluorescentne rasvjete, kopirnih aparata) kvaliteta el. energije je umanjena. Uobičajeno se pojavljuje tzv. clipping u naponskom obliku, što znači povećanje viših harmonika (najviše 5-og harmonika). Grafički prikaz je dan na slici 5.

Tehnološko objašnjenje je slijedeće: ako u malom dijelu svake poluperiode većina potrošača bitno smanjuje svoju impedanciju, na dijelu mreže se povećava pad napona. S druge strane, napojni transformator za trenutno veliku struju prelazi u zasićene i također smanjuje izlazni napon. Rezultat svega je rezanje sinusoide pri maximumu, a u težim slučajevima čak trenutni naponski propad.

Drugi problem priključenja nelinearnih opterećenja je veliko povećanje struje viših neparnih harmonika 3x n u neutralnom vodiču (slika 6).



Slika 5.



Slika 6.

7.1. Rješenja:

a) Specijalni transformatori s karakteristikama prilagođenim nelinearnom opterećenju (na neki način su i oni nelinearni)
b) Dimenzironiranje mreže prema parametrima koje definiraju nelinearna opterećenja
c) Korištenje novih generacija uređaja koji imaju ugrađene stupnjeve za kompenzaciju učinka switching moda
d) Zahtjev potrošaču da se pridržava propisa o elektromagnetskoj kompatibilnosti (poglavlje: emisija putem propagacije kroz vodove).

8. STANDARDNI SLUČAJEVI MJERENJA KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Mjerenje kvalitete električne energije uobičajeno se vrši u sljedećim slučajevima:

a) **Potrošač ima primjedbi na kvalitetu na mjestu prijama.**
Tada se vrše mjerenja, utvrđuje problem. Slijedi identificiranje izvora smetnji i njegovo otklanjanje. Za prvo mjerenje potreban je monitor kvalitete prema normama, a za identificiranje izvora smetnji i njihovu korekciju potreban je suvremeni mrežni analizator.

b) **Distribucija provjerava kvalitetu na mjestu predaje potrošaču.**
Mjerenje se može raditi radi snimanja karakteristika mreže. Za mjerenje je potreban monitor kvalitete prema normama, a za identifikaciju izvora smetnji i njihovu korekciju potreban je suvremeni mrežni analizator.

c) **Distribucija mjeri kvalitetu energije u lokalnoj mreži potrošača.**
Može biti na zahtjev potrošača ili ako distribucija sumnja u značajno onečišćenje javne mreže od strane potrošača. Za identificiranje izvora smetnji i njihovu korekciju potreban je suvremeni mrežni analizator.

d) **Distribucija mjeri kvalitetu električne energije unutar svog elektroenergetskog sustava.**
Može se mjeriti radi snimanja karakteristika mreže, ili zbog uočenih smetnji. Za identificiranje izvora smetnji i njihovu korekciju potreban je suvremeni mrežni analizator.

9. INSTRUMENTI ZA MJERENJE KVALITETE ELEKTRIČNE MREŽE

Postoji čitav niz instrumenata kojima se mogu kontrolirati pojedini parametri kvalitete. To su:

9.1. Standardni instrumenti:

a) multimetri (mjere samo RMS vrijednosti)
b) registratori s papirnom trakom (zapisuju stalno, ne mogu zapisati tranzijente)
c) osciloskopi (zahtijevaju stalni nadzor, mali broj ulaznih kanala, nemogućnost zapisa više smetnji)
d) spektralni analizatori (ograničen na pregled trenutnih vrijednosti).

9.2. Specijalni instrumenti:

a) monitori kvalitete prema normi
b) naponski registratori / loggeri
c) harmonični analizatori
d) prijenosni analizatori kvalitete
e) ugradni analizatori s mogućnošću komunikacije
f) software za obradu i prikaz rezultata
g) ekspetni software za analizu rezultata i pisanje izvješća.

10. STANJE KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE I NORMI U EUROPI I USA

U većini europskih zemalja prihvaćena je norma EN50160. No, kako paralelno s usvajanjem norme ide i proces deregulacije i otvaranja europskog tržišta el. energije, norma postaje tržišni kriterij. Ali, taj kriterij ne mora biti jedini važeći, ako se kupac i prodavač robe (energije) drugačije dogovore. U Europskoj zajednici

postoji i zajedničko tržište el. energije, što znači da proizvođač energije u Švedskoj može prodavati energiju potrošaču u Austriji. U tom smislu je europska norma važna radi ujednačenih kriterija.

Unutar državnih tržišta zemlje imaju različite norme. Švedska npr. ima vlastite norme koje su u nekim značajkama mreže puno strože od EN50160 (viši harmonici). U Enegleskoj je na snazi slobodno tržište energije. Svaki potrošač ugovara uvjete isporuke s distribucijom i za to propisane sankcije. Ako je npr. u ugovoru predviđeno dozvoljeno iskapčanje potrošača max 30 minuta u jednom tjednu, svako prekoračenje distribucija plaća potrošaču prema normativu. Stoga su poduzeća za distribuciju el. energije vrlo dobro opremljena i ekipirana, jer kvarova ispada ili narušavanja kvalitete mora biti što manje.

USA tržište električne energije je još više tržišno usmjereno, i za naše prilike djeluje nestvarno. Potrošač je u mogućnosti birati između mnoštva poduzeća koja nude el. energiju pod raznim uvjetima. Da bi zadržale kupce koji su veliki potrošači, isporučioci delegiraju stručnjake iz održavanja da se brinu o stanju kvalitete primljene energije. Postavljaju se moderni monitori na strani kupca, koji registriraju svako odstupanje kvalitete od ugovorene. O tome se radio-komunikacijom direktno iz monitora obavještava zaduženi stručnjak, koji mora hitno procijeniti situaciju. Čak i ako je događaj bezazlen za rad opreme potrošača, on naziva tehničku osobu potrošača i objašnjava, npr.: "Danas u 12:45 na mjernom mjestu A, faza C, dogodio se impuls amplitude 123V, dužine trajanja 25ms. Impuls je imao malu energiju i nije bilo opasnosti za normalna rad vašeg postrojenja. Ispričavamo se zbog poremećaja kvalitete!!!"

11. KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE; STANJE U HRVATSKOJ / ZAKLJUČAK

U Hrvatskoj stanje kvalitete isporučene električne energije još nije dovoljno istraženo, mada se u nekim distributivnim područjima dosta radi na tome. Ipak, može se reći da tri elementa u našem elektroenergetskom sustavu ne postoje:

a) tržište električne energije
b) ugovorni odnos isporučitelj-potrošač
c) norme.

Slijedom gornjeg, do sada su aktivnosti na ovom području bile isključivo u slijedećim slučajevima:

- potrošač se žali na isporučenu kvalitetu jer ima problema s radom opreme
- distribucija "lovi" potrošača koji onečišćava javnu mrežu
- distribucija ima internih problema u elementima svog sustava.

Čak i uz uvođenje normi na tom području (a norme EN50160 su vrlo "blage"), stanje električnih mreža neće omogućiti primjenu tih normi u nekim područjima. Općenito u distributivnim organizacijama ima vrlo malo opreme za takva mjerenja, a nema ni dovoljno stručnjaka koji su zagrizli ovu "kiselu jabuku". Osim toga, kod odabira opreme se vrlo često griješi zbog nepoznavanja tematike. Poseban slučaj je "idealiziranje" norme EN50160, kao što je to bilo prije nekoliko godina u zapaodnoeuropskim zemljama. Smatra se da norma rješava sve probleme, i odabir je samo po kriteriju: radi li to u skladu sa EN50160?

Ovaj pristup je potpuno pogrešan, jer je takav instrument najčešće monitor koji daje informaciju o stanju kvalitete napona na mjestu mjerenja u skladu sa normom. Ozbiljna pitanja dolaze tek nakon toga:

a) koji parametri nisu u skladu s normom
b) utječe li to na rad opreme koja je priključena
c) gdje je izvor smetnji
d) kako ga identificirati i ukloniti?

Odgovore na ova pitanja može dati samo cjelokupna analiza stanja, a ona traži:

- suvremeni mrežni analizator sa software-om
- pomoćni instrumentarij (multimetar, infracrvena/video kamera, registrator/logger, mjerač uzemljenja, mjerač izolacije)
- stručnjaka za ovo područje
- arhivu s bazom podataka.

Kako će se o komercijalnim pojmovima, kao što su tržište el. energije i ugovorni odnos isporučitelj-potrošač moći govoriti tek nakon privatizacije ovog sektora, ostaje najvažniji faktor za definiranje kvalitete: "Je li energija dovoljno kvalitetna da ne ometa normalan rad opreme potrošača".

Ako je isporučitelj svjestan nedovoljne kvalitete, vjerojatno će pristupiti mjerenjima samo u posebnim slučajevima. S druge strane je potrošač, kojemu je omogućeno da nabavlja i koristi opremu koja nema ateste o jačini smetnji i emisije. Nekontrolirano priključivanje takve opreme na mrežu dodatno otežava distribuciji kontrolu parametara iste.

Optimalna raspodjela opterećenja na segmente lokalne mreže posredno je također čimbenik kvalitete. Može se dogoditi da u sustavu ima dovoljno raspoložive energije, ali je neki transformator u lokalnoj mreži povremeno preopterećen. Često i zbog istodobne uporabe većeg broja opterećenja koja su nelinearni tereti. Posljedica toga je onečišćenje lokalne mreže. Stoga je potrebno periodično više mjerenja tjednih dijagrama opterećenja, kao i valnih oblika struja na tim mjestima.

Račun za naplatu energije potrošaču sadrži i stavku instalirane snage. Kod izraženih nelinearnih tereta pojam instalirane snage kao maksimalnih opterećenja mreže dobija drugo značenje. To više nije kategorija dimenzioniranja elemenata mreže pomoću formula sa sinusnim valnim oblicima struje. Smisleno bi bilo kategoriju "instalirana snaga" definirati preko dva parametra:

- instalirana snaga TRMS
- max. krest faktor.

Sve gore navedeno su samo neke od značajki koje su danas aktualne unutar teme "Kvaliteta električne energije". Autor je pokušao ovim referatom dati pregled raznih aspekata ovog pojma. Očito je tema vrlo složena, i zaokupljat će nas sve više. Ne bez razloga, netko je problematiku već usporedio sa guljenjem crvenog luka; sloj po sloj (a da ne počnete plakati!?)

LITERATURA

[1] The Dranetz Field Handbook for Power Quality Analysis

[2] Dranetz-BMI Seminar 1998.

WHAT IS ELECTRIC ENERGY QUALITY?

The idea of electric energy quality is related to numerous electromagnetic parameters, which describe voltage and current in a certain time and on a certain location of the electric network. Increase of the electronic equipment usage that causes electromagnetic disturbances or is susceptible to such disturbances, has raised the interest for electric energy quality in recent years. Simultaneously with the growing number of practical problems there developed a need to describe them. Unfortunately, the terminology used for the same electromagnetic events varies significantly. This paper tries to explain different aspects of electric energy quality concepts.

DIE QUALITÄT DER ELEKTRISCHEN ENERGIE - WAS IST DAS?

Der Begriff "Qualitët der elektrischen Energie" bezieht sich, für einen Zeitabschnitt und einen Gebiet des elektrischen Netzes, auf eine Menge Strom und Spannung kennzeichnender elektromagnetschen Parameter. Durch vermehrte Anwendung der Störungen verursachenden oder auf Störungen empfindlichen elektronischen Ausrüstung wächst in den letzten Jahren das Interesse für die Qualiätt der elektrischen Energie. Gleichlaufend mit dem Wachsen des Problems in der Praxis, entstand der Bedarf diese Erscheinung zu beschreiben. Leider sind in die Praxis unterschiedliche Fachwörter für die Beschreibung gleicher elektromagnetischen Erscheinungen eingedrungen. Dieser Bericht versucht verschiedene Gesichtspunkte des Begriffes QUALITÄT DER ELEKTRISCHEN ENERGIE zu erklären.

Naslov pisaca:

Ivo Novaković, dipl. ing.
TECTRA d.o.o.
Lička 33
10000 Zagreb, Hrvatska

Alex McEachern, dipl. ing.
Dranetz - BMI, USA

Uredništvo primilo rukopis:
1999-11-02.

IN MEMORIAM

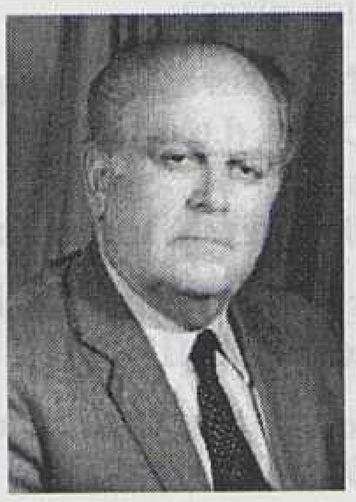


U nedjelju 5. prosinca napustio nas je iznenada, **Ivo Tomasović,** direktor sektora za prijenos Hrvatske elektroprivrede.

Rodio se 1937. godine u Kučićima kraj Omiša. Nakon završenog studija elektrotehnike u Zagrebu 1961. godine zaposlio se u Elektroprijenosu Zagreb i specijalizirao se za poslove zaštite i mjerenja. Tu se je razvijao kao čovjek i kao stručnjak. Bio je odan struci, odan "Prijenosu" i blizak ljudima s kojima je surađivao. Njegov posljednji zadatak bila je realizacija interkonektivne veze 400 kV s Mađarskom, koja je puštena u pogon prošlog mjeseca i već nadmašila očekivanja koja su vizionari, među kojima je bio i pokojni Ivo, u nju polagali. Tim ostvarenjem s pravom je bio zadovoljan i ponosan.

Bio je veliki pobornik i suradnik našeg časopisa i uvijek mu je pružao svekoliku potporu. Ostavio nas je čovjek, stručnjak i intelektualac. Slava mu.

IN MEMORIAM



U rujnu ove godine iznenada je umro **Enes Hercegovac**. Znali smo ga po njegovu vedrom smijehu i zaljubljenosti u hidroelektrane. Cijeli svoj radni vijek proveo je uz hidroelektrane i teško je naći elektroenergetski objekt u Hrvatskoj, posebno u Bosni i Hercegovini, gdje nije bio na neki način prisutan. Bio je pravo vrelo informacija i do posljednjeg dana aktivan i pun novih ideja. U našem časopisu surađivao je niz godina kao autor članaka i kao pisac informacija iz strane literature. Bio je član studijskog komiteta za hidroelektričnu proizvodnju UNIPEDE, član tehničkog komiteta CEI, član Hk CIGRE, član Svjetske energetske konferencije te je svojim radom stekao međunarodnu afirmaciju. Odlazak Enesa ostavit će prazninu, ali i dragu uspomenu na kolegu i prijatelja.

Z. Cvetković

SUVREMENI RAČUNALSKI SUSTAVI INDIVIDUALIZIRANE OBRADE PODATAKA I NAPLATE TROŠKOVA UPORABE TOPLINE I VODE

Mr. sc. Florijan R a j i ć, Zagreb

UDK 697.34:338.52
PREGLEDNI ČLANAK

Opisuju se najsuvremeniji europski načini mjerenja karakterističnih veličina, prijenosa podataka, obrade i provjere njihove točnosti, arhiviranja, izračunavanja i dostave računa korisnicima daljinskih grijanja i uporabe vode putem novih podsustava komunikacija s M-sabirnicama. Opisuju se primjeri suvremenih izvedbi opreme individualizacije troškova i računalski sustavi koji se u tu svrhu koriste, te načini i glavni radovi na njihovoj uspostavi, održavanju i racionalnoj primjeni.

Ključne riječi: individualizirana naplata, racionalizacija, suvremeni računalski sustav, toplina, trošak, uporaba, voda.

UVOD

Velika energetska kriza, čija se prva erupcija dogodila davne 1973. godine, izazvala je u čitavom svjetskom gospodarstvu bezbrojne ozbiljne i upozoravajuće posljedice. Jednako je tako potaknula mnogobrojne i učinkovite neutralizacijske i kompenzacijske akcije. Područje najučinkovitijih akcija bili su mnogobrojni najozbiljniji, stručni i znanstveni projekti i radovi na razradi i uvođenju novih tehnologija, nove opreme i novih načina racionalne uporabe i štednje svih vrsta energenata i energije, a osobito nafte i zemnog plina.

Uz energetsku krizu, pojavila se, a iz dana u dan postaje i sve izrazitijom, i nova, doskora neočekivana, kriza nedostajanja pitkih i tehnoloških voda.

Obje su spomenute krize vrlo usko međusobno uvjetovane, i povezane s trećom, jednako tako teškom, i za budućnost vrlo opasnom, ekološkom krizom. Stoga su i njihova pojedinačna i zajednička rješavanja također sustavno i neraskidivo povezana.

Svi spomenuti, razboriti i temeljiti pristupi i akcije u rješavanju ove problematike u svijetu, započinjali su sustavnim znanstvenim analizama, snimanjima i "inventarizacijama" postojećih stanja. Počimalo se s utvrđivanjem stanja energetskih sustava, od proizvodnje, pa redom do krajnjih potrošača i trošila. Isto se tako pristupilo i analizama načina dobivanja i pripreme zaliha pitkih i tehnoloških voda, načina dobivanja i stvaranja zaliha energenata, te suvremenih načina ekološke zaštite cjelokupne ljudske okoline.

Jedna od inventarizacija, ona u potrošnji toplinskih energenata i pitkih voda, susrela se s mnoštvom neracionalnih podsustava dobave, proizvodnje, raspodjele i potrošnje. Jednako tako, zatekla je i "socijalizirana" plaćanja, uvedena ranije u razdobljima fiktivnog obilja energenata i voda. Takvi su načini plaćanja troškova grijanja i uporabe vode, u mnogim skupnim stambenim objektima ostavili i mnoge druge, tehničke, tehnološke, energetske, pa i ekološke loše posljedice i nedostatke.

UNAPRJEĐIVANJE POSTOJEĆEG STANJA U SVIJETU I U NAS

Unaprjeđivanje postojećih stanja u svijetu tražilo je hitna rješavanja ove problematike u dva osnovna oblika:

- razvojem energetski racionalnih tehnoloških postupaka dobave i proizvodnje, razvojem odgovarajućih sustava, podsustava, uređaja i opreme potrošnje energije i vode, i
- uvođenjem nove zakonske regulative, te obvezatnom primjenom odgovarajuće tehničke opreme i uređaja za mjerenje i naplatu potrošnje energenata, energije i vode, te uređaja i opreme ekološke kontrole i zaštite.

Iako je u nas, zasad nedovoljno i neučinkovito, učinjeno više pokušaja unaprjeđivanja postojećeg stanja, ova problematika, skoro je netaknuta i u cijelosti čeka naše gospodarstvo, te se sasvim ozbiljno i hitno mora početi rješavati.

INDIVIDUALIZIRANI SUSTAVI NAPLATE POTROŠNJE ENERGIJE I VODE

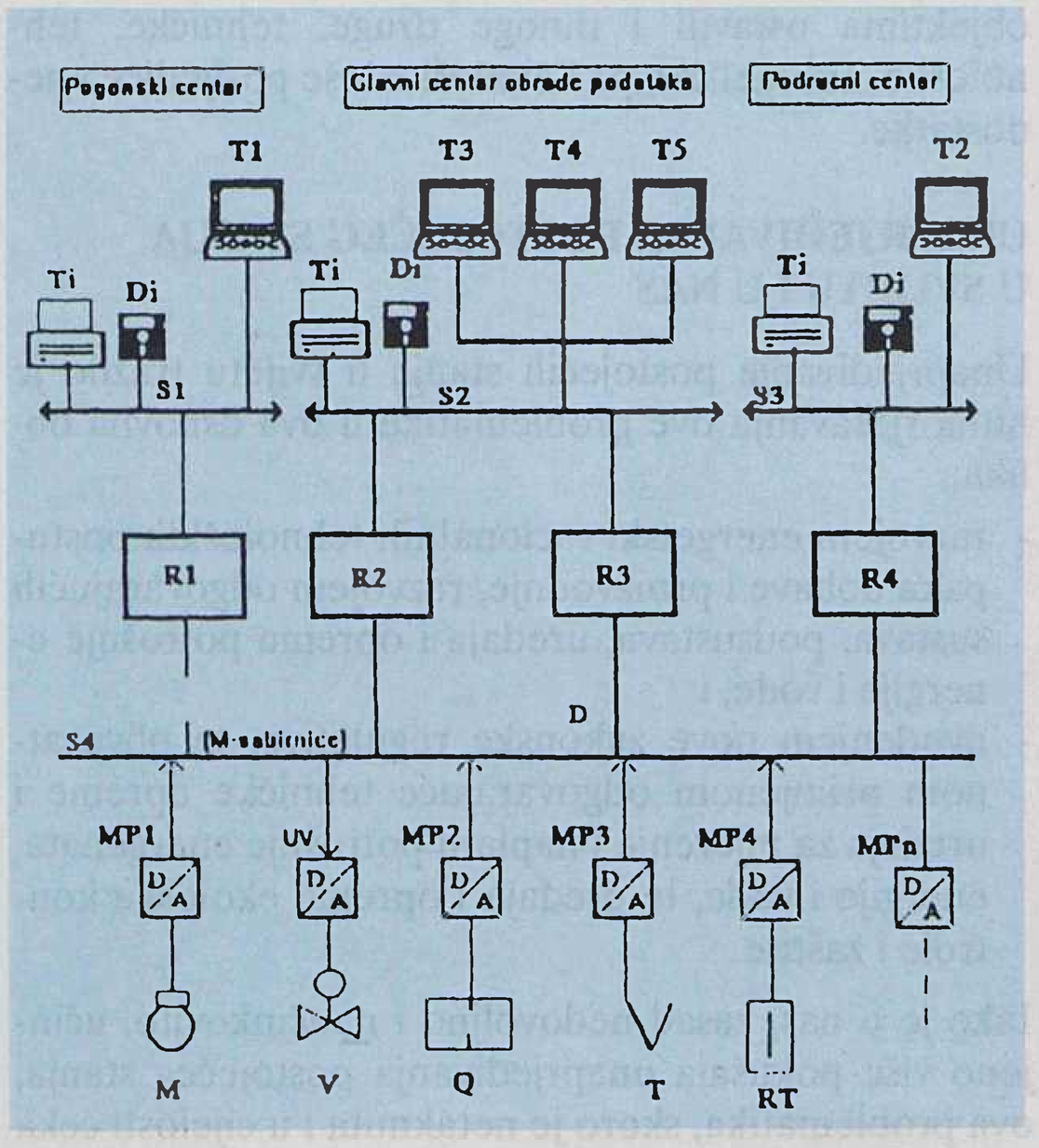
Suvremeni sustavi raspodjele, očitavanja i naplate potrošene toplinske energije i vode, nisu više nepravedno "socijalizirani", nego pravedni i "individualizirani".

Njihova se individualiziranost sastoji u primjeni opreme mjerenja i uređaja, s kojima se na svakom mjestu potrošnje, ili trošilu; ogrjevnom tijelu-radijatoru, ili mjestu potrošnje vode, točno mjere ili dijele, količine energije ili vode i njihovi troškovi. Tako određeni troškovi se onda i pravedno plaćaju. Razlog je jednostavan, s time se pravedno zadovoljava i osnovni ljudski i građanski zahtjev, da svatko plaća ono što je potrošio, i nitko ne plaća tuđe račune.

SUVREMENI RAČUNALSKI SUSTAVI ZA INDIVIDUALIZIRANJE POTROŠNJE VODE I TOPLINE U STAMBENIM ZGRADAMA

Suvremeni računalski sustavi za individualizirano prikupljanje podataka, obračunavanje, ispostavu i naplatu troškova grijanja i uporabe vode su vrlo složeni i dijele se na nekoliko osnovnih dijelova (slika 1). To su:

a. Računalski podsustavi pogonskih centara, kojima pripadaju svi uređaji i oprema mjerenja i automatike u toplinskim stanicama, oprema pretvorbe i sabirničkog (S4) prijenosa podataka do pogonskih računala (R1), te računalski dio opreme pogonskog centra s radnom stanicom (T1), opreme za pohranu podataka (Di), i opreme za njihovo tiskanje, te obradu i dostavu računa korisnicima (Ti). Pogonski računalski centri mogu djelovati i potpuno samostalno, prikupljati i obrađivati tehničke podatke o opremi grijanja, mjerenja i automatike, nadzirati njihov rad, pripremati očitavanja podataka, pripremati održavanje pogona, i obrađivati račune za korisnike. Pogonski se centri smještaju uz stambene zgrade, ili blokove stambenih zgrada, a mogu biti sjedinjeni i s područnim računalskim centrima.



Slika 1. Računalski sustav individualiziranog prikupljanja podataka i obračuna potrošnje toplinske energije

b. Područni računalski centri se grade u većim središtima, u kojima postoji veći ili veliki broj zgrada i stanova opremljenih s opremom individualiziranja troškova grijanja i uporabe vode. Većina ovih centara, ukoliko postoje i njihovi podređeni pogonski centri, služe uglavnom za prikupljanje i obradu tehničkih podataka o sustavima grijanja, te obračunavanje troškova i ispostavu računa korisnicima prostora, odnosno stanarima.

c. Glavni računalski centri služe za masovne obrade podataka, pri projektiranju i izvođenju uspostave individualiziranih sustava grijanja i opskrbe vodom. U njima se prikupljaju, obrađuju i pohranjuju svi tehnički podaci, na temelju kojih se izvodi dimenzioniranje mjernih uređaja, i skaliranje, odnosno prilagođavanje razdjelnika topline za svako ogrjevno tijelo, i svako potrošno mjesto u sustavima grijanja. Jednako tako se u centrima radi i u opremanju individualiziranih podsustava uporabe vode.

Manji glavni, područni i pogonski centri mogu biti povezani međusobno preko osnovnih sustava informacijskih sabirnica. Veliki su centri najčešće međusobno i neposredno povezani i putem glavnih sabirnica sustava (S1, S2, S3).

SUVREMENI PODSUSTAVI MJERNIH I KOMUNIKACIJSKIH SABIRNICA

Inicijativom više europskih tvrtki koje proizvode i prodaju opremu mjerenja količina i potrošnje vode i topline u nekoliko posljednjih godina razvijen je i stavljen u uporabu novi podsustav komunikacijskih sabirnica. Njihova je namjena prvenstveno prikupljanje mjernih podataka o proizvodnji, prijenosu i potrošnji topline za grijanje i tople sanitarne vode, kao i svih ostalih podataka i veličina koje se pri tome pojavljuju i rabe. Naziv podsustava nastao je na temelju naziva i namjene ovih, "mjernih", sabirnica koje su već uključene u nove europske standarde (METERS-bus). Po ovom se standardu danas izvode mnoga daljinska mjerenja, vođenje i nadzor potrošnje topline grijanja i vode. M-sabirnički podsustavi su primjenjivi i za mnoge druge svrhe u gospodarstvu, energetici, industriji i drugdje.

a. Osnovne značajke M-sabirnica. M-sabirnice podatka o toplinskim mjerenim i nadziranim veličinama omogućuju cjelokupan daljinski nadzor i mjerenje potrošnje kod svih potrošača i pojedinačnih trošila. S time

se izbjegavaju nepotrebni ulasci u privatne prostore, stanove i na druga nedostupna mjesta u grijanim zgradama.

M-sabirnica omogućuju:

- elektronički daljinski prijenos mjernih i nadziranih podataka,
- prijenos po jednom galvanskom ili optičkom vodu,
- pojedinačno adresiranje i točan pregled svih priključenih i nadziranih uređaja,
- daljinsku dostupnost svih uređaja i njihovih nadziranih podataka,
- daljinski nadzor, očitavanje i ispravljanje pogrešaka mjerenja i uređaja,
- brzo i efikasno uočavanje i otklanjanje pogrešaka djelovanja i kvarova na uređajima,
- kratko i praktično jednovremeno očitavanje količina utrošene topline, njihov obračun i ispostava računa korisnicima.

Buduća standarizirana uporaba M-sabirničkih podsustava omogućit će znatno jeftiniju opremu mjerenja topline i njezinu unificiranu proizvodnju, te tako znatno pojeftiniti njezinu primjenu.

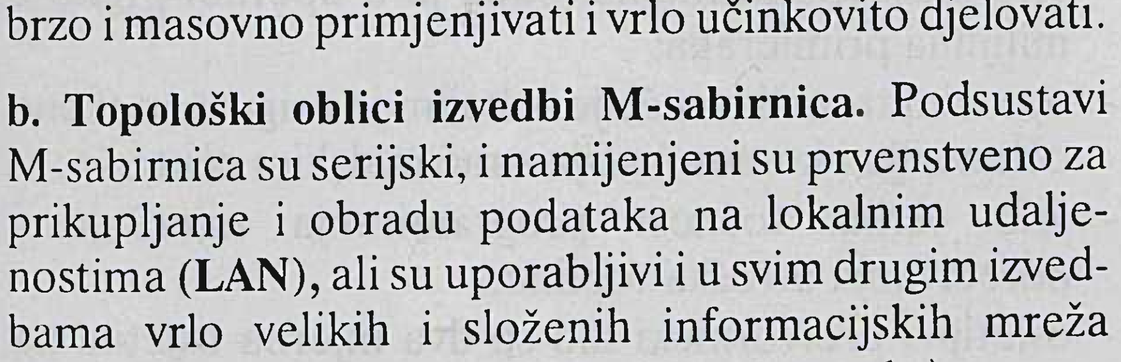
Tako će se tehnički i gospodarski gledano postići slijedeći učinci:

- veliki broj priljučenih uređaja na jedan podsustav sabirnica,
- omogućiti jednostavna proširenja mreže opreme i uređaja,
- povećati otpornost podsustava na kvarove i pogrešne prijenose podataka,
- omogućiti minimalne potrošnje energije u priključenim uređajima,
- postići veću brzinu i točnost prijenosa podataka.

Za očekivati je da će se ovi podsustavi M-sabirnica brzo i masovno primjenjivati i vrlo učinkovito djelovati.

b. Topološki oblici izvedbi M-sabirnica. Podsustavi M-sabirnica su serijski, i namijenjeni su prvenstveno za prikupljanje i obradu podataka na lokalnim udaljenostima (**LAN**), ali su uporabljivi i u svim drugim izvedbama vrlo velikih i složenih informacijskih mreža (Global Area Networks, Wide Area Networks).

Kao osnovni oblici sabirničkih podsustava rabe se njihovi zvjezdasti, kružni i "klasični" sabirnički topološki oblici (slika 2a,b,c). Svaki od ovih oblika može se obraditi prema stvarnim potrebama i optimirati njegovo djelovanje. Jednako tako mogu se rabiti i mješovite topološke kombinacije. Najčešći oblici M-sabirnica grade se i djeluju za relativno velike udaljenosti do 5 km, i za 250 vezanih korisnika.



a - "zvjezdasti" b - "kružni" c - "sabirnički"

Slika 2. Topološki oblici M-sabirnica

c. Referentni (OSI) model M-sabirnica. Ovaj je podsustav sabirnica temeljen na poznatom komunikacijskom **O**tvorenom **I**nternacionalnom **S**ustavu (**OSI**), koji je ujedno usvojen i u europskim standardima (**EU-OSI-IS**).

Ovakvi podsustavi M-sabirnica djeluju u osnovi na sedam različitih razina, kako na predajnoj, tako i na prijamnoj podatkovnoj strani (slika-tablica 3).

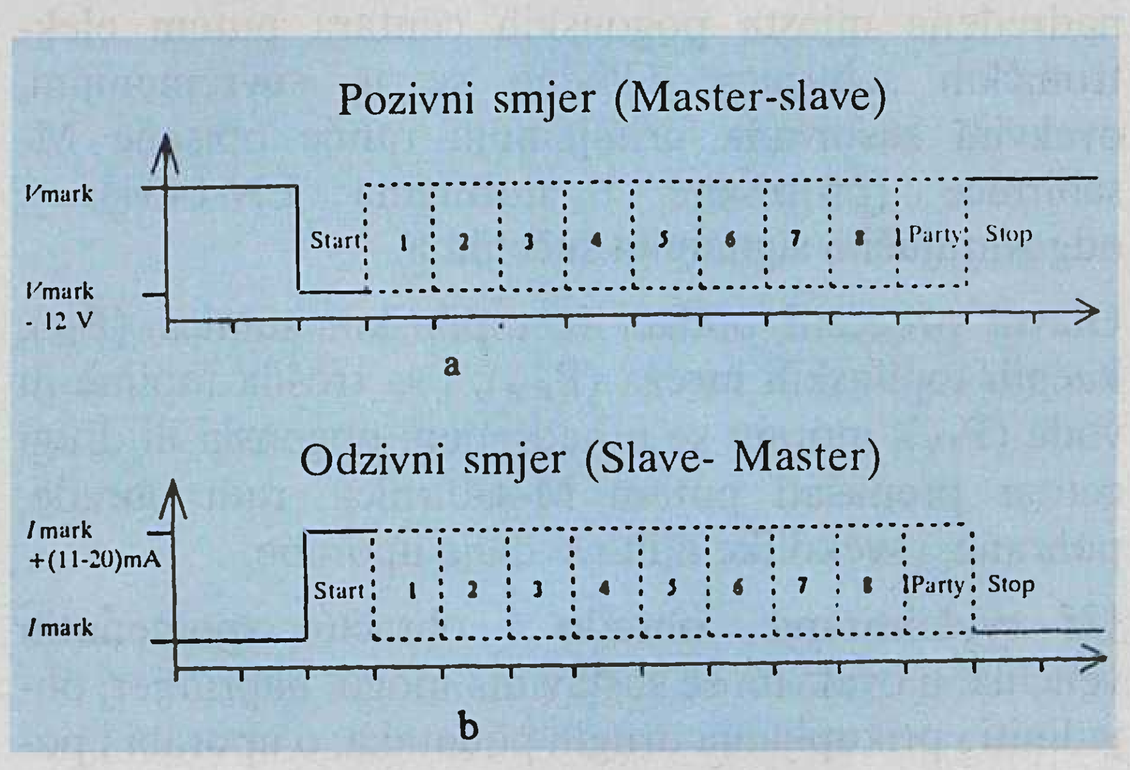
Razina	Uporaba podataka	Usmjernost
7	Razina uporabe	
6	Razina prikaza	Na primjenu
5	Razina pregleda	
4	Razina prijenosa	
3	Razina kontrole pod.	Na prijenos
2	Razina sučelja	
1	Razina fizičkih vel.	

Slika-tablica 3. Prijenos podataka s M-sabirnicama prema OSI-ISO modelu

Ovaj model M-sabirnica usvojen je na europskoj i na internacionalnoj razini. Osnova mu je djelovanje i kontrola podataka "vertikalno", u smjeru razina poziva (7-1) od strane predajnika, i odziva prijamnika (pretvornika mjernih signala i dr.) po razinama (1-7). On djeluje i "horizontalno", u oba smjera, između istovrsnih razina prijenosa podataka s provjerom podataka između linija "prijamnika" i "predajnika".

d. Oblici protokola prijenosa informacijskih podataka. Protokoli po kojima se izvode prijenosi podataka po M-sabirnicama izvode se u osnovi serijski asinhrono. Sinhronizacija prijenosa izvodi se pomoću start i stop binarnih signala svakoga prenašanoga karaktera (slika 4).

Pozivni označni ("markirni") signali su negativni naponski (Vmark= -12V), odzivni pozitivni strujni (Imark= +(11-20) mA). Bitovni podaci se prenose

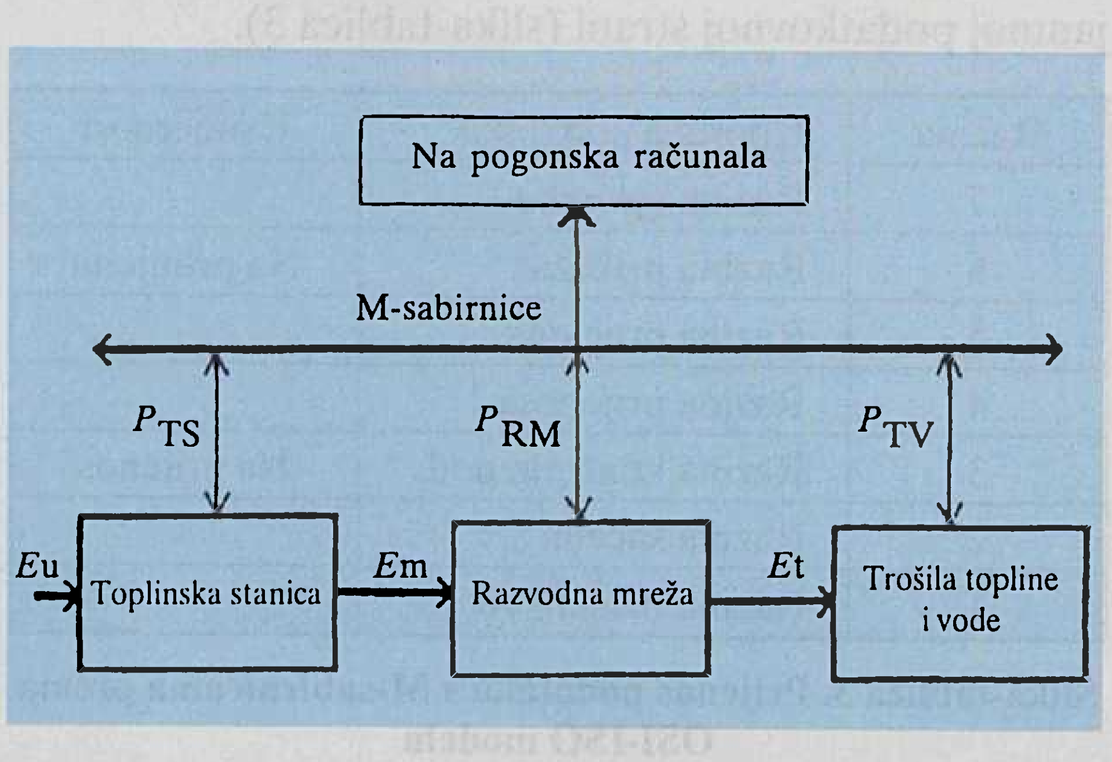


Slika 4. Oblici prijenosa podataka u pozivnom i odzivnom smjeru

abecednim redom, a svaki od osam bitovnih podataka završava provjerom pariteta. Ovakakv prijenos podataka normiran je s Internacionalnim standardom IEC 7480 [6].

PODSUSTAVI POTROŠNJE TOPLINE

Podsustavi potrošnje topline i sanitarne vode u velikim zgradama i kućama s više stanova imaju nekoliko osnovnih dijelova (slika 5).



Slika 5. Prijenos, prikupljanje i obrada podataka s podsustava potrošnje topline

a. Toplinsku stanicu za prijam i transformaciju energenata ili topline za njezinu uporabu na ogrjevnim tijelima, ili u sanitarnoj toploj vodi.

b. Ogrjevnu, razvodnu, kućnu toplinsku mrežu, i zajedničke prostore s grijanim ili negrijanim prostorima.

c. Pojedinačna trošila topline i vode, odnosno ogrjevna tijela-radijatore i mjesta (na primjer pojedinačne slavine) za uzimanje i uporabu hladne ili tople sanitarne vode.

Osnovni tehnički i procesni podaci o ovim dijelovima podsustava moraju se mjeriti ili indicirati pomoću suvremenih, digitaliziranih, i inteligentnih, mjerila i indikatora. Podaci s ovih uređaja moraju se prenašati na nadređena mjesta pogonskih centara putem elektroničkih sabirnica. Obično se u, suvremenijim, ovakvim sustavima primjenjuju ranije opisane M-sabirnice (propisane i normama EN-1434), s odgovarajućim signalnim sučeljima.

Glavni procesni podaci iz toplinskih stanica (P_{TS}), kućnih toplinskih mreža (P_{RM}), i sa trošila topline ili vode (P_{TV}), moraju se u nadređeni pogonski ili drugi centar prenašati putem M-sabirnica, radi obrade, pohrane, i svekolike njihove dalje uporabe.

Uz evidentiranje, obradu i obračun spomenutih veličina, u ovakvim se sustavima mogu, naprimjer, objediniti i prikupljanja drugih podataka, o uporabi i potrošnji plina, energije, hlađenja, električne energije i dr..

MJERILA PROCESNIH VELIČINA KOJA SE UPOTREBLJAVAJU U OVIM SUSTAVIMA

Glavna mjerila koja se primjenjuju u računalskim individualiziranim sustavima potrošnje energije i vode su:

a. Mjerila topline, s analogno digitalnom pretvorbom i prijenosom mjernih, i tehničkih nadzornih signala na M-sabirnice i u nadređene računalske i nadzorne centre ili u centre vođenja pogona. U tu se svrhu primjenjuju sve vrste suvremenih mjerila topline, koja zadovoljavaju i uvjete daljinskog prijenosa i obrade podataka.

U sastav mjerila topline obično se uračunavaju i pripadna mjerila protoka i mjerila temperatura u polaznim i povratnim cjevovodima.

b. Mjerila protoka, tlaka i temperatura pri mjerenjima potrošnje tople i hladne vode, moraju također zadovoljavati nabrojene uvjete za daljinski prijenos podataka i tehnički nadzor.

Mjerila topline, s mjerilima protoka, temperatura i tlaka moraju imati propisana tipska odobrenja.

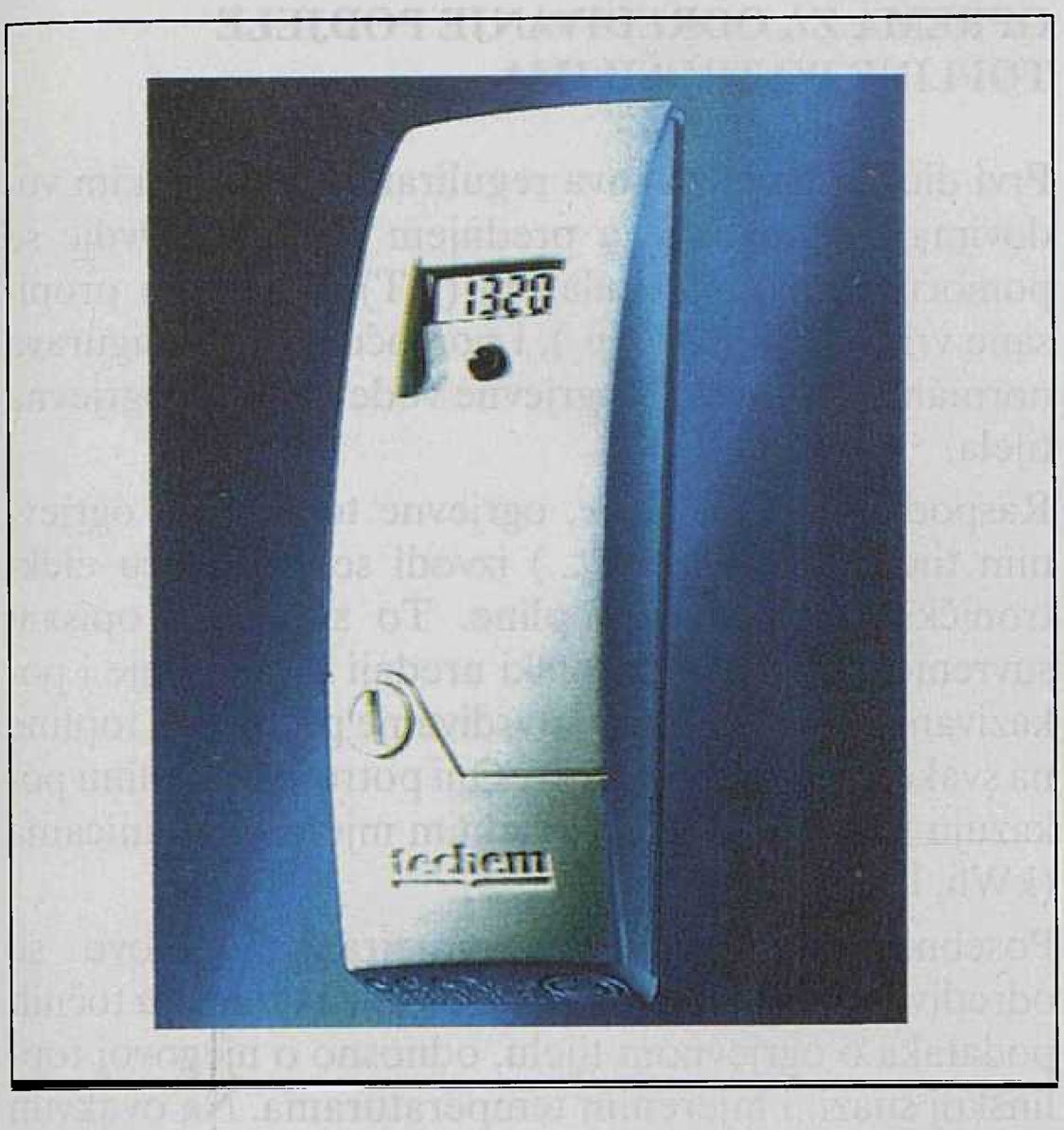
c. Elektronički razdjelnici topline. Budući da se i elektronički razdjelnici ne uračunavaju u mjerne uređaje, i oni ne podliježu klasičnim postupcima tipskog odobravanja. Oni se ubrajaju u indikatore, koji ipak moraju zadovoljavati odgovarajuće europske, i priznate DIN-standarde.

Zbog posebnosti i složenosti izvedbi, a jednako tako i velike jednostavnosti njihove praktične uporabe, ovdje će biti opisan samo jedan primjer najsuvremenijeg tipa elektroničkog razdjelnika topline (TECHEM-**EHKV 90,** slike 6. i 7).

Glavne osobitosti ovoga razdjelnika topline su:

- vrlo masovna primjena. Sada je u uporabi preko 8 milijuna primjeraka;
- optoelektroničko sučelje, s kojim je osigurano točno očitavanje i komunikacija s računalskim centrom;
- vrlo velika točnost programiranja mjerenja i određivanja utroška topline;
- osjetljivi pretvornički dio sa dva mjerna osjetila na ogrjevnom tijelu i u grijanom prostoru;
- točno kodiranje i nadzor ogrjevnog tijela i pripadnog razdjelnika topline;
- jednostavno prekapčanje na jedno ili dva osjetila temperature;
- jednostavna montaža i održavanje;
- dugotrajno, 10-godišnje napajanje s jednom LiCl baterijom.

Razdjelnik je građen u jednostavnoj i kompaktnoj izvedbi, vrlo je pogodan i jednostavan za montažu, održavanje i neposredno ili daljinsko očitavanje. Na njegovom pokazniku ciklički se izmjenjuju tri glavne veličine, a na poseban poziv može se prikazati još četrnaest razdjelnika praćenih i pokazivanih veličina i njihovih vrijednosti (slika 7).



Slika 6. Vanjski izgled suvremenog elektroničkog razdjelnika topline



Slika 7. Veličine i vrijednosti s pokaznika suvremenog razdjelnika topline

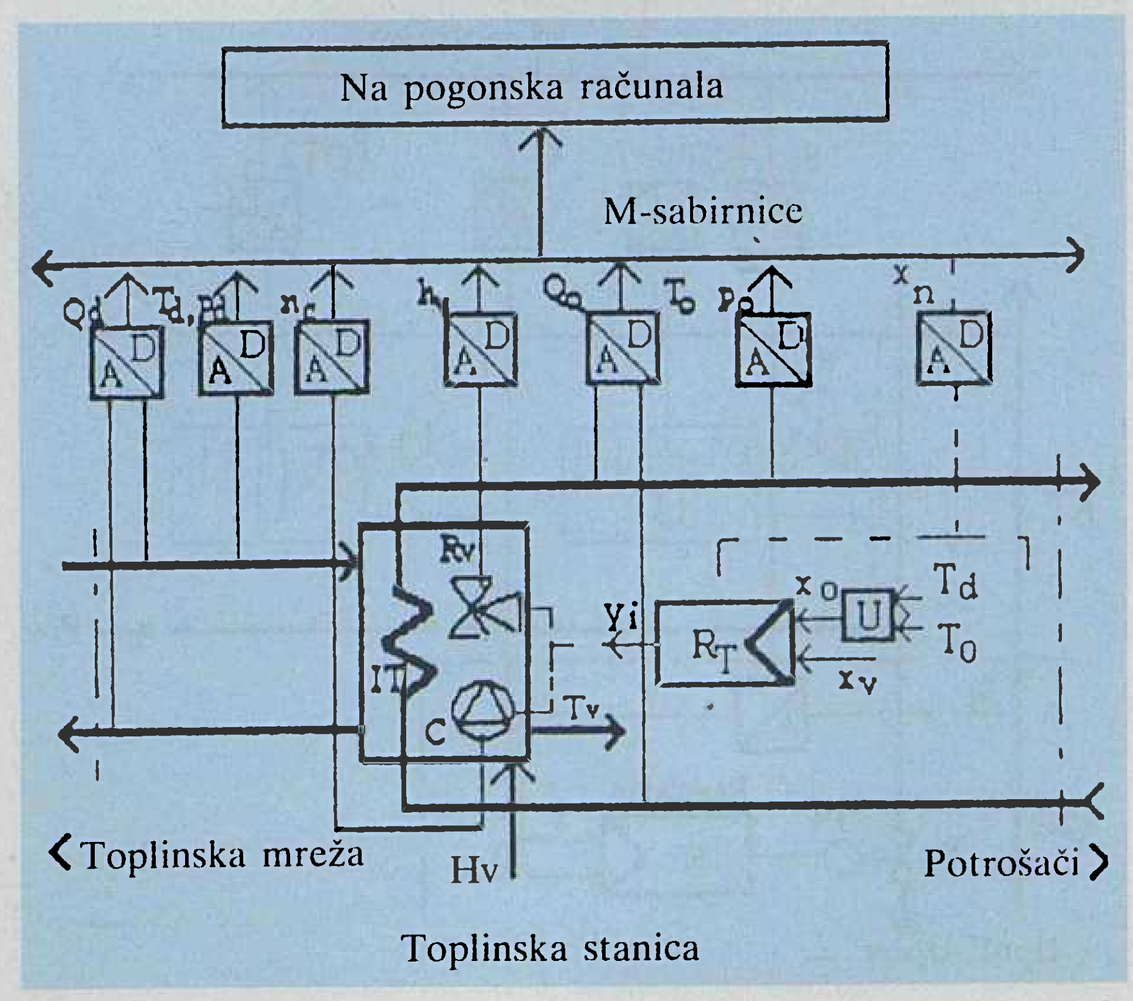
Iz ovoga jednostavnoga primjera veličina vidljivih na pokaznicima suvremenih razdjelnika topline, koji su i najjednostavniji, najbrojniji i najjeftiniji dijelovi individualiziranih sustava, može se pretpostaviti da i svi drugi, suvremeni, dijelovi opreme mjerenja drugih veličina, imaju jednako tako brojne mogućnosti daljinske kontrole, samodijagnostike i dojava nenormalnih stanja i kvarova. Ovakvi sustavi stoga omogućuju puni daljinski nadzor ogrjevnih mreža i njihovo točno, odnosno optimalno vođenje.

OSNOVNI PROCESNI I NADZORNI PODACI IZ TOPLINSKIH STANICA

Toplinske stanice mogu biti izgrađene za rad na dva osnovna načina:

a. Proizvodne toplinske stanice koje djeluju "otočno", kao samostalni objekti proizvodnje i prodaje topline. Kao energente mogu koristiti kruta, kapljevinska, i plinovita goriva. Svaka od ovih izvedbi zahtijeva i prilagođenu opremu mjerenja i atuomatike, potrebnu za računalsko vođenje, nadzor, te obračun i naplatu troškova grijanja.

b. Transformacijske toplinske stanice, grade se tako da energiju grijanja primaju iz vrelovodne mreže, i njezine osnovne i karakteristične veličine "transformiraju" u oblike vrijednosti pogodne za grijanje stambenih i ostalih prostora. Ove su stanice po svojoj osnovnoj građi najjednostavnije, i vrlo pogodne za primjenu individualiziranih računalskih sustava u evidentiranju, obradi i naplati troškova grijanja.
Pojednostavnjena shema ovakve toplinske stanice pokazana je na slici 8. Na njoj su pokazani samo osnovni dijelovi izmjenjivača topline (IT), toplinskih crpki (C), i regulacijski ventili (Rv), s kojima se izvodi "transformacija" topline iz ulaznog kruga, toplinske mreže, na



Slika 8. Prikupljanje i obrada osnovnih podataka u toplinskoj stanici

izlazni krug s kućnom razvodnom mrežom i trošilima. Izlazni je krug pokazan samo za ogrjevnu vodu. Za sanitarnu vodu ogrjevni je krug sličan, i sa slično primijenjenim mjerilima količine vode, količine topline, tlakova i temperatura vode.

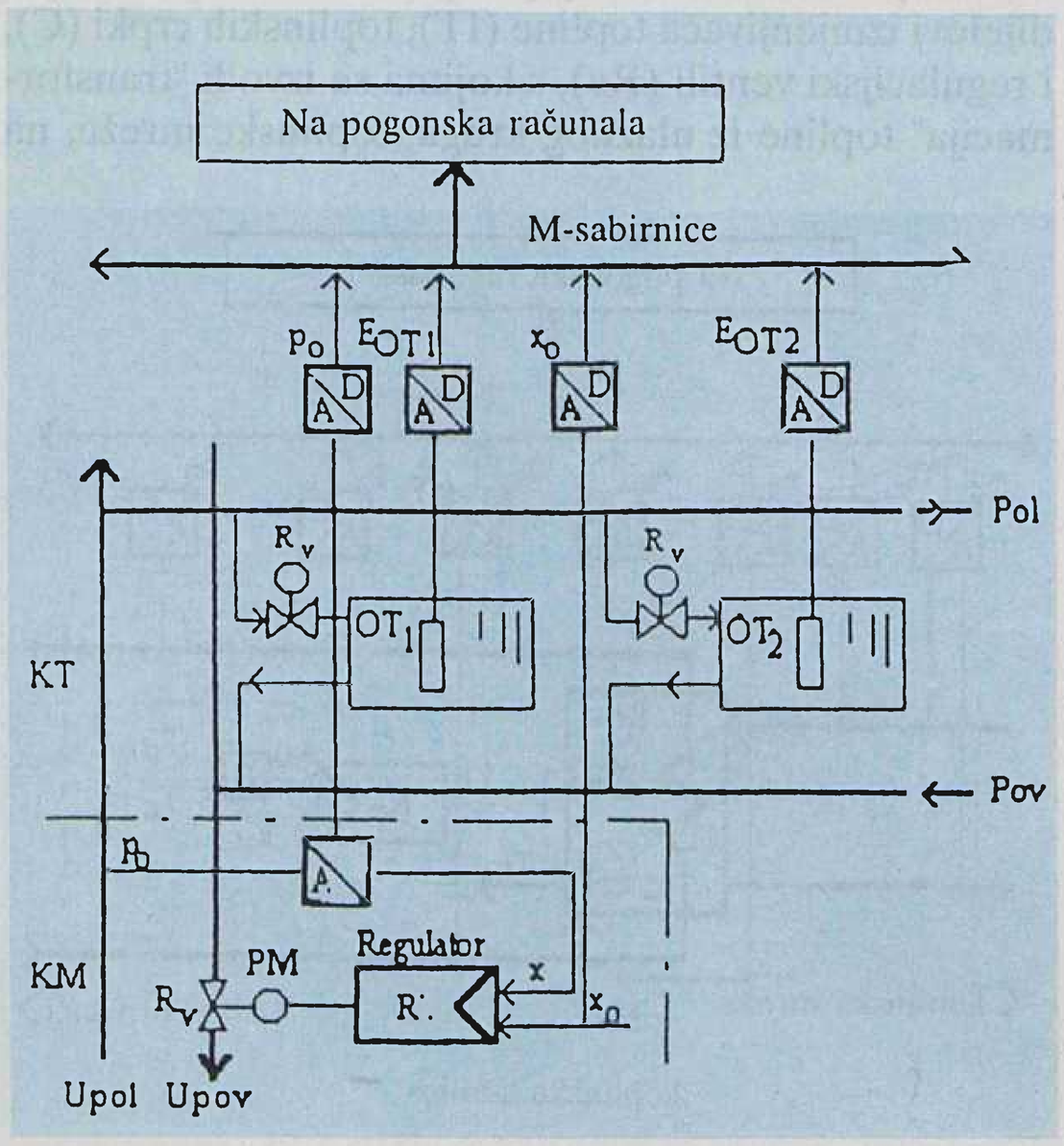
Glavne mjerene veličine ovdje su količina topline koja se uzima iz toplinske mreže (Q_d), te tlakovi i temperature vode (T_d, p_d).

U izmjenjivaču topline se, naprimjer, mjere i daljinski prenašaju glavne vođene, odnosno regulirane veličine: brzine vrtnji cirkulacijskih crpki (n_c), i položaji izvršnih dijelova regulacijskih ventila ili zaklopki (h_v). Mjere se i prenašaju i tlakovi i temperature vode u izmjenjivačima, čiji mjerni slogovi ovdje nisu pokazani.

Na izlaznim vodovima toplinske stanice mjere se količine predane topline u kućnu mrežu *(Q),* i reguliране veličine tlakovi i temperature ogrjevne vode (T_o, P_o). Sve ove veličine moraju biti digitalizirane, propisno kodirane i privedene na podsustav M-sabirnica, s kojima se dalje vode do nadređenog, obično pogonskog računalskog centra.

MJERENJA I NADZOR NA OPREMI KUĆNE RAZVODNE MREŽE

U suvremenim kućnim razvodnim mrežama mjere se i reguliraju tlakovi u glavnim razdjelnicima i usponskim vodovima ogrjevne vode. Ovaj se dio opreme vođenja i nadzora može promatrati i kao dio podsustava kućne potrošnje, ili kao dio opreme toplinske stanice. U ovom prikazu ovaj je dio opreme vođenja pokazan zajedno s opremom mjerenja potrošača, odnosno u stanovima (slika 9).



Slika 9. Prikupljanje podataka o reguliranju tlaka, utroščima topline i temperaturama ogrjevnih tijela

OPREMA ZA ODREĐIVANJE PODJELE TOPLINE PO TROŠILIMA

Prvi dio opreme krugova reguliranja u usponskim vodovima spomenut je u prednjem odjeljku. Ovdje se pomoću posebnih regulatora (RT), održavaju propisane vrijednosti tlaka (p_o), i pomoću njih se osigurava normalno protjecanje ogrjevne vode kroz sva ogrjevna tijela.

Raspodjela, ili mjerenje, ogrjevne topline po ogrjevnim tijelima (OT_1, OT_2...) izvodi se s pomoću elektroničkih razdjelnika topline. To su ranije opisani suvremeni mikroprocesorski uređaji za mjerenje i pokazivanje temperature, i utvrđivanje potrošene topline na svakom ogrjevnom tijelu. Oni potrošenu toplinu pokazuju i neposredno u fizikalnim mjernim jedinicama (kWh, i °C).

Posebnim postupcima programiranja, njihovo se određivanje potrošene topline izvodi na temelju točnih podataka o ogrjevnom tijelu, odnosno o njegovoj toplinskoj snazi, i mjerenim temperaturama. Na ovakvim elektroničkim razdjelnicima topline mogu se pamtiti, i radi usporedbe, rabiti podaci o potrošnji energije u prošloj sezoni grijanja, trenutne vrijednosti ukupne potrošnje i temperatura ogrjevnih tijela.

Svi se spomenuti podaci, kao i dijagnostički podaci o tehničkom stanju razdjelnika mogu i daljinski prenositi i rabiti.

Zbog primjene elektroničkih mikroprocesorskih razdjelnika, računalskih prijenosnih mreža, i računalskih sustava, očitavanja podataka s razdjelnika topline je praktično istodobno. Stoga u ovakvim sustavima praktično nema periodičkih ulazaka u stanove, i svih onih poteškoća koje u starijim sustavima s neposrednim očitavanjem dolaze u komunikacijama s potrošačima.

ZAKLJUČAK

Primjena računalskih sustava u individualiziranim sustavima mjerenja potrošene toplinske energije i vode je nov najsuvremeniji način obavljanja ovih složenih, skupih i vrlo korisnih poslova.

S njima se omogućava racionalna potrošnja toplinske energije grijanja i vode, i omogućavaju značajne uštede i manji utrošak energenata čime se i znatno unaprjeđuje ukupni život ljudi i zaštita okoliša. Većina europskih zemalja je ovakve sustave uvela kao zakonski obvezatne sustave mjerenja i nadzora trošenja toplinske energije i vode.

U nas još nema ni planiranih, ni izgrađenih i primijenjenih ovakvih računalskih sustava. U tu svrhu nemamo ni primjerene zakonske regulative. Ovoj ukupnoj problematici, i kao neodgodivom gospodarskom i pravnom zadatku, moramo pristupiti ozbiljno i bez odgađanja. S time ćemo znatno unaprijediti naše ukupno gospodarsko stanje.

LITERATURA

[1] Energija u strategiji razvitka grada Zagreba, Poglavarstvo grada Zagreba, Zagreb 1982.

[2] Energija u Hrvatskoj 1990-1994, Ministarstvo gospodarstva Hrvatske, 1995.

[3] Atatistički ljetopis Republike Hrvatske, 1996.

[4] B. POLJAK: "Mogućnosti racionalne potrošnje energije u stambenim zgradama priključenim na daljinska grijanja", EEG, No. 15,9/96.

[5] F. RAJIĆ: "Jesmo li spremni za individualizaciju troškova grijanja i uporabe vode", Simpozij Interklima 97.

[6] The M-bus: A Documentation, webmaster m-bus. com 17. 09. 1998.

CURRENT COMPUTER SYSTEMS FOR INDIVIDUAL DATA EVALUATION AND PAYMENT OF HEAT AND WATER USAGE COSTS

The paper describes the most up-to-date European measurements for characteristic quantities, data transfer, evaluation and control of their correctness, storage, calculation and bill transfer to the users of district heating and water by means of new communication subsystems with M-busbars. Examples of current equipment for cost individualisation and computer systems used for that purpose are presented as well as modes and works for their application, maintenance and rational usage.

ZEITGEMÄSSE RECHNERANORDNUNGEN MIT ZIELANGEPASSTEM VERARBEITEN VON DATEN SOWIE VON VÄRME - UND WARMWASSER - VERBRAUCHSZAHLUNG

Beschrieben im Artikel werden neueste europäische Methoden der Daten -Meßung und -Übertragung kennzeichnender Größen, sowie der Verarbeitung, Genauigkeitsüberprüfung und Archivierung dieser Daten, sammt Rechnungs-Auswertung und Zustellung der Rechnungen an Nutzniesser von Fernheizungen und Warmwassergebrauch. Dazu werden neue Übermittlungsuntersysteme mit einer Busdatenübertragungsrate im Megagebiet verwendet. Dargestellt werden Beispiele der Ausführung zeitgemässer anwenderbezogenen Ausrüstung und zu ihr passender Rechnersysteme, sammt den Methoden und den dabei zu unternehmenden Haupteingriffen für die Aufrichtung, Wartung und zweckmässige Anwendung dieser Ausrüstung.

Naslov pisca:

Mr. sc. Florijan Rajić, dipl. ing.
Omiška 18
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-10-22.

PREGLED IEEE-ovih NORMI ZA LOKALNE I GRADSKE RAČUNALNE MREŽE

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, Zagreb

UDK 389.6:681.3
PREGLEDNI ČLANAK

Članak pruža pregled normi objavljenih do kolovoza 1999. unutar IEEE Projekta 802. IEEE Projekt 802, odnosno IEEE 802 Odbor za normizaciju lokalnih i gradskih mreža (LAN-ova i MAN-ova), nadležan je za IEEE/ANSI i ekvivalentne IEC/ISO JTC 1 međunarodne norme u području LAN-ova i MAN-ova. U članku je najprije prikazan referentni model IEEE-ove LAN/MAN arhitekture te su zatim ukratko opisani parametri LAN/MAN dizajna. U nastavku su detaljnije opisane pojedine LAN/MAN tehnologije, uključivši Ethernet, Token Bus, Token Ring, DQDB i druge.

Ključne riječi: normizacija, umrežavanje, lokalna mreža, LAN, gradska mreža, MAN, računalna mreža.

Uvod

Koncepcija lokalnih računalnih mreža predstavlja logičan razvoj računalne tehnologije. Pojava osobnih računala u potpunosti je izmijenila računalstvo, ali i način međusobnog povezivanja računalnih uređaja. Pri obradi podataka na većem broju osobnih računala, umjesto na jednom velikom računalu (mainframe) ili manjem broju miniračunala, naglo raste potreba i značenje razmjenjivanja podataka i dijeljenja resursa. Značajna promjena sa stanovišta međusobnog povezivanja je smještaj inteligencije u korisnički uređaj; za razliku od dotadašnjih "glupih" terminala za čije je spajanje na centralno računalo potreban inteligentni uređaj (npr. statistički multiplekser ili terminalski poslužitelj), osobna računala pri komunikaciji pokreću skup komunikacijskih protokola prema kojima se odvija razmjena podataka između računala. Sustav samostalnih računalnih uređaja međusobno povezanih radi omogućavanja razmjene podataka naziva se računalna mreža.

Rane računalne mreže rješenja su pojedinih proizvođača ili grupe proizvođača, tako da 70-tih godina na tržištu postoji širok raspon međusobno neusklađenih rješenja.

Dok je u doba velikih računala i miniračunala bilo uobičajeno većinu ili sve komponente za umrežavanje nabaviti od proizvođača centralnog računala, doba osobnih računala zbog njihovog naglog razvoja, značajnog povećanja broja korisnika i rastuće potrebe njihovog umrežavanja donosi pojavu velikog broja novih proizvođača koji sve češće nisu u mogućnosti ponuditi cjelokupno rješenje za izgradnju računalne mreže. Korisnicima, a i proizvođačima potrebno je osigurati mogućnost integracije proizvoda različitih proizvođača, što zahtijeva normizaciju računalnih mreža.

Kao rezultat takve situacije, 1980. godine unutar Računalnog društva IEEE-a utemeljen je Odbor za normizaciju lokalnih računalnih mreža. Odbor pokreće projekt nazvan Projekt 802 (prema godini i mjesecu početka rada).

Institut inženjera elektrotehnike i elektronike, IEEE, najveće je svjetsko udruženje tehničkih profesionalaca s preko 330.000 pojedinačnih članova u 150-tak zemalja i vodeći je autoritet u širokom rasponu tehničkih područja. IEEE promovira inženjerski pristup stvaranju, razvijanju, integriranju i primjeni znanja o električnim i informatičkim tehnologijama i znanostima na dobrobit čovječanstva i profesije.

Zanimljivo je da IEEE izdaje 30% literature iz područja električnog inženjerstva i računalnih tehnologija izdane u svijetu.

Vizija IEEE-a sadržana je u njegovom logotipu – IEEE: umrežava svijet.

U sklopu IEEE-a djeluje 36 društava, među kojima i Računalno društvo (Computer Society), čije su normizacijske aktivnosti usmjerene na osiguranje organizacijskog okvira i okruženja poticajnog za razvoj široko prihvaćene normizacijske aktivnosti koja će unaprijediti teoriju i praksu znanosti i tehnologije računalstva i informatičke obrade.

Adresa Instituta na Internetu je **www.ieee.org**

Prva norma izdana u okviru Projekta 802 je IEEE 802.3, uobičajeno zvana Ethernet. Nastala je na osnovi specifikacije Ethernet-a [1], često zvane i DIX po prvim slovima njenih tvoraca, tvrtkama Digital Equipment Corporation - DEC, Intel i Xerox. IEEE je preradio neke dijelove DIX-norme, osobito u području definicije strukture okvira, ali na način koji omogućuje međusobni rad uređaja temeljenih na DIX i IEEE normama.

Za lokalne računalne mreže uskoro su normirane još dvije tehnologije: Token Bus i Token Ring.

Područje rada se širi i na gradske mreže, MAN, nakon čega odbor mijenja naziv u današnji, Odbor za normizaciju lokalnih i gradskih računalnih mreža, LMSC.

Rezultat skoro dvadeset godina rada u okviru Projekta 802 je 30-tak normi koje tvore obitelj normi IEEE 802 [2].

Lokalna računalna mreža, LAN, je mreža za komunikaciju ravnopravnih stanica putem dijeljenog medija kod koje emitirana informacija dospijeva do svih stanica [2]. Stanicama omogućuje direktnu komunikaciju po zajedničkom fizičkom mediju na točka-točka osnovi bez komutirajućeg čvora između njih, a namijenjena je geografskom području umjerene veličine, kao što je poslovna zgrada ili kompleks poslovnih zgrada.

MAN je namijenjen većem geografskom području nego LAN; od nekoliko blokova zgrada do cijelih gradova.

Namjena LAN-a i MAN-a je podrška širokog raspona aplikacija (prijenos datoteka, obrada teksta, elektronska pošta, pristup bazama podataka, digitalni govor, automatizacija ureda, aplikacije za integrirani govor i podatke, upit/odgovor), te podrška različitih podatkovnih uređaja (računala, terminali, uređaji za pohranu podataka, pisači, crtači, fotokopirni uređaji, uređaji za praćenje i kontrolu, pristupnici i premosnici za druge mreže, uređaji za integraciju govora i podataka).

Oblikovanje i organizacija LAN-ova i MAN-ova prema normizaciji IEEE-a predmet je ovog članka.

U točci 1 objašnjena je organizacija rada LMSC-a i dan je popis normi obitelji IEEE 802 izdanih do kolovoza 1999. godine. Vidljiva je podjela na norme koje definiraju specifične LAN i MAN tehnologije, te norme koje su zajedničke za sve tehnologije.

U točci 2 opisana je arhitektura obitelji normi IEEE 802 [2], koja predstavlja zajednički okvir za sve LAN i MAN tehnologije.

U točci 3 dan je pregled parametara definiranja LAN-ova i MAN-ova.

U točci 4 dan je kratki opis LAN i MAN tehnologija definiranih u okviru Projekta 802 do kolovoza 1999.

U točci 5 objašnjene su sve kratice korištene u članku.

Slijede zaključak i literatura navedena redoslijedom spominjanja u članku.

1. PREGLED POTVRĐENIH I OBJAVLJENIH NORMI IEEE 802

Do kolovoza 1999. godine rad odbora LMSC odvijao se unutar 15 radnih grupa, a može se u najgrubljim crtama podijeliti na pet područja kako slijedi:

- pregled, arhitektura i način međusobnog rada – radna grupa 802.1
- kontrola logičke veze – radna grupa 802.2
- pristupne metode i fizička signalizacija za specifične vrste LAN i MAN tehnologija
  - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – radna grupa 802.3
  - Token Bus – radna grupa 802.4
  - Token Ring – radna grupa 802.5
  - Distributed Queue Dual Bus – radna grupa 802.6
  - Integrated Services – radna grupa 802.9
  - Wireless LAN – radna grupa 802.11
  - Demand Priority – radna grupa 802.12
  - Cable Modem – radna grupa 802.14
  - Wireless Personal Area Network – radna grupa 802.15
  - Broadband Wireless Access – radna grupa 802.16
- širokopojasne i optičke tehnologije – radne grupe 802.7 i 802.8
- sigurnost – radna grupa 802.10

Rezultat rada radne skupine je izdavanje IEEE norme.

Rad na razvoju IEEE norme započinje Zahtjevom za autorizaciju projekta, koji se podnosi nakon najviše pola godine rada na novom području. Projekt se može odnositi na razvoj nove norme, reviziju postojeće ili na dodatak postojećoj normi.

Uz Zahtjev za autorizaciju projekta prilaže se i obrazloženje o zadovoljavanju pet kriterija za razvoj normi obitelji IEEE 802, a to su širok marketinški potencijal, kompatibilnost, jedinstven identitet, tehnička izvedivost, te ekonomska izvedivost [3].

Ukoliko se Zahtjev odobri, definira se novi Projekt razvoja IEEE norme. Svaki projekt odobren unutar radne grupe dobiva oznaku P802.xy, gdje je "x" broj koji označava radnu grupu, a "y" slovo dodijeljeno projektu. Po potrebi se uz odobrenje projekta formira i nova radna grupa.

Rad radne grupe na projektu rezultira Nacrtom norme (Draft Standard), koji se u konačnici nakon prihvaćanja glasovanjem na višoj razini i revizije prihvaća i izdaje kao IEEE norma 802.xy. Detaljan opis postupka donošenja IEEE normi dan je u [3].

LMSC surađuje s drugim nacionalnim i međunarodnim organizacijama za normizaciju; većina Nacrta normi šalje se paralelno na priznavanje zajedničkom tehničkom odboru ISO/IEC JTC1.

U tablici 1 navedene su norme obitelji IEEE 802 koje se odnose na pristup mediju i kontrolu logičke veze, a međunarodno su priznate i izdane kao ISO/IEC norme.

Treba istaknuti da radna grupa 802.14 još nema izdanu IEEE normu, a radne grupe 802.15 i 802.16 su tek oformljene u ožujku 1999. Kako su norme ostalih radnih grupa koje se bave pristupom mediju zastupljene u tablici 1, vidi se da IEEE i ISO/IEC blisko surađuju na razvoju LAN i MAN normi.

Također, iz tablice 1 vidi se dogovoreni način označavanja: IEEE norme koje se bave pristupnim metodama i imaju oznaku 802.x izdaju se kao međunarodne ISO/IEC norme s oznakom 8802-x.

Uz normizaciju različitih LAN-ova, važna zadaća odbora IEEE 802 je utvrditi pravila jedinstvena za sve vrste LAN-ova kako bi različiti LAN-ovi mogli razmjenjivati podatke. Taj dio aktivnosti obavlja radna grupa 802.1, a glavnina izdanih normi te radne grupe također je priznata i izdana kao međunarodne norme ISO/IEC, popis kojih je dan u tablici 2.

Sve norme iz obitelji IEEE 802 moraju biti u skladu s normama IEEE 802 (Pregled i arhitektura), 802.1D (MAC premosnici), 802.1Q (prividne mreže) i dijelovima norme 802.1f (zajedničke definicije i procedure za upravljačke podatke).

U tablici 3 navedene su izdane IEEE norme koje još nisu potvrđene kao međunarodne ISO/IEC norme. Vrijedno pozornosti je novo izdanje norme IEEE 802.3, koje uz dosadašnje zajedničko IEEE/ISO/IEC izdanje iz 1996. godine između ostalog obuhvaća i specifikaciju Fast Ethernet-a, te Gigabit Ethernet-a.

Podaci u tablicama 1, 2 i 3 temelje se na [4] zaključno s kolovozom 1999. godine.

2. ARHITEKTURA IEEE LAN-ova

Temeljna norma obitelji normi IEEE 802 [2] daje njihov pregled, definira njihov odnos prema referentnom modelu za povezivanje otvorenih sustava, OSI RM-u, i protokolima za više slojeve, te utvrđuje identifikaciju protokola.

U nastavku je opisan referentni model za LAN-ove i MAN-ove, način identifikacije protokola viših slojeva, te način adresiranja u LAN-ovima i MAN-ovima.

2.1. Referentni model za IEEE 802 LAN i MAN

- **slojevi i podslojevi**

Obitelj normi IEEE 802 obuhvaća funkcionalnost dva najniža sloja OSI RM-a, a to su fizički sloj i sloj podatkovne veze (slika 1).

Referentni model za povezivanje otvorenih sustava, OSI RM [5] je opis opće strukture prema kojoj treba graditi norme i protokole. Razložen je na sedam slojeva prikazanih na slici 1. Svaki sloj osigurava usluge za sloj neposredno iznad, koje se temelje na funkcijama samog sloja i uslugama koje osiguravaju niži slojevi.

Funkcija **fizičkog sloja** je pretvoriti podatke u signale kompatibilne s komunikacijskim medijem i poslati ih na medij uz osiguranje sinkronizacije i vremenskog usklađivanja signala. U tu svrhu potrebno je definirati mehanička i električna svojstva važna za fizičku vezu između krajnjih uređaja.

Sloj podatkovne veze pretvara prijenos fizičkim kanalom kojem su svojstvene pogreške u prijenos

Tablica 1. Norme obitelji IEEE 802 - serija Specifični zahtjevi

Serija normi "Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements"	
ISO/IEC 8802-2: 1998 [ANSI/IEEE Std 802.2, 1998]	Part 2: Logical link control.
ISO/IEC 8802-3: 1996 [ANSI/IEEE Std 802.3, 1996]	Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications.
ISO/IEC 8802-4: 1990[ANSI/IEEE Std 802.4, 1990]	Information processing systems--Local area networks--Part 4: Token-passing bus access method and physical layer specifications.
ISO/IEC 8802-5: 1998 [ANSI/IEEE Std 802.5, 1995]	Part 5: Token ring access method and physical layer specifications
ISO/IEC 8802-5: 1998/Amd.1:1998 [ANSI/IEEE Std 802.5r-1997 and 802.5j-1997,1998]	Part 5: Token ring access method and physical layer specifications. Amendment 1: Dedicated token ring operation and fibre optic media
ISO/IEC 8802-6: 1994 [ANSI/IEEE Std 802.6, 1994]	Part 6: Distributed Queue Dual Bus (DQDB) access method and physical layer specifications
ISO/IEC 8802-9: 1996 [ANSI/IEEE Std 802.9-1994]	Part 9: Integrated Services (IS) LAN Interface at the Medium Access Control (MAC) and Physical (PHY) Layers
ISO/IEC 8802-11:1999 [ANSI/IEEE Std 802.11, 1999]	Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications
ISO/IEC 8802-12:1998 [ANSI/IEEE Std 802.12, 1998]	Part 12: Demand-Priority access method, physical layer and repeater specifications.

virtualnim komunikacijskim kanalom bez pogrešaka, tako da sloj mreže ima na raspolaganju idealan komunikacijski kanal. U tu svrhu ovaj sloj rastavlja poruku u manje segmente koje pakira u okvire podataka, omeđuje okvire i prepoznaje njihove granice, šalje i prima okvire s podacima, prima okvire potvrđivanja ispravnog prijema, ponovno šalje pogrešno primljene ili izgubljene okvire, provjerava integritet primljenih podataka, upravlja pristupom i korištenjem komunikacijskog kanala te osigurava ispravan redoslijed poslanih okvira podataka.

Iz slike 1 vidi se da organizacija LAN-ova i MAN-ova odgovara OSI RM-u u odnosu na slojeve i položaj granica njegovih usluga, s tim da u drugom sloju osim podsloja za kontrolu logičke veze, LLC, zbog dijeljenja zajedničkog medija uvijek mora postojati i podsloj za kontrolu pristupa mediju, MAC.

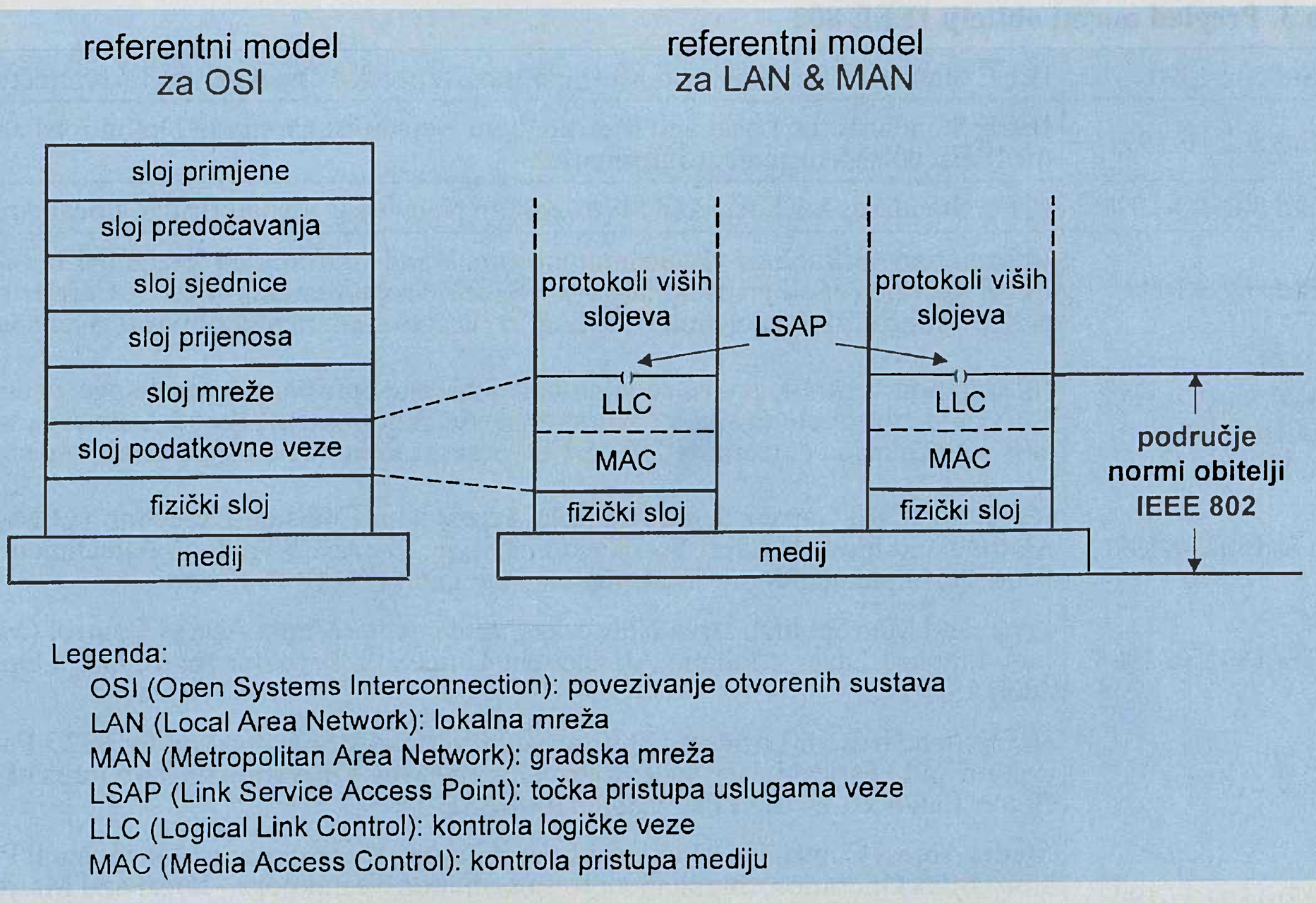
Podsloj LLC [6] je zajednički svim IEEE 802 LAN-ovima i MAN-ovima. Osigurava različite ulaze za različite korisnike iz viših slojeva. Za adresiranje takvog ulaza definira se točka pristupa usluzi veze, LSAP (slika 1).

Podsloj LLC pruža višim slojevima tri vrste usluga za komuniciranje podacima između LSAP-ova:

- vrsta 1: ne-vezno-orijentiran pristup bez potvrde
  LLC entiteti razmjenjuju informacijske okvire bez prethodne uspostave logičke veze. Nema potvrde primitka LLC okvira, kontrole toka, niti postupka za oporavak od pogreške. Prema tome, u ovom slučaju podsloj LLC nema važniju ulogu; samo prosljeđuje podatke između LSAP-a i podsloja MAC.

Tablica 2. Norme obitelji IEEE 802 - serija Zajednički zahtjevi

Serija normi "Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Common requirements"	
ISO/IEC 15802-2: 1995 [ANSI/IEEE Std 802.1B, 1995]	Part 2: LAN/MAN management.
IEEE Std 802.1B-1992	Local and Metropolitan Area Networks: LAN/MAN Management
IEEE Std 802.1k-1993.	Local and Metropolitan Area Networks: Discovery and Dynamic Control of Event Forwarding (Clause 11).
ISO/IEC 15802-3: 1998 [ANSI/IEEE Std 802.1D,1998]	Part 3: Media Access Control (MAC) Bridges
ISO/IEC 10038:1993 [ANSI/IEEE Std 802.1D,1993]	Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local area networks--Media Access Control (MAC) Bridges
P802.1p	Standard for Local and Metropolitan Area Networks--Supplement to Media Access Control (MAC) Bridges: Traffic Class Expediting and Dynamic Multicast Filtering.
IEEE Std 802.1j-1996.	Supplement to Information technology --Telecommunications and information exchange between systems --Local area networks --Media access control (MAC) bridges: Managed Object for MAC bridges
IEEE Std 802.6k-1992	IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Supplement to Media Access Control(MAC) Bridges IEEE Standard 802.6 DQDB Subnetwork of a MAN
802.11c	IEEE Standards for Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local Area Networks - Media Access Control(MAC) bridges - Supplement for Support by IEEE 802.12
P802.12e	Supplement for Support by IEEE Std 802.12--Standard for Information Technology--Local and Metropolitan Area Networks--Part 1D: Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Media access control (MAC) bridges - Supplement for Support by IEEE 802.12
ISO/IEC 15802-4: 1994 [ANSI/IEEE Std 802.1E,1994]	Part 4: Syst em Load Protocol.
IEEE Std 802.1E-1990	Local and Metropolitan Area Networks: System Load Protocol
IEEE Std 802.1m-1993.	Local and Metropolitan Area Networks: System Load Protocol Supplement: Managed Object Definitions and Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma
ISO/IEC 15802-5: 1998 [ANSI/IEC Std 802.1G,1998]	Part 5: Remote Media Access Control (MAC) bridging



Slika 1. Područje normi obitelji IEEE 802 u odnosu na referentni model za OSI

- vrsta 2: vezno-orijentiran pristup

  Prije razmjene podataka uspostavlja se logička veza para LLC entiteta. Informacijski okviri se u fazi prijenosa podataka prenose i primaju u nizu. Osigurana je kontrola toka i postupak za oporavak od pogreške.

- vrsta 3: ne-vezno-orijentiran pristup s potvrdom

  LLC entiteti razmjenjuju informacijske okvire bez prethodne uspostave logičke veze. Primitak LLC okvira se potvrđuje, čime je omogućen oporavak od pogreške i osiguran prijam okvira ispravnim redoslijedom.

Struktura LLC-okvira prikazana je na slici 2a.

LLC-okvir sadrži polja LSAP adresa odredišta i LSAP adresa pošiljatelja za identifikaciju protokola višeg sloja. Slijedi kontrolno polje kojim se podržava kontrola toka i potvrđivanje primitka LLC-okvira potrebno kod usluga vrste 2 i 3. Zadnje je podatkovno polje koje služi za prijenos podataka višeg sloja.

Podsloj MAC obavlja za podsloj LLC kontrolu pristupa mediju, adresiranje i prepoznavanje okvira. Za različite aplikacije zahtijevaju se različite opcije u podsloju MAC, te je struktura MAC-okvira različita za različite LAN-ove. Pritom MAC-okvir uvijek sadrži polja za MAC-adresu odredišta i MAC-adresu pošiljatelja, te podatkovno polje za prijenos LLC-okvira. Struktura MAC-adrese prikazana je u nastavku.

Svaki uređaj u LAN-u kojem je pridružena MAC-adresa naziva se MAC-stanica. MAC-stanica osigurava jedan ulaz za podsloj LLC.

Fizički sloj osigurava jedan ulaz za jednu MAC stanicu. Odašiljanjem i primitkom bitova između dva entiteta fizičkog sloja obavlja se razmjena bitova MAC-okvira između dvije MAC-stanice. Bitovi se šalju na medij u obliku signala. Fizički sloj osigurava mogućnost prenošenja i primanja moduliranih signala pridijeljenih određenim frekvencijskim kanalima u slučaju širokopojasnog prijenosa, odnosno jednom kanalu za slučaj prijenosa u osnovnom pojasu.

Prema tome, identifikacija korisnika podsloja LLC minimalno sadrži adresno polje podsloja MAC (MAC-adresa) i adresno polje podsloja LLC (LSAP).

- **upravljanje**

Upravljačke informacije potrebne za upravljanje konfiguracijom, pogreškama, performansama, sigurnošću i tarifiranjem razmjenjuju se u skladu s upravljačkim protokolima; primjer normiranih upravljačkih protokola jesu [7] i [8].

- **povezivanje LAN-ova**

Standardne metode za povezivanje LAN-ova mogu se razvrstati u tri razreda:

- pristup zasnovan na prijenosnicima (repeater)

Jedan od problema pri izvedbi fizički većih mreža je degradacija kvalitete električnog signala prigodom njegovog prostiranja dugačkim kabelskim dionicama. Namjena prijenosnika je održati zadovoljavajuću kvalitetu signala u slučaju premašivanja fizičkih granica tehnologije. S tom svrhom prijenosnik međusobno spaja segmente mrežnog medija, prima signale iz pojedinog mrežnog segmenta, obnavlja ih u električnom smislu (pojačava im snagu i popravlja vremensku karakteristiku), te zatim ob-

Tablica 3. Pregled normi obitelji IEEE 802

IEEE Std 802-1990	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Overview and Architecture
IEEE Std 802.1F-1993	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Common Definitions and Procedures for IEEE 802 Management Information
IEEE Std 802.1Q-1998	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Virtual Bridge Local Area Networks
IEEE Std 802.3-1998 SADRŽI: ISO/IEC 8802-3: 1996 [ANSI/IEEE Std 802.3, 1996] IEEE Std 802.3r-1996 IEEE Std 802.3u-1995 IEEE Std 802.3x&y-1997 IEEE Std 802.3z-1998 IEEE Std 802.3aa-1998	Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements--Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications. IEEE Standard Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications -Type 10BASE5 Medium Attachment Unti (MAU) Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma Local and Metropolitan Area Networks-Supplement - Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layer, Medium Attachment Units and Repeater for 100Mb/s Operation, Type 100BASE-T IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Specification for 802.3 Full Duplex Operation and Physical Layer Specification for 100 Mb/s Operation on Two Pairs of Category 3 or Better Balanced Twisted Pair Cable (100BASE-T2) Media Access Control Parameters, Physical Layers, Repeater and Management Parameters for 1,000 Mb/s Operation, Supplement to Information Technology - Local and Metropolitan Area Networks - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications Maintenance Revision #5 (100 BASE-T), Standard for Information Technology - Local and Metropolitan Area Networks - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications - Maintenance Revision #5 (100 BASE-T)
IEEE Std 802.3ab-1999	Supplement to IEEE Std 802.3, 1998 Edition --Physical Layer Parameters and Specification for 1000 Mb/s Operation over 4-pair of Category 5 Balanced Copper Cabling, Type 1000BASE-T
IEEE Std 802.3ac-1998	Supplement to IEEE Std 802.3, 1998 Edition -- Frame Extensions for Virtual Bridged Local Area Network (VLAN) Tagging on 802.3 Networks
IEEE Std 802.4h-1997	Standard for Token Passing Bus Acccess Method and Physical Layer Specification--Alternative use of BNC-connectors and Manchester Encoded Signaling Methods for Single Channel Bus Physical Layer Entities
IEEE Std 802.5c-1991	Supplement to IEEE Std 802.5-1989, Local and Metropolitan Area Networks: Recommended Practice for Dual Ring Operation with Wrapback Reconfiguration
IEEE Std 802.6j-1995	IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Supplement to Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Access Method and Physical Layer Specifications: Connection-Oriented Service on a Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Subnetwork of a Metropolitan Area Network (MAN)
IEEE Std 802.7-1989	IEEE Recommended Practices for Broadband Local Area Networks
IEEE Std 802.9a-1995	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Supplement to Integrated Services (IS) LAN Interface at the Medium Access Control (MAC) and Physical (PHY) Layers: Specification of ISLAN16-T
IEEE Std 802.9c-1995	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Supplement to Integrated Services (IS) LAN Interface at the Medium Access Control (MAC) and Physical (PHY) Layers: Managed Object Conformance Statement (MOCS) Proforma
IEEE Std 802.9d-1995	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Supplement to Integrated Services (IS) LAN Interface at the Medium Access Control (MAC) and Physical (PHY) Layers: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma
IEEE Std 802.10-1998	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Interoperable LAN/MAN Security (SILS)
IEEE Std 802.10a-1998	Supplement to IEEE Std 802.10-1998 -- Standard for Interoperable LAN/MAN Security (SILS): Security Architecture Framework
IEEE Std 802.10c-1998	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Supplement to Standard for Interoperable LAN/MAN Security (SILS): Key Management
IEEE Std 802.11Q-1998	IEEE Standards for Local and Metropolitan Networks: Virtual Bridge Local Area Networks
IEEE Std 802.12c-1998	Standard for Information Technology -- local and Metrolopolitan Area Networks -- Part 12: Demand-Priority Access Method, Physical Layer and Repeater Specifications: Supplement for Full Duplex Operation

a)

LSAP adresa odredišta	LSAP adresa pošiljatelja	kontrolno polje	podatkovno polje
1 oktet	1 oktet	1 ili 2 okteta	M okteta

b)

LSAP adresa odredišta	LSAP adresa pošiljatelja	kontrolno polje	jedinstveni identifikator organizacije	vrsta protokola	podaci
0101 0101 AA	0101 0101 AA	1 ili 2 okteta	3 okteta	2 okteta	N okteta

LSAP za SNAP

SNAP-identifikator protokola

Legenda:
LSAP (Link Service Access Point): točka za pristup usluzi veze
SNAP (Sub-Network Access Protocol): podmrežni pristupni protokol
LLC (Logical Link Control): kontrola logičke veze

Slika 2. LLC-okvir: a) struktura; b) korištenje za SNAP

novljene signale šalje na segmente spojene na ostale ulaze prijenosnika. Na taj način omogućuje da se niz kabelskih segmenata tretira kao jedan.

Pritom može primiti i dekodirati podatke iz bilo kojeg segmenta uz granične (najlošije) uvjete u pogledu smetnji, vremenskih karakteristika signala i njegove amplitude.

Međutim, prijenosnici nisu u stanju izvoditi složenija filtriranja ili neku drugu obradu podataka. Uz to, svi električni signali, uključujući i smetnje, prenose se i pojačavaju. Ukupan broj prijenosnika i mrežnih segmenata u LAN-u ograničen je zbog vremenskog usklađivanja i drugih razloga. Također, važno je uočiti da je proširenje mreže korištenjem prijenosnika ograničeno karakteristikama kontrole pristupa mediju.

- pristup zasnovan na MAC premosnicima (bridge)

MAC premosnik je uređaj koji obrađuje protokole podsloja MAC i transparentan je za podsloj LLC kao i za više slojeve; odluka o prosljeđivanju temelji se samo na podacima podsloja MAC.

Premosnici grade tablicu prosljeđivanja pridružujući MAC adrese segmentima spojenim na ulaze premosnika na osnovi adresa pošiljatelja u okvirima podataka koji pristižu iz pojedinog segmenta.

Ukoliko premosnik zna da je MAC-okvir poslan s istog segmenta u kojem je i MAC-stanica na koju je poruka adresirana, premosnik odbacuje okvir (*filtering*). U suprotnom, MAC-okvir prosljeđuje odgovarajućem segmentu (*forwarding*). Za slučaj da ne zna kojem je segmentu pridružena adresa odredišta iz pristiglog MAC-okvira, okvir prosljeđuje svim segmentima (*flooding*), osim onom s kojeg je stigao.

Na taj način, osim što omogućuju veće konfiguracije i veći broj stanica u mreži, premosnici također smanjuju ukupni promet na mreži prosljeđujući samo one okvire podataka koji nisu namijenjeni MAC-stanicama lokalnog segmenta.

Za ispravan rad premosnika bitno je da između bilo koje dvije MAC-stanice na mreži postoji samo jedan put, tj. da nema aktivnih petlji. Ukoliko postoje paralelni premosnici, aktivne petlje izbjegavaju se korištenjem algoritma Protegnutog stabla (spanning tree) kojim se definira logički stablasta topologija nezavisno o fizičkom položaju premosnika. Kao rezultat, između bilo koje dvije stanice proširenog LAN-a postoji samo jedan put.

MAC premosnik definiran je normom [9], za koju se definiranjem novih vrsta LAN-ova po potrebi rade dodaci (vidi tablicu 2).

- pristup na razini mrežnog sloja OSI RM-a (router)

U mrežnom sloju OSI RM-a jedinica za povezivanje obrađuje protokole mrežnog sloja koji rade direktno iznad podsloja LLC, te donosi odluku o prosljeđivanju na temelju adresa mrežnog sloja.

2.2. Identifikacija protokola viših slojeva

Budući da pojedini sloj može pružati usluge različitim protokolima višeg sloja, za komunikaciju je nužno odrediti koji će protokol biti pozvan radi obrade podataka koje dostavlja niži sloj.

LSAP-ovi i podmrežni pristupni protokol, SNAP, predstavljaju mehanizam za podršku više normiranih (objavljeni, kontrolira ih normizacijsko tijelo), javnih (objavljeni, kontrolira ih privatna organizacija) i privatnih (korištenje i specifikaciju kontrolira privatna organizacija) mrežnih protokola u jednoj MAC-stanici.

LSAP je 8-bitna adresa memorijskog spremnika namijenjenog određenom protokolu. Adresni prostor koji osiguravaju LSAP-ovi podijeljen je na dva dijela: polovica adresa rezervirana je za pridjeljivanje normiranim protokolima (pridjeljivanje obavljaju normizacijska tijela), a druga je polovica namijenjena za privatne i javne protokole. Tablica 4 prikazuje dodjelu adresnog prostora LSAP-ova.

Tablica 4. Dodjela LSAP-ova

LSAP IEEE binarno*		heksadecimalno	korisnik LSAP-a
	0000 0000	00	ISO/IEC 8802-2 Null Adress
adresni prostor namijenjen privatnim i javnim protokolima	0000 0001 0000 0010 . . . . do . . . 0011 1111		
	0000 0001	80	Xerox Network Systems (XNS)
	0000 0011	E0	Novell NetWare
	0000 1111	F0	IBM NetBIOS
	0001 0000	08	SNA
	0001 1000	18	Texas Instruments
	0001 1001	98	ARPANET Address Resolution Protocol (ARP)
	0001 1111	F8	IBM Remote Program Load (RLP)
	0010 0000	04	IBM SNA Path Control (pojedinaèno)
	0010 1111	F4	IBM LAN Management (pojedinaèno)
	0011 0000	0C	SNA
	0011 1101	BC	Banyan VINES
adresni prostor rezerviran za normirane protokole	0100 0000 . . . . do . . . 1111 1111		
	0100 0000	02	ISO/IEC 15802-2 LAN/MAN Management
	0100 0010	42	ISO/IEC 15802-3 (Spanning Tree Protocol)
	0101 0101	AA	IEEE 802 (Sub-Network Access Protocol - SNAP)
	0110 0000	06	RFC 791: Internet Protocol - IP
	0111 0000	0E	IEC 955 (Network Management & Initialization)
	0111 0001	8E	IEC 955 (Active Station List Maintenance)
	0111 0010	4E	ISO 9506 (Manufacturing Message Service9
	0111 1110	7E	ISO/IEC 8208 (X.25 ovet Type 2 LLC)
	0111 1111	FE	ISO/IEC TR 9577 Protocol identification in the network layer
	1111 1111	FF	ISO/IEC 8802-2: Global LSAP

* IEEE prikazuje binarne brojeve redoslijedom prijenosa: od najmanje značajnog prema najznačajnijem bitu

Zbog očekivanog povećanja broja protokola u budućnosti, kao i usklađivanja s DIX normom, definiran je i podmrežni pristupni protokol, SNAP, koji omogućuje proširenje 8-bitnog adresnog prostora osiguranog LSAP-ovima na 40-bitne identifikatore protokola.

LSAP adresa pridijeljena protokolu SNAP je 01010101 binarno, odnosno AA heksadecimalno. Za prijenos identifikatora protokola SNAP koristi prvih 5 okteta podatkovnog polja LLC-okvira (slika 2b). Struktura identifikatora protokola opisana je u nastavku.

Na slici 3 prikazan je pristup protokola viših slojeva LAN-ovima i MAN-ovima.

2.3. Jedinstvene adrese i identifikatori protokola

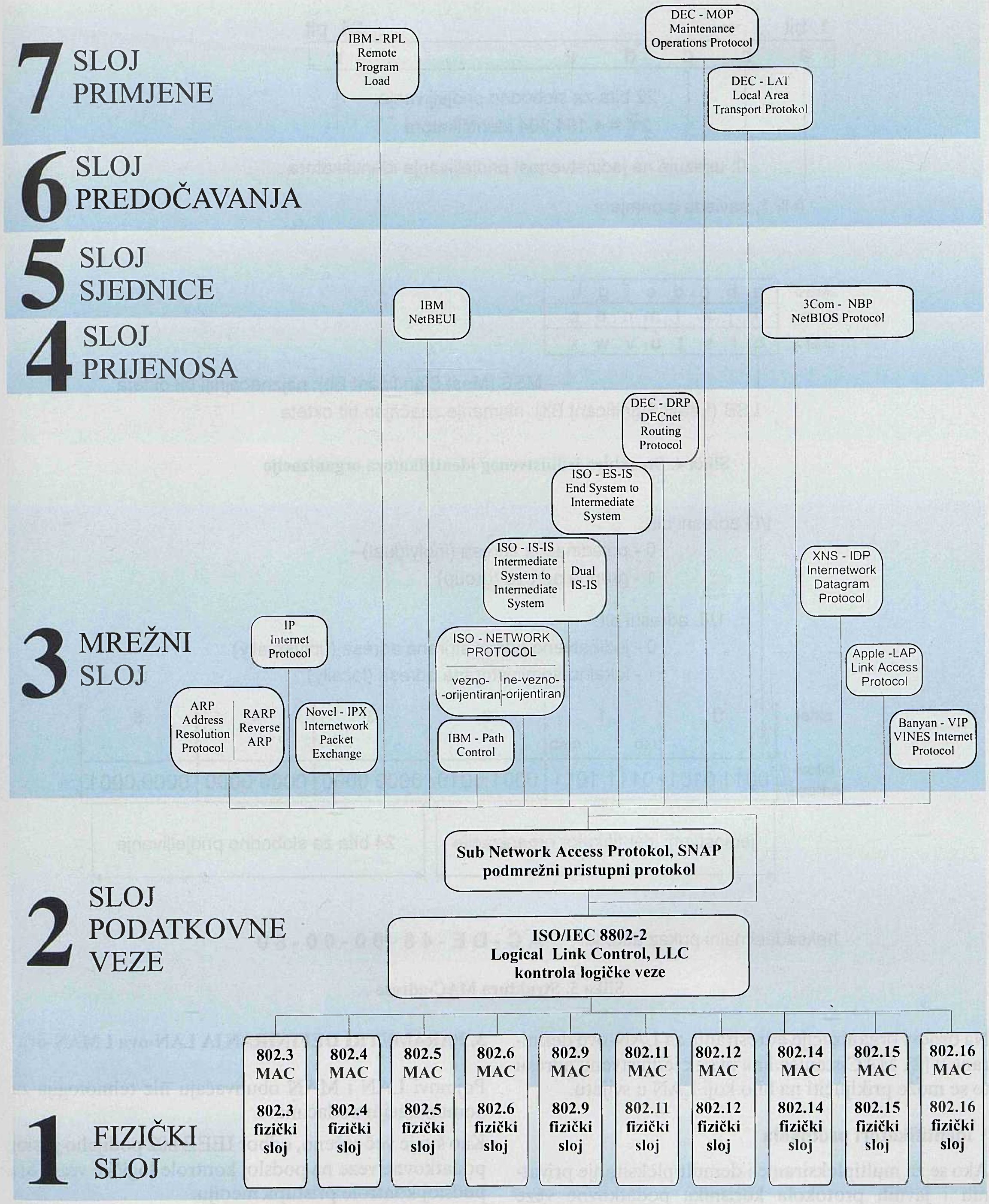
IEEE omogućuje organizacijama korištenje jedinstvenih MAC-adresa, grupnih adresa i identifikatora protokola dodjeljujući organizacijama jedinstvene identifikatore dugačke 24 bita, struktura kojih je prikazana na slici 4.

- **48-bitne jedinstvene MAC-adrese**

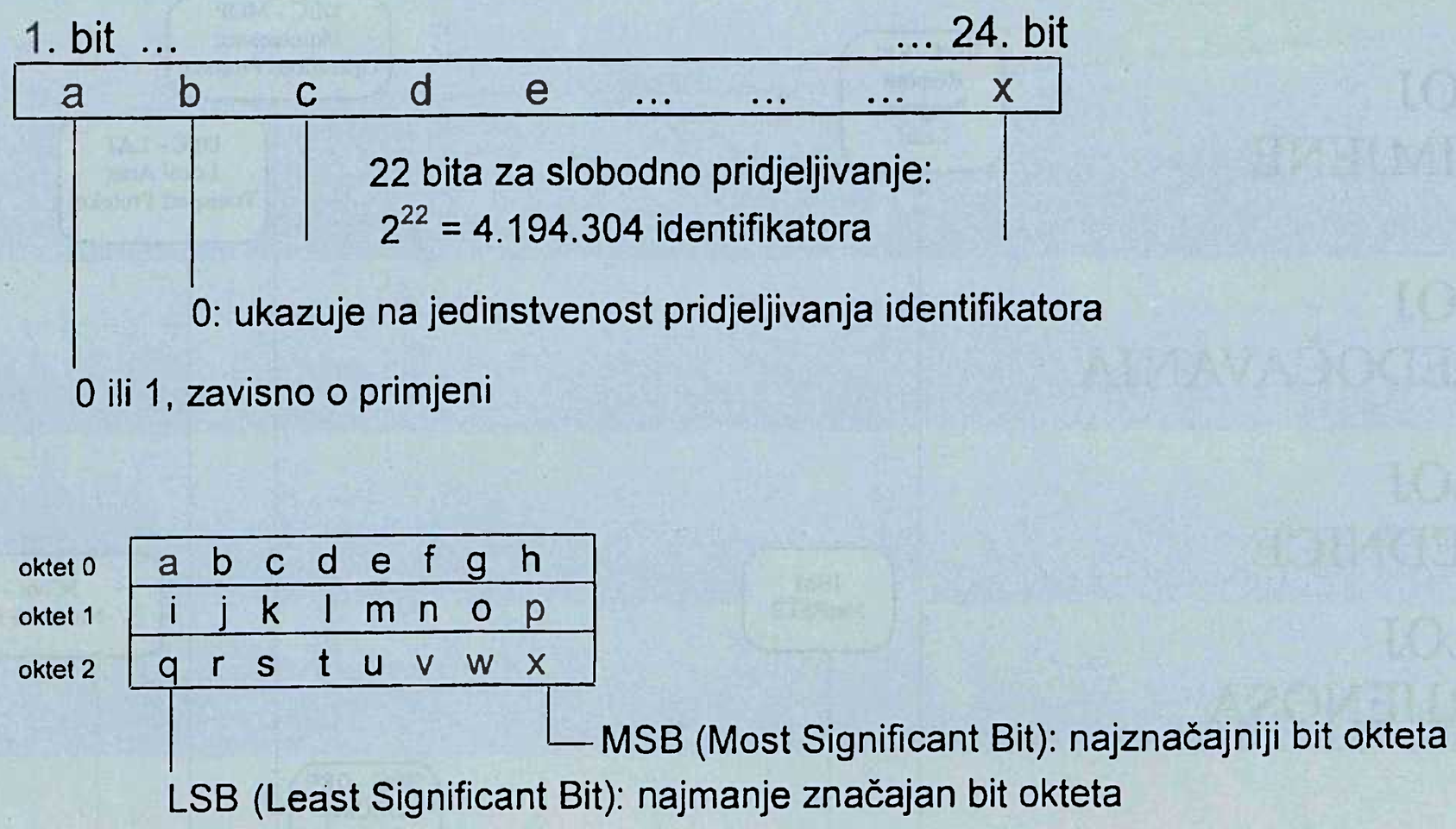
Jedinstveno administriranje MAC-adresa započela je tvrtka Xerox Corporation za Ethernet dodjeljujući identifikatore bloka dugačke 24 bita (3 okteta), dok su organizacije pridjeljivale preostala 24 bita.

48-bitna IEEE-ova jedinstvena MAC-adresa sastoji se od dva dijela: prvih 24 bita odgovara jedinstvenom identifikatoru organizacije kojeg dodjeljuje IEEE, dok ostalih 24 administrira sama organizacija. Predstavlja se kao niz od 6 okteta; okteti se prikazuju slijeva na desno odvojeni crticom prema redoslijedu njihovog prenošenja po LAN-mediju. Svaki oktet adrese prikazuje se s dvije heksadecimalne znamenke. Redoslijed prijenosa bitova MAC adrese odgovara binarnom prikazu adrese, s tim da se prvo prenosi I/G adresni bit. Primjer MAC-adrese s objašnjenjem i ilustrativnim prikazom dan je na slici 5.

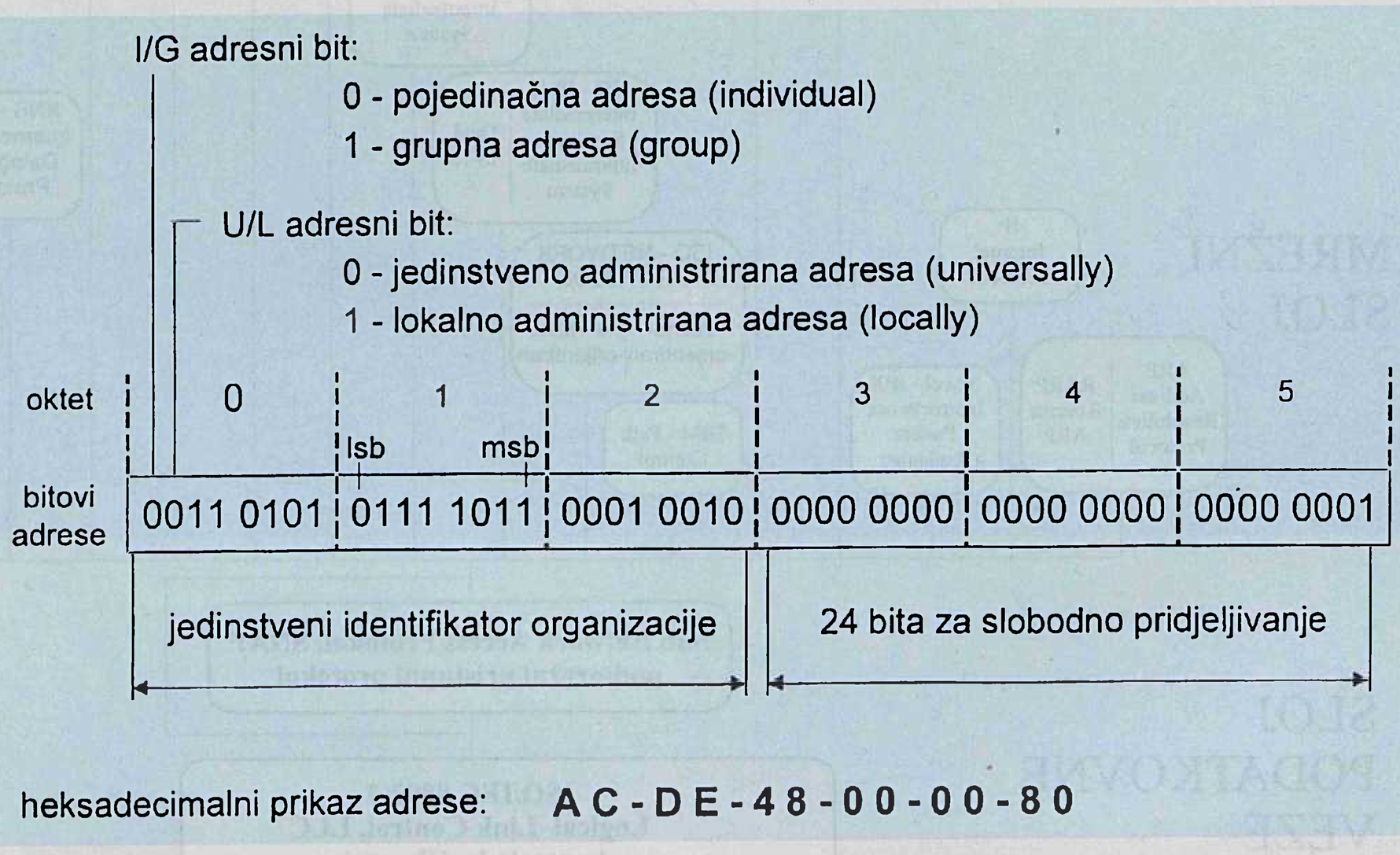
Organizacija kojoj je dodijeljen jedinstveni identifikator može pridjeliti više od 16 milijuna adresa kombinacijom zadnjih 24 bita. Ta organizacija također postavlja I/G adresni bit.



Slika 3. Pristup protokola viših slojeva LAN-ovima i MAN-ovima



Slika 4. Struktura jedinstvenog identifikatora organizacije



Slika 5. Struktura MAC-adrese

Na osnovi organizacije adresiranja za LAN-ove definirane u [2], MAC-stanica ima uvijek jedinstvenu adresu te se može priključiti na bilo koji LAN u svijetu.

- **identifikatori protokola**

Ako se za multipleksiranje i demultipleksiranje privatnih i javnih protokola korisnika podatkovne veze koristi SNAP, onda se za njihovu identifikaciju koriste 40-bitni identifikatori protokola. Prvih 24 bita identifikatora protokola odgovaraju jedinstvenom identifikatoru organizacije, dok ostalih 16 administritara sama organizacija.

Identifikator protokola se može dodjeljivati jedinstveno ili lokalno, što se pokazuje drugim bitom, slično kao i kod MAC-adresa.

3. PARAMETRI DEFINIRANJA LAN-ova I MAN-ova

Pojmovi LAN i MAN obuhvaćaju niz tehnologija za komunikaciju podacima.

Kao što je već rečeno, odbor IEEE 802 podijelio je sloj podatkovne veze na podsloj kontrole logičke veze [6] i podsloj kontrole pristupa mediju.

Kontrola pristupa mediju određuje način na koji dvije ili više stanica dijele zajednički prijenosni medij. Kako različite aplikacije imaju različite zahtjeve u pogledu dijeljenja medija, specificirano je više načina kontrole pristupa mediju, kao i njihova implementacija za različite fizičke medije. LAN, odnosno MAN tehnologiju određuje definicija kontrole pristupa mediju i pripadnog fizičkog sloja.

Parametri definiranja LAN-ova i MAN-ova mogu se podijeliti u tri razreda:

- topologija
- kontrola, pristup i dodjela mrežnog kanala
- prijenosni mediji.

3.1. Topologija

Mrežna topologija definira geometrijsko uređenje veza i čvorova (MAC-stanica) koji čine mrežu. Čvorovi komuniciraju na temelju neke kombinacije fizičke (npr. stvarni elektromagnetski krugovi između čvorova) i logičke veze čvorova. Uobičajene su tri topologije: zvijezda, prsten i sabirnica, čija su osnovna svojstva navedena u tablici 5. Topologija identična sabirničkoj, s tim da su moguće i grane s više čvorova, naziva se stablo. Moguće su i nespecificirane mrežne forme; pripadna topologija naziva se rešetka (mesh).

Tablica 5. Najzastupljenije mrežne topologije

zvijezda	prsten	sabirnica
svi čvorovi spojeni na središnji čvor	čvorovi međusobno povezani tako da tvore neprekinutu kružnu konfiguraciju	linija koju dijeli više čvorova
sve poruke šalju se i primaju od središnjeg čvora	poruka putuje od čvora do čvora	poruke stavljene na sabirnicu rasprostiru se do svih čvorova.
središnji čvor mora prosljeđivati sve poruke	svaki čvor je i prijenosnik; ponovno šalje primljenu poruku sljedećem čvoru	čvorovi nisu ujedno i prijenosnici i ne moraju prosljeđivati poruke
pad središnjeg čvora povlači pad cijele mreže	pogreška u bilo kojem čvoru, dodavanje novog čvora ili bilo kakav prekid prstena onemogućuje funkcioniranje mreže	rad mreže nastavlja se bez obzira na pad pojedinog čvora

Ove topologije odnose se na logičku arhitekturu, dok stvarni uređaji ne moraju biti fizički organizirani u takve konfiguracije; tako su najčešće logičke sabirnice i prsteni fizički organizirani kao zvijezde.

3.2. Kontrola, pristup i dodjela mrežnog kanala

Uz određenu mrežnu topologiju, potrebno je primijeniti i odgovarajuću kontrolu, pristup i dodjelu mrežnog kanala kako bi se osigurale performanse i radne karakteristike zahtijevane za aplikacije kojima je određena lokalna računalna mreža namijenjena. Klasifikacija tih parametra dana je u tablici 6.

Kontrola kanala određuje GDJE je u mreži sjedište kontrole pristupa i dodjele mrežnog kanala.

Shema dodjele kanala određuje s KOLIKIM dijelom kapaciteta mrežnog kanala čvor može raspolagati. Koristi se za osiguravanje najdjelotvornijeg mogućeg načina korištenja konačnog kapaciteta kanala. Dodjela kanala može biti statička ili dinamička.

Kod statičke dodjele propusnost kanala dijeli se na određen broj jednakih dijelova (npr. nezavisnih frekvencijskih kanala). Ovakav način dodjele prikladan je za slučaj fiksnog, manjeg broja korisnika od kojih svaki ima velike prometne zahtjeve.

Osnovna karakteristika dinamičke dodjele kanala je korištenje zajedničkog kanala kojim sve stanice šalju i primaju poruke. Sudari poruka zbog toga su očekivana pojava, s tim da je moguće njihovo izbjegavanje korištenjem određenih mehanizama. Dinamička dodjela kanala podrazumijeva korištenje odgovarajuće pristupne tehnike.

Pristupne tehnike određuju način na koji čvorovi zadobivaju pravo korištenja zajedničkog kanala sa svrhom prijenosa poruke, tj. odlučuju TKO zadobiva kanal. Nakon dobivanja prava pristupa, dopušteni kapacitet koji čvor može koristiti određuje se uglavnom definiranjem dopuštene duljine paketa ili dopuštenog vremenskog trajanja slanja podataka.

Kako računalnu komunikaciju karakterizira varijabilni broj korisnika i izrazito usnopljeni promet, uz statičku dodjelu propusnosti većina kanala bila bi slobodna većinu vremena. Zbog toga su LAN-ovi i MAN-ovi uobičajeno dizajnirani s dinamičkom dodjelom kanala i korištenjem pristupnih tehnika.

3.3 Prijenosni mediji

Kao prijenosni mediji za LAN i MAN tehnologije koriste se parični, koaksijalni i optički kabeli. U posljednje vrijeme raste značaj bežičnih medija za primjenu u LAN-ovima.

Parični kabel čine dvije ili više parica, od kojih se svaka sastoji od dva isprepletena izolirana vodiča. Parice, kao i cijeli kabel mogu biti oklopljene ili neoklopljene. Kabeli s upredenim paricama dijele se na tri kategorije [10]:

- kategorija 3 s performansama specificiranim do 16 MHz,
- kategorija 4 s performansama specificiranim do 20 MHz i
- kategorija 5 s performansama specificiranim do 100 MHz.

Koaksijalni kabel sastoji se od dva vodiča, od kojih jedan tvori elektromagnetski oklop oko drugog, koji prenosi korisne signale. Koristi se kod dvije različite prijenosne metode:

- u osnovnom pojasu (baseband) za prijenos nemoduliranih digitalnih signala, te
- za širokopojasni prijenos (broadband) kod kojeg se digitalni signali moduliraju na radiofrekventne nositelje (analogni signal).

Tablica 6. Kontrola, pristup i dodjela mrežnog kanala

Kontrola kanala može biti	
centralizirana	postoji sjedište kontrole pristupa i dodjele mrežnog kanala
distribuirana	svi čvorovi imaju mogućnost nezavisne uspostave veze i pristupa mrežnom kanalu u skladu s prihvaćenim skupom pravila
Pristupne tehnike mogu biti	
deterministička	određuje se redoslijed po kojem čvorovi dobivaju pravo pristupa mreži (sudari prijenosa dviju stanica su izbjegnuti)
- centralizirane	postoji kontrolni čvor
- distribuirane	dvije najčešće metode su: - prosljeđivanje znaka (Token Passing): svaki čvor unaprijed utvrđenim redoslijedom prima i predaje pravo korištenja kanala - prsten s odsječcima (Slotted Rings): okviri fiksne duljine kruže prstenom, te ih čvor koji želi slati poruku može koristiti ukoliko već nisu zauzeti
tehnike nadmetanja (contention)	koriste sudare kao dio dizajna dodjeljivanja zajedničkog kanala
	Shema dodjele kanala može biti
statička	
- multipleksiranje s prostornom podjelom	stvaranje prijenosnog kanala grupiranjem više fizičkih kanala (npr. pristupna telefonska mreža)
- multipleksiranje s frekvencijskom podjelom	podjela raspoložive propusnosti fizičkog medija u više manjih, nezavisnih frekvencijskih kanala (npr. radio i TV)
- multipleksiranje s vremenskom podjelom	svakom čvoru redom pridjeljuje se mali vremenski interval tijekom kojeg može slati podatke
dinamička	
- određivanje dozvoljene duljine paketa	
- određivanje dozvoljenog vremena trajanja komunikacije	

Optičko vlakno je prijenosni medij dizajniran za prijenos digitalnih signala u obliku svjetlosnih impulsa. Optički kabeli imaju značajne prednosti pred paričnima i koaksijalnima; osim povećane brzine prijenosa, tu je i imunost na elektromagnetsku interferenciju, te mogućnost slanja podataka na udaljenost od više kilometara bez značajnijeg gubitka snage signala. Nedostatak im je visoka cijena, osobito viša cijena pripadnog spojnog pribora i optičkih ulaza na aktivnoj mrežnoj opremi.

Pri odabiru prijenosnog medija potrebno je razmotriti podržanu brzinu prijenosa i udaljenosti, cijenu i jednostavnost instalacije, te otpornost na uvjete okruženja. Uslijed stalnog razvoja visokokvalitetnih bakrenih paričnih kabela (poboljšana kategorija 5, kategorije 6 i 7), neprestano se pomiče granica iznad koje se mora prijeći na optiku.

S obzirom na rast lokalnih računalnih mreža kako po površini koju obuhvaćaju, tako i po broju korisnika, u poslovnim je kompleksima kabliranje prepoznato kao sastavni dio zgrade tj. još jedna od infrastruktura zgrade. Svjetski prosjek vremenskog razdoblja između rekonstrukcija objekata je 15-tak godina, te se i za kabliranje zahtijeva isto. Obzirom da se životni vijek osobnih računala procjenjuje na tri godine, a aplikacije razvijaju velikom brzinom, zahtijeva se kabliranje nezavisno o aplikaciji koja ga koristi.

Kao odgovor na takve zahtjeve ISO/IEC normom [10] definira generičko ožičenje - sustav strukturiranog telekomunikacijskog ožičenja koji može podržavati čitav niz aplikacija, s tim da se može instalirati a da se unaprijed ne zna koje će se točno aplikacije u zgradi zahtijevati. Struktura generičkog ožičenja je trorazinska zvijezda koja pruža visoku razinu prilagodljivosti, omogućuje ostvarenje različitih topologija, te može osigurati podršku većem broju različitih aplikacija. Generičko kabliranje se projektira i instalira radi osiguranja normom definirane razine kvalitete primjerene određenoj grupi aplikacija. Normom su kategorizirani kabeli i spojni pribor, te definirane dopuštene udaljenosti, čime je definiran pristup implementaciji generičkog kabliranja željenih performansi. Za horizontalno i vertikalno (backbone) kabliranje preporuča se uporaba 100 omskog paričnog kabela ili višemodnog optičkog kabela s vlaknima dimenzija 62,5/125 μm. Pregledni prikaz generičkog kabliranja dan je u [11].

4. KRATKI OPIS LAN I MAN TEHNOLOGIJA

Sve IEEE-ove mrežne tehnologije pružaju definirane usluge podsloju kontrole logičke veze [6] koji osigurava ulaze korisnicima iz viših slojeva. IEEE mrežne tehnologije koriste 48-bitne jedinstvene MAC-adrese, a pripadne mreže mogu se spajati MAC-premosnicima [9].

4.1. IEEE 802.3 - CSMA/CD

IEEE 802.3 je mrežna tehnologija koja koristi višestruki pristup s osjetom nositelja i otkrivanjem sudara na sabirničkoj topologiji.

"Višestruki pristup" odnosi se na činjenicu da svaka stanica može slati podatke čim ustanovi da je medij slobodan, "osjet nositelja" odnosi se na činjenicu da je svaka stanica sposobna uočiti da je u tijeku prijenos podataka druge stanice iste mreže, a "otkrivanje sudara" na činjenicu da stanica koja šalje podatke ujedno i prati stanje na mediju, te je kadra uočiti interferenciju na mediju uslijed sudara vlastite poruke s porukom druge stanice.

Preduvjet za počinjanje slanja podataka je mirno razdoblje na mediju, tj. razdoblje kad niti jedna druga stanica ne šalje podatke. Sve poruke su adresirane te ih prima i dalje obrađuje samo stanica kojoj su namije-

njene. Započet prijenos uspijeva ukoliko ne dođe do preklapanja s prijenosom druge stanice - sudara.

Nakon sudara prijenos se prekida da bi se ponovno pokušao tek po isteku pseudo-slučajno odabranog vremenskog razdoblja. "Pseudo" se odnosi na činjenicu da se vrijeme odabire slučajno, ali iz definiranog intervala, koji je to veći, što je više pokušaja rezultiralo neuspjehom (sudarom). Na taj način osigurana je mala vjerojatnost odabira jednakog vremena odgađanja, to manja što je zagušenje u mreži veće. U slučaju ponovnog sudara, postupak se ponavlja sve dok se ne uspije ili dok se ne izvede najveći dopušteni broj pokušaja i svi završe sudarom.

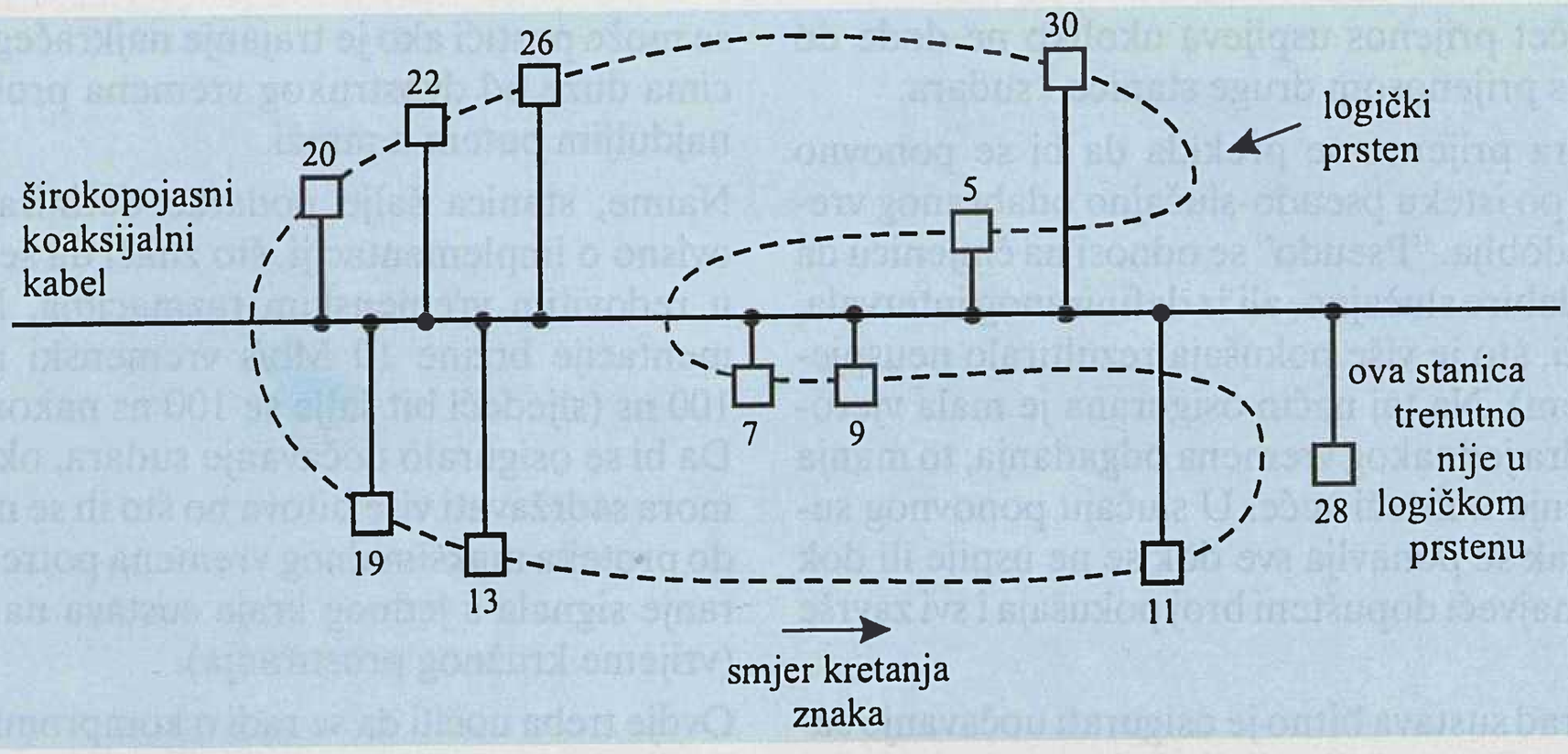
Za ispravan rad sustava bitno je osigurati uočavanje sudara prije no što se pošalje cijeli okvir s podacima, što se može postići ako je trajanje najkraćeg okvira s podacima duže od dvostrukog vremena prostiranja signala najduljim putem u mreži.

Naime, stanica šalje podatke definiranom brzinom, ovisno o implementaciji, što znači da se bitovi odašilju u redovitim vremenskim razmacima. Npr. za implementacije brzine 10 Mb/s vremenski razmaci iznose 100 ns (sljedeći bit šalje se 100 ns nakon prethodnog). Da bi se osiguralo uočavanje sudara, okvir s podacima mora sadržavati više bitova no što ih se može generirati do proteka maksimalnog vremena potrebnog za prostiranje signala s jednog kraja sustava na drugi i natrag (vrijeme kružnog prostiranja).

Ovdje treba uočiti da se radi o kompromisnom rješenju. Radi djelotvornosti sustava nije dobro da je najmanji

Tablica 7. Implementacije IEEE 802.3 Ethernet-a

imple-mentacija	naziv	norma i godina prvog izdanja	prijenosni medij	brzina prijenosa podataka (Mb/s)	najveća duljin asegmenta (m)	
					polu-dvosmjerni rad	puni dvosmjerni rad
10BASE5	Thick Ethernet debeli Ethernet	DIX - 1980. 802.3 - 1983.	koaksijalni kabel 50 Ω (10 mm)	10	500	-
10BASE2	Thin Ethernet tanki Ethernet	802.3a - 1985.	koaksijalni kabel 50 Ω (5 mm)	10	185	-
10BROAD36		802.3b - 1985.	koaksijalni kabel 75 Ω	10	1800	-
FOIRL	Fiber Optic Inter-Repeater Link	802.3d - 1987.	dva optička vlakna	10	1000	1000
1BASE5		802.3e - 1987.	dvije upredene parice	1	250	-
10BASE-T		802.3i - 1990.	dvije upredene parice	10	100	100
10BASE-FL	Fiber Link optička veza	802.3j - 1993.	dva optička vlakna	10	2000	2000
10BASE-FB	Fiber Backbone	802.3j - 1993.	dva optička vlakna	10	2000	-
10BASE-FP	Passive Fiber	802.3j - 1993.	dva optička vlakna	10	1000	-
100BASE-TX	Fast Ethernet	802.3u - 1995.	2 parice kabela s upredenim paricama kategorije 5	100	100	100
100BASE-FX	Fast Ethernet	802.3u - 1995.	dva optička vlakna	100	412	2000
100BASE-T4	Fast Ethernet	802.3u - 1995.	4 parice kabela s upredenim paricama kategorije 3, 4 ili 5	100	100	-
100BASE-T2	Fast Ethernet	802.3y - 1997.	2 parice kabela s upredenim paricama kategorije 3, 4 ili 5	100	100	100
1000BASE-LX	Gigabit Ethernet	802.3z - 1998.	laser (1300 nm) uz 62,5 mm višemodna vlakna 50 mm višemodna vlakna 10 mm jednomodna vlakna	1000	316 316 316	550 550 5000
1000BASE-SX	Gigabit Ethernet	802.3z - 1998.	laser (850 nm) uz 62,5 mm višemodna vlakna 50 mm višemodna vlakna	1000	275 316	275 550
1000BASE-CX	Gigabit Ethernet	802.3z - 1998.	poseban oklopljeni bakreni kabel ("twinax")	1000	25	25
1000BASE-X	Gigabit Ethernet	802.3ab - 1999.	4 parice kabela s upredenim paricama kategorije 3, 4 ili 5	1000	100	100



Slika 6. Token Bus

dopušteni paket prevelik, što uvjetuje kraće vrijeme kružnog prostiranja. S druge strane, kraće vrijeme kružnog prostiranja znači manji fizički raspon LAN-a.

Ograničavanje duljine okvira ujedno omogućuje razlikovanje okvira koji su rezultat sudara od ispravnih okvira.

Najveća dopuštena duljina podatkovnog polja u MAC-okviru ovisi o izvedbi. Npr. za implementacije brzine 10 Mb/s na koaksijalnom kabelu u osnovnom pojasu ta duljina iznosi 1500 okteta.

Definiran je čitav niz mogućih implementacija, označenih korištenjem tropoljne notacije: broj koji ukazuje na brzinu u Mb/s, vrsta medija (za prijenos u osnovnom pojasu - BASE ili širokopojasno - BROAD), te najveća dopuštena duljina segmenta (izražena u jedinici 100 m) ili slovo koje označava medij (F - optika, T - parica). U tablici 7 dan je popis i glavna svojstva različitih implementacija tehnologije IEEE 802.3.

Osnovna postignuća u razvoju te tehnologije bila su definiranje

- implementacije 10BASE-T koja omogućuje rad na široko rasprostranjenim i jeftinim paričnim kabelima kategorije 3 uz fizički zvjezdastu topologiju koja pojednostavljuje instalaciju, upravljanje i rješavanje problema
- Fast Ethernet-a koji 10 puta povećava brzinu prijenosa
- punog dvosmjernog rada (full-duplex – 802.3x, 1997.) koji zaobilazi protokol CSMA/CD, omogućuje istodobni prijam i slanje, te udvostručava moguću brzinu prijenosa
- Gigabit Ethernet-a, 1998. za optičke kabele (802.3z), a 1999. za parični kabel kategorije 5 (802.3ab).

Za buduće potrebe, osnovana je studijska grupa za istraživanje mogućnosti razvoja 10 Gb/s Ethernet-a.

4.2. IEEE 802.4 - Token Bus

Token Bus je mrežna tehnologija koja koristi pristup s pridjeljivanjem znaka za kontrolu pristupa (token) i sabirničku topologiju. Njeni počeci vežu se uz protokol za automatizaciju proizvodnje MAP tvrtke General Motors Corporation.

Logički su stanice organizirane u prsten definiran padajućim redoslijedom adresa pridruženih stanicama. Stanici koja ima veće prometne zahtjeve može se dodijeliti više adresa, čime joj se osigurava veća propusnost. Svaka stanica zna adresu logički prethodne (prvi veći broj) i sljedeće (prvi manji broj). Na slici 6 prikazana je organizacija logičkog prstena.

Nakon inicijalizacije prstena, stanica s najvišom adresom dobiva dozvolu slanja podataka. Ukoliko nema podataka za slanje ili po isteku definiranog vremenskog razdoblja, stanica predaje dozvolu sljedećoj u logičkom prstenu šaljući joj adresirani kontrolni okvir zvani znak. Primitkom znaka stanica dobiva pravo slanja podataka. Moguće je izračunati gornju granicu vremenskog razdoblja čekanja na dobivanje prava prijenosa kao umnožak broja stanica i najduljeg vremenskog razdoblja dozvoljenog za slanje podataka.

Znak putuje prstenom u smjeru opadanja adresa. Pritom fizički redoslijed kojim su stanice spojene na medij nije bitan, jer se radi o sabirničkoj tehnologiji u kojoj svi poslani okviri stižu do svih stanica, a prima ih ona na koju su adresirani.

Kako u danom trenutku samo jedna stanica posjeduje znak i ima pravo prijenosa podataka, nema mogućnosti sudara na mediju.

Najmanja duljina polja podataka nije definirana, a najveća dopuštena je 8174 okteta uz MAC adrese duljine 6 okteta.

U Token Bus LAN-u moguće je koristiti do 4 razreda prioriteta. Svaka stanica formira 4 reda podataka za slanje za 4 razreda prioriteta. Stanica koja ima pravo slanja podataka prvo šalje redom sve svoje podatke najvišeg prioriteta, zatim podatke sljedećeg nižeg prioriteta, itd., dok ne pošalje sve ili do isteka dopuštenog vremenskog razdoblja.

Detalji protokola su dosta složeni. Svaka stanica mora održavati 10 različitih mjerača vremena (timer) i veći

broj internih varijabli stanja. Osim podatkovnih okvira i kontrolnog okvira zvanog znak, potrebni su okviri za održavanje prstena (za upravljanje dodavanjem stanica u prsten, izlaskom iz prstena i oporavkom nakon gubitka znaka).

Definirane su četiri implementacije; tri koriste 75 omski koaksijalni kabel uz različite tehnike fizičke signalizacije, a jedna je definirana za optičke kabele. Podržane brzine su 1 Mb/s, 5 Mb/s i 10 Mb/s na koaksijalnim kabelima, te 5 Mb/s, 10 Mb/s i 20 Mb/s na optičkim kabelima.

Ova je tehnologija popularna u sustavima za nadziranje industrijskih procesa zbog pouzdane topologije (sabirnica), determinističke prirode tehnologije i ugrađene sheme prioriteta. Zbog složenosti specifikacije nije prikladna za širu uporabu.

4.3. IEEE 802.5 - Token Ring

Token Ring, mrežnu tehnologiju koja koristi pristup s pridjeljivanjem znaka za kontrolu pristupa (token) i prstenastu topologiju, razvila je tvrtka IBM, a 1984. međunarodno normirao IEEE kao 802.5. Svaka stanica ima ulaz za slanje i ulaz za prijam, s tim da se ulaz za slanje svake stanice spaja na prijamni ulaz susjedne stanice. Za razliku od sabirničke tehnologije, stanica prima podatke samo od susjedne stanice koja joj prethodi u prstenu.

Prsten se sastoji od niza sučelja spojenih točka-točka vezama tako da tvore zatvorenu petlju. Sučelja mogu biti u jednom od dva moguća stanja: *slušanje* ili *prenošenje*. Svaki bit koji stiže na sučelje u stanju slušanja kopira se prvo u 1-bitni spremnik (radi pregleda i po potrebi promjene bita), a zatim ponovo na prsten, čime svako sučelje unosi kašnjenje u trajanju jednog bita.

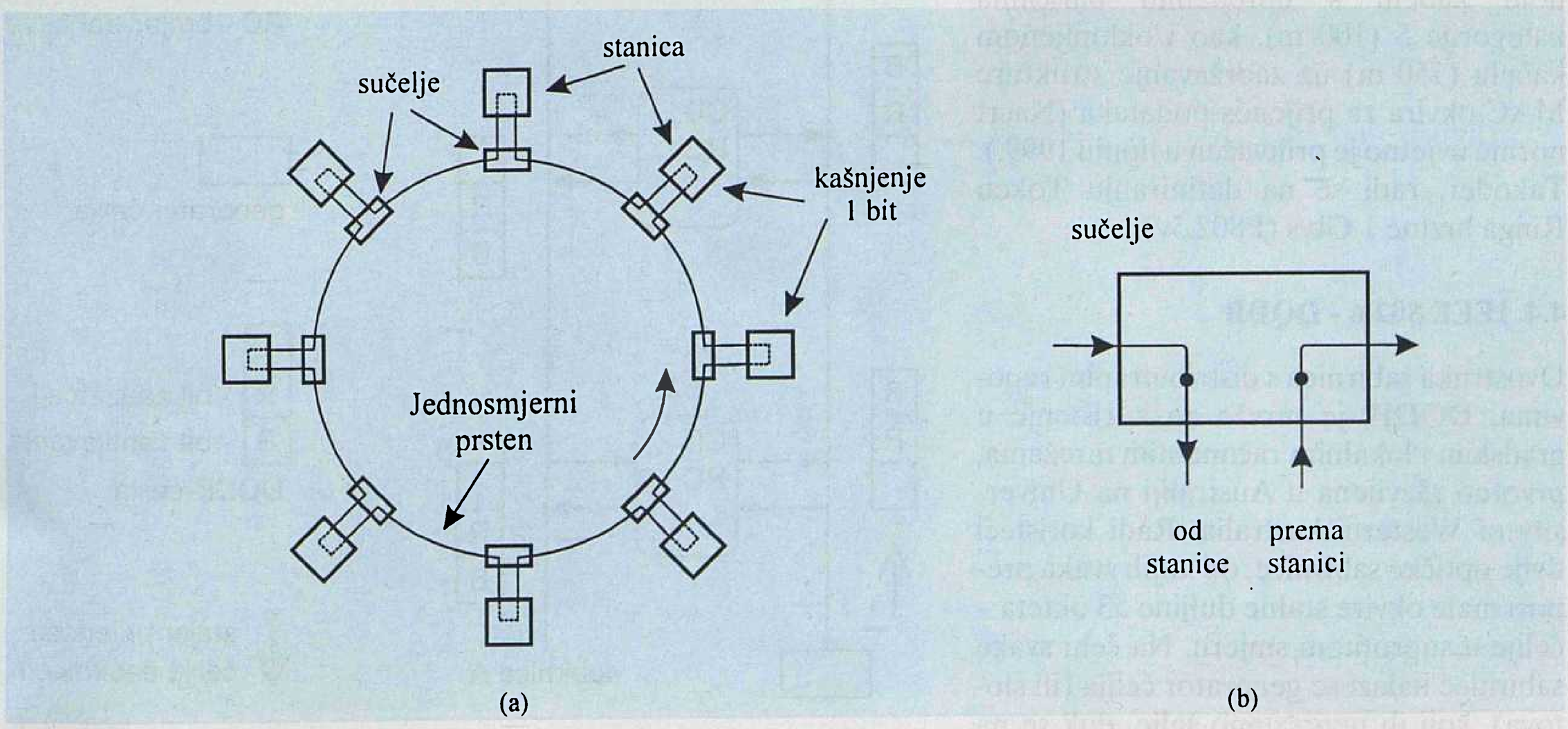
Od stanice do stanice prstenom kruži poseban 3-oktetni okvir zvani znak, čijim posjedovanjem stanica dobiva pravo slanja podataka, a pripadno sučelje prelazi u stanje prenošenja. U stanju prenošenja sučelje prekida vezu između ulaza i izlaza, te šalje vlastite podatke na prsten. Prsten i njegova sučelja prikazani su na slici 7.

Kad na prstenu nema prometa, njime besprekidno kruži znak. Prsten mora biti dizajniran na način da je unešeno kašnjenje dovoljno da sva tri okteta znaka mogu kružiti prstenom. Kašnjenje u prstenu sastoji se od 1-bitnog kašnjenja po sučelju, te kašnjenja zbog brzine prostiranja signala medijem.

Stanica koja treba slati podatke preuzima znak kad ovaj stigne do njenog sučelja, mijenja ga u okvir, postavlja znak zauzetosti, dodaje potrebna polja i podatke, te šalje okvir s podacima na prsten. Podaci putuju u jednom smjeru, prijenos je potpuno digitalan, a svaka stanica regenerira bitove koje je primila, odnosno djeluje kao prijenosnik. Svaka stanica u prstenu prima okvir s podacima te provjerava adresu odredišta. Ako je okvir za nju, kopira podatke, puni polje o statusu okvira, te šalje okvir natrag na prsten. Kada okvir zaokruži cijelim prstenom, stanica pošiljatelj miče ga s prstena te iz podataka o statusu saznaje da li je odredište primilo podatke. Također, moguća je usporedba s originalnim podacima radi praćenja pouzdanosti prstena. Nakon toga stanica oslobađa znak šaljući ga na prsten, te mijenja stanje svog sučelja na slušanje.

Svaka stanica može slati podatke do proteka definiranog vremenskog perioda (najčešće 10 ms) ili dok ne pošalje sve podatke koje želi – ovisno koje je kraće. U praksi, vremensko ograničenje držanja znaka dopušta prijenos samo jednog okvira podataka.

U Token Ring tehnologiji definiran je sofisticiran sustav prioriteta koji omogućuje češće korištenje mreže određenim stanicama. Radi toga u srednjem oktetu znaka postoje bitovi za određivanje prioriteta znaka. Stanica smije preuzeti znak samo ako treba slati po-



Slika 7. Token Ring: a) topologija; b) sučelje u stanju prenošenja

datke istog ili višeg prioriteta od prioriteta znaka. Također, u podatkovnim okvirima postoji polje za rezervaciju, kojim se može rezervirati generiranje znaka željenog prioriteta. Zbog ovakvog načina rukovanja prioritetima može se dogoditi da stanica s podacima niskog prioriteta dugo ne dobije pravo prijenosa.

U svakom prstenu mora postojati stanica koja djeluje kao Aktivni promatrač (Active Monitor). Ta stanica nadgleda prsten, prati postoji li znak, poduzima akcije u slučaju prekida prstena, skida s prstena okvire koji su rezultat pogrešaka, te brine da je kašnjenje u prstenu dovoljno da cijeli znak kruži prstenom kad nijedna stanica nema podataka za slanje.

Najmanja duljina paketa podataka nije definirana, a najveća zavisi o dopuštenom vremenu držanja znaka, koje opet zavisi o brzini podataka i broju stanica u prstenu (do 17800 okteta uz 16 Mb/s).

Drugo izdanje norme, iz 1989. godine, definira brzinu 16 Mb/s (prvo izdanje definira 1 Mb/s i 4 Mb/s), uz korištenje tehnike ranog slanja znaka (znak se predaje sljedećoj stanici neposredno nakon slanja podataka, bez čekanja na povrat originalnog okvira, čime se povećava brzina i učinkovitost mreže). Dodatkom normi iz 1991. definirana je mogućnost topologije dvostrukog prstena (802.5c) koja osigurava oporavak od jednostruke pogreške uz povrat pune funkcionalnosti, a preporučuje se za aplikacije koje zahtijevaju izrazito veliku raspoloživost. Definicija posvećenog (dedicated) priključka uz koji stanica koristi punu propusnost i mogućnost istodobnog prijama i slanja nezavisnih tokova podataka (802.5r), otvorila je put za normizaciju većih brzina.

1998. odobren je projekt razvoja Token Ring-a brzine 100 Mb/s (P802.5t) implementiranog na dvoparičnom neoklopljenom kabelu s upredenim paricama kategorije 5 (100 m), kao i oklopljenom kabelu (150 m) uz zadržavanje strukture MAC-okvira za prijenos podataka (Nacrt norme uvjetno je prihvaćen u lipnju 1999.). Također, radi se na definiranju Token Ringa brzine 1 Gb/s (P802.5v).

4.4. IEEE 802.6 - DQDB

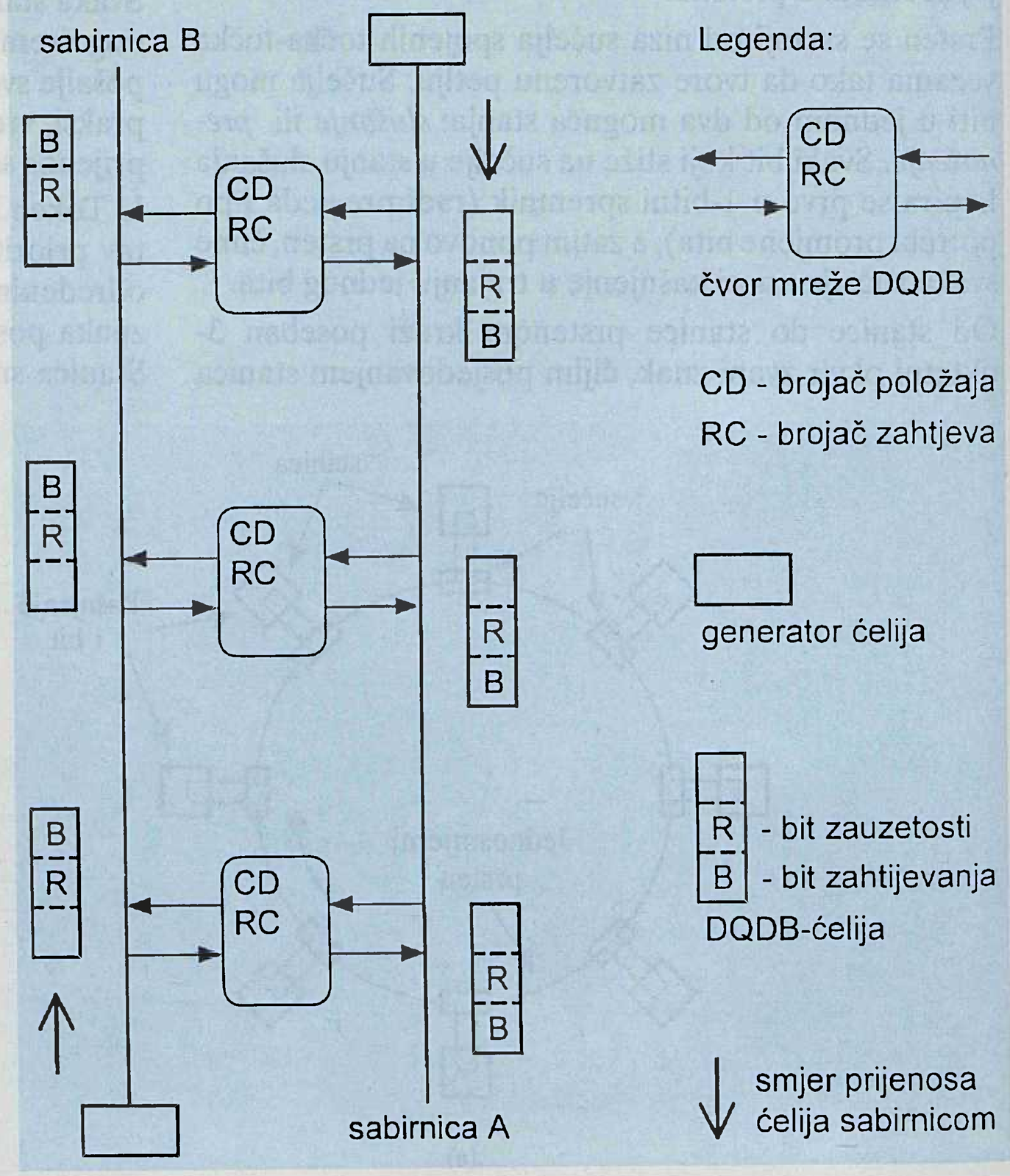
Dvostruka sabirnica s distribuiranim repovima, DQDB, je mreža za korištenje u gradskim i lokalnim računalnim mrežama, prvotno razvijena u Australiji na University of Western Australia. Radi koristeći dvije optičke sabirnice, od kojih svaka prenosi male okvire stalne duljine 53 okteta – ćelije u suprotnom smjeru. Na čelu svake sabirnice nalazi se generator ćelija (ili slotova), koji ih neprestano šalje, dok se na kraju sabirnice ćelije odbacuju. Stanice su spojene na obje sabirnice i učitavaju sve ćelije koje prolaze sabirnicama.

Svaka ćelija sadrži 44 okteta za prijenos podataka, bit B (Busy) koji ukazuje na zauzetost ćelije, te bit R (Request) kojim stanica postavlja zahtjev, tj. rezervira pristup mediju. Slika 8 prikazuje organizaciju DQDB-mreže.

Da bi mogla poslati podatke, stanica mora znati da li se željeno odredište nalazi u smjeru prijenosa sabirnicom A ili u smjeru prijenosa sabirnicom B. Prije slanja podataka, stanica mora rezervirati pristup mediju postavljanjem bita R u bilo kojoj ćeliji koja prolazi sabirnicom suprotnog smjera (npr. R bitom ćelije na sabirnici A rezervira se pravo prijenosa sabirnicom B).

Postoje dva načina rezervacije: arbitrirani repovi, QA (queued arbitrated) i unaprijed arbitrirani repovi, PA (Prearbitrated). Unaprijed arbitrirani pristup namijenjen je za izokrone usluge (govor) za koje sustav treba unaprijed rezervirati odgovarajući broj ćelija kako bi bilo garantirano zahtijevano vrijeme isporuke podataka.

Rep se formira redoslijedom spremnosti stanica za slanje. Prijenos se odvija prema načelu prvi u repu prvi šalje, FIFO (First In First Out). Zanimljivost ove tehnologije je način formiranja FIFO redoslijeda bez centralnog repa. Sve stanice sadrže dva brojača, CD i RQ,



Slika 8. Dvostruka sabirnica s distribuiranim repovima, DQDB

koji kontroliraju rep čekanja za pristup mediju. Kada je stanica u repu čekanja za prijenos, brojač CD pokazuje njen položaj u repu (0 označava prvo mjesto u repu), a brojač RQ broj stanica u repu iza nje. Kada stanica nema podataka za slanje, brojač RQ pokazuje broj stanica koje su u repu za slanje.

Ukoliko stanica želi slati podatke u smjeru sabirnice A, prvo mora rezervirati ćeliju slanjem zahtjeva u suprotnom smjeru sabirnicom B. Na taj način sve stanice koje su iza nje na sabirnici A vide da postoji zahtjev više za prijenosom, te povećavaju vrijednosti svojih brojača RQ za 1. Stanica koja rezervira pravo pristupa mediju preslikava vrijednost brojača RQ u brojač CD, a RQ vraća na 0. Tako brojač RQ sada broji nove zahtjeve, a CD sadrži zapis o dosad neispunjenim zahtjevima, pa stanica zna koliko ih je ispred, a koliko iza nje u repu. Prolaskom prazne ćelije sabirnicom A stanice koje su u repu čekanja za pristup mediju smanjuju vrijednost brojača CD, stanica čiji brojač CD ima vrijednost 0 ima pravo tom ćelijom poslati podatke, a sve ostale stanice smanjuju vrijednost brojača RQ za 1. Prema tome, dok postoji stanica u distribuiranom repu čekanja za pristup mediju, svaka ćelija će biti iskorištena.

Kod ove pristupne metode moguća su dva slučaja arbitriranog pristupa: s jedinstvenim prioritetom, te s distribuiranim prioritetom (do tri razine prioriteta). U slučaju distribuiranog prioriteta svaka stanica ima 3 para brojača, čime se formiraju tri distribuirana repa čekanja na pristup mediju.

DQDB-mreža može pružati tri vrste usluga: MAC uslugu podsloju LLC (ne-vezno orijentirana paketna usluga), vezno orijentiranu podatkovnu uslugu i izokronu uslugu (za vremenski osjetljive aplikacije).

DQDB mreže instalirane su u mnogim gradovima uz udaljenosti do 160 km i brzine do 44,736 Mb/s. Moguće brzine su od 1,5 Mb/s do 155 Mb/s.

4.5. IEEE 802.9 - Integrated Services LAN Interface

Norma IEEE 802.9 definira LAN za integrirane usluge (Integrated Services LAN) uobičajeno zvani izokroni (vremenski zavisni) Ethernet ili iso-Ethernet. Osnovna ideja izokronog Etherneta je spojiti prednosti zajedničkog dijeljenog komunikacijskog kanala optimalnog za usnopljeni podatkovni promet i sinkronih kanala optimalnih za višemedijski promet (osiguravaju minimalna kašnjenja i jamče propusnost).

Izokroni Ethernet koristi shemu kodiranja različitu od tradicionalnog 10 Mb/s Ethernet-a, čime se uz Ethernet-propusnost (podatkovni, P-kanal) dobiva dodatna propusnost od 6,384 Mb/s namijenjena izokronim uslugama za višemedijske aplikacije (izokroni, C-kanal).

C-kanal sastoji se od 96 B-kanala kapaciteta 64 kb/s, uz koje postoji signalizacijski kanal brzine 64 kb/s (D-kanal) i kanal za održavanje brzine 96 kb/s (M-kanal), a koristi 8 kilohercni takt kao i javna telefonska mreža.

Više kanala podržava se korištenjem multipleksiranja s vremenskom podjelom, TDM. Podatkovni tok sastoji se od stalnog ponavljanja 125 mikrosekundnih TDM okvira. U svakom TDM okviru rezervirani su okteti za prijenos podataka za različite kanale (P, B, D, M).

Topologija izokronog Ethernet-a je zvijezda, a fizički medij parični kabel kategorije 3, 4 ili 5, slično kao i kod IEEE 802.3 10BASE-T mreže, čime je jednostavan prijelaz s 10BASE-T Ethernet-a na izokroni Ethernet.

Koncentrator za izokroni Ethernet je znatno složeniji uređaj od 10BASE-T prijenosnika, jer osim baratanja Ethernet-prometom mora komutirati govorne veze te osiguravati sučelje prema mreži širokog područja, WAN (Wide Area Network).

Svaka veza u izokronom Ethernetu može raditi na jedan od tri načina: 10BASE-T, izokrono ili kombinirano, kao što je prikazano u tablici 8.

Tablica 8. Načini rada Izokronog Ethernet-a

način rada / kanal	10BASE-T	izokrono	kombinirano
P-kanal (paketni kanal)	10 Mb/s	-	10 Mb/s
C-kanal (izokroni kanal)	-	15,872 Mb/s (248 B-kanala)	6,144 Mb/s (96 B-kanala)
D-kanal (signalizacijski kanal)	-	64 kb/s	64 kb/s
M-kanal (kanal za održavanje)	-	96 kb/s	96 kb/s
kanal za određivanje početka okvira	-	64 kb/s	64 kb/s

Problem izokronog Ethernet-a je što osigurava podatkovni kapacitet od samo 10 Mb/s, dok ostale novijerazvijene tehnologije pružaju 100 Mb/s ili više (uglavnom se više pozornosti posvećuje povećanju propusnosti, dok se video do korisničkog uređaja ne smatra pitanjem od primarnog značenja).

4.6. IEEE 802.11 - Wireless LAN

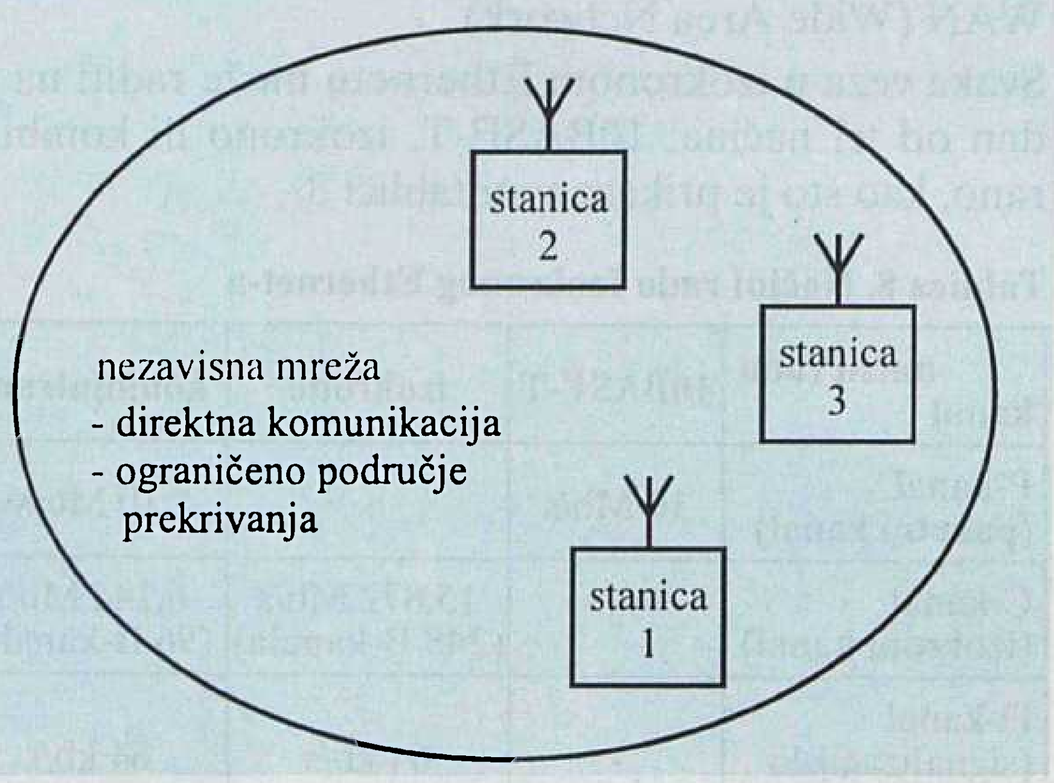
Norma 802.11 definira LAN za bežičnu komunikaciju računalnih uređaja. Bežični LAN-ovi predstavljaju proširenje ili alternativu kabliranim LAN-ovima.

Podsloj MAC dizajniran je tako da podržava fizičke slojeve koji će se usvajati zavisno o raspoloživosti spektra. Pristupna metoda za 802.11 LAN-ove je višestruki pristup s osjetom nositelja i izbjegavanjem sudara, CSMA/CA, slična metodi korištenoj u IEEE 802.3 LAN-u. Tom metodom smanjuje se broj sudara korištenjem okvira za zahtijevanje slanja podataka i okvira za obavještavanje o spremnosti za primanje podataka.

Normom 802.11 definirane su tri jedinice fizičkog sloja, od kojih su dvije u radijskom pojasu, a jedna je u

infracrvenom. Prve dvije fizičke specifikacije koriste 2,4 gigahercni radiofrekvencijski pojas, izabran zbog raspoloživosti za nelicencirano korištenje diljem svijeta, te mogućnosti izrade jeftinih odašiljača male snage koji rade brzinama reda veličine Mb/s. Radi izbjegavanja interferencije s ostalim uređajima koji rade u tom pojasu, pravila za nelicencirani rad zahtijevaju emitiranje uz korištenje tehnika raspršenog spektra i malu izlaznu snagu.

Moguće su dvije vrste konfiguracije za bežični LAN: nezavisna mreža (slika 9) i infrastrukturna mreža (slika 10).



Slika 9. Nezavisna konfiguracija IEEE 802.11 WLAN-a

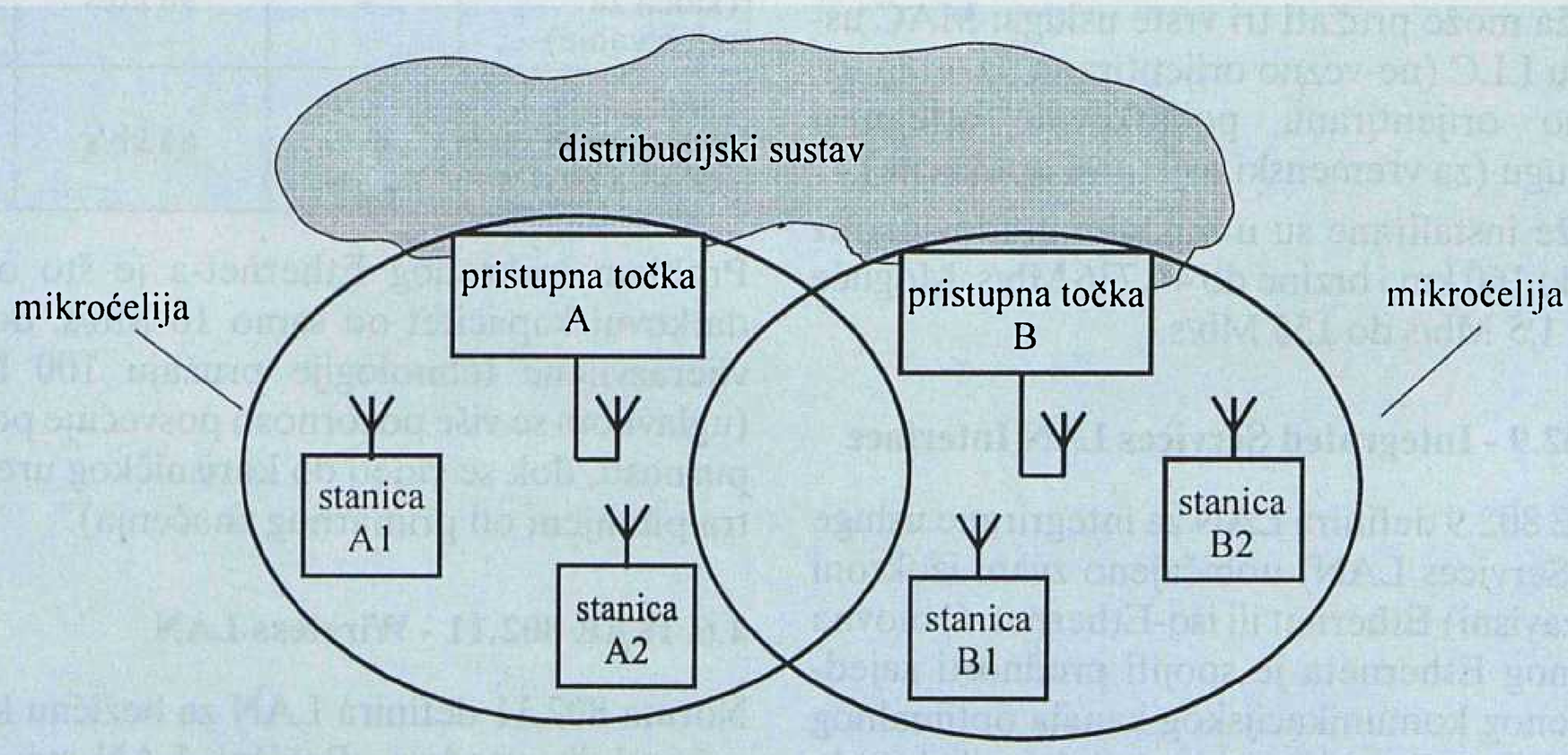
Nezavisna mreža (naziva se i "Ad Hoc" mreža) pruža točka-točka povezanost MAC-stanica. Svaki put kad su dvije ili više MAC-stanica u dosegu jedna drugoj, mogu uspostaviti nezavisnu mrežu i komunicirati.

Infrastrukturna mreža temelji se na pristupnim točkama, uređajima za prijenos i prijam podataka. Područje dosega pristupne točke naziva se mikroćelija. Pristupna točka prenosi podatke između WLAN-a i kabliranog LAN-a, te posreduje bežični promet susjednih mikroćelija. Više pristupnih točaka može osigurati bežično prekrivanje cijele zgrade ili kompleksa zgrada. Infrastrukturna mreža pruža potpuno distribuiranu komunikaciju podacima.

U WLAN-ovima su podržane brzine od 1 Mb/s i 2 Mb/s. Koncem 1997. godine započeti su projekt koji razmatra mogućnost veće brzine rada u području 2,4 GHz (802.11b), te projekt koji se bavi definiranjem rada u području 5 GHz (802.11a).

Radna grupa 802.11 aktivno korespondira s regulacijskim tijelima radi takve dodjele spektra koja omogućuje primjenjivost njenih normi u što je moguće širem geografskom području.

Početkom 1998. godine radna grupa 802.11 utemeljila je godine studijsku grupu za normizaciju LAN-a za bežičnu komunikaciju prenosivih računalnih uređaja. Kao rezultat rada te studijske grupe, u ožujku 1999. godine odobren je projekt razvoja norme za bežične osobne mreže, WPAN. Za rad na projektu utemeljena je posebne radna grupa, IEEE 802.15.



infrastrukturna mreža
- bežična mreža oformljena oko pristupnih točaka

pristupna točka
- uređaj koji prenosi podatke između WLAN-a i kablirane mreže
- također, posreduje bežični promet susjednih mikroćelija

mikroćelija
- ograničeni fizički prostor u kojem je moguća komunikacija više bežičnih uređaja preko pristupne točke

distribucijski sustav
- međusobno povezuje više mikroćelija preko pristupnih točaka, tako da tvore jedinstvenu mrežu
- nije dio norme IEEE 802.11

Slika 10. Infrastrukturna konfiguracija IEEE 802.11 WLAN-a

4.7. IEEE 802.12 - Demand Priority

Za Demand Priority mrežnu tehnologiju, razvoj koje je započela tvrtka Hewlet Packard, koristi se naziv 100VG-AnyLAN. Iz tog naziva su vidljiva osnovna obilježja:

- 100: brzina 100 Mb/s,
- VG (Voice Grade, deklariran za govor): kabel s upredenim paricama kategorije 3,
- Any: može prenositi Ethernet i Token Ring podatkovne okvire,
- LAN: lokalna računalna mreža.

Osnovna komponenta mreže su prijenosnici na koje se spajaju krajnji korisnički uređaji (uobičajeno 6 do 32) uz zvjezdastu topologiju. Prijenosnici se kaskadno spajaju u stablastu topologiju, s tim da je dopušteno najviše 5 razina zbog ograničavanja vremenskog kašnjenja. Prijenosnici mogu biti konfigurirani za Ethernet-ovu strukturu okvira ili strukturu okvira Token Ring-a, s tim da svi prijenosnici istog mrežnog segmenta moraju podržavati istu strukturu.

Demand Priority mreža podržava normalni i visoki prioritet (namijenjen prometu sa strogim zahtjevima u pogledu kašnjenja prijenosa), zbog čega je prikladna za višemedijske aplikacije.

U kontroli pristupa mediju postoje dva sudionika s različitim ulogama: klijent – zahtijeva prijenos (krajnji uređaj ili prijenosnik niže razine) i poslužitelj – odobrava prijenos (prijenosnik).

Komunikacija klijent-poslužitelj odvija se na sljedeći način: klijent koji želi slati podatke postavlja zahtjev. Prijenosnik redom provjerava sve lokalne ulaze s kojih se zahtijeva prijenos kako bi odredio sljedeći zahtjev visokog prioriteta, ili, ukoliko ga nema, sljedeći zahtjev normalnog prioriteta. Odabranom ulazu prijenosnik šalje dozvolu za slanje jednog paketa podataka, a ostalima obavijest o dolasku paketa podataka. Nakon dekodiranja adrese odredišta, prijenosnik šalje okvir odgovarajućim ulazima, a ostalima signal oslobođenja. Iz izloženog se vidi da su, za razliku od ostalih tehnologija, pravila za pristup mediju implementirana u prijenosnicima, a ne u krajnjim uređajima, tj. pristup mediju je centralno kontroliran. Također, za razliku od ostalih deterministčkih protokola, kod određivanja prava pristupa u obzir se uzimaju samo stanice koje imaju podatke za slanje, čime se dobiva na brzini.

Mediji za IEEE 802.12 uključuju četveroparični kabel s neokloplјenim upredenim paricama kategorije 3, 4 (do 100 m) ili 5 (do 150 m), dvoparični kabel s oklopljenim upredenim paricama (do 100 m), te optički kabel (do 2000 m).

4.8. IEEE 802.14, Cable TV Based Broadband Communication

Projekt IEEE P802.14 definira uslugu digitalne komunikacije preko sustava kabelske televizije. Kabelska televizija je sustav originalno dizajniran za distribuciju televizijskih signala do korisnika kabelskim sustavom stablaste topologije s granama konstruiranih optičkim i/ili koaksijalnim kabelima. Signali se distribuiraju od glavne postaje do korisnika televizijskim kanalima širine 8 MHz unutar frekvencijskog pojasa od 65 do 850 MHz (u SAD-u 6 MHz od 42 do 850 MHz). Dio spektra od 5 do 65 MHz rezerviran je za komunikaciju u povratnom smjeru (u mnogim postojećim sustavima kabelske televizije nije ni implementiran).

Za pružanje podatkovnih usluga preko kabelske mreže potrebno je koristiti televizijski kanal u distribucijskom smjeru za promet od mreže prema korisniku, te televizijski kanal u povratnom smjeru za promet od korisnika prema mreži.

Zbog koncepcije i topologije sustava kabelske televizije, u distribucijskom smjeru promet se generira samo s jednog mjesta te nema mogućnosti sudara, dok je za promet u povratnom smjeru potrebno pregovaranje, kao i definiranje postupka u slučaju sudara. Budući da sustav kabelske televizije obuhvaća prostor u polumjeru od 80 km, kašnjenje prostiranja signala je značajno i unosi dodatne probleme pri regulaciji pristupa mediju.

Cilj projekta je proizvesti normu za omogućavanje dvosmjernog prijenosa različitih usluga preko sustava kabelske televizije (npr. brza podatkovna komunikacija za poslovna i kućna računala, interaktivne igre, video na zahtjev, video-kupovina,...).

Norma 802.14 treba podržati promet stalne i promet promjenjive brzine, dvosmjernu komunikaciju, simetrične i nesimetrične brzine prijenosa na vezama koje uključuju distribucijski i povratni smjer, vezno i ne-vezno orijentirane usluge, te osigurati kvalitetu usluge u pogledu propusnosti, kašnjenja prostiranja i kolebanja vremenskih karakteristika signala. Pritom treba osigurati mogućnost istodobne primjene s postojećim analognim signalima za prijenos videa i dolazećim digitalno kodiranim televizijskim signalima, te novijim tehnologijama, kao što je asinkroni način prijenosa, ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Korisnički uređaj priključuje se na utičnicu sustava kabelske televizije preko kabelskog modema.

Radna grupa 802.14 podnijela je Nacrt norme u kolovozu 1998. godine, ali isti do kolovoza 1999. godine nije prihvaćen.

Drugi projekt pod okriljem radne grupe 802.14 odnosi se na optimizaciju propusnosti i performansi pri prijenosu u povratnom smjeru (P802.14a), u koju svrhu je evaluirano desetak tehnika modulacije.

Osim međunarodne normizacije, na definiranju kabelskog modema istovremeno radi i američka organizacija MCNS (Multimedia Cable Network Systems Partners Ltd.), rezultat čega je specifikacija DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification).

4.9. IEEE P802.15 - WPAN

WPAN je lokalna računalna mreža za bežično spajanje uređaja u radnom prostoru osobe ili koji ulaze u radni prostor osobe. Radni prostor osobe je prostor oko

osobe koji se u pravilu proteže na do 10 metara u svim smjerovima i okružuje osobu koja bilo miruje bilo se kreće, a u kojem su istaknutiji zahtjevi u pogledu potrošnje, jednostavnosti rješenja te optimizacije cijene i dimenzija. Uređaji u radnom prostoru osobe uključuju uređaje koji se prenose, nose ili su smješteni blizu tijela osoba (npr. osobna računala, ručna osobna računala, pisači, mikrofoni, zvučnici, naglavne kombinacije - headsets, čitači bar-koda, senzori, zasloni, mobiteli i slično).

Shodno navedenim zahtjevima, WPAN je mreža raspona od 0 do 10 metara s brzinama manjim od 1 Mb/s, malom potrošnjom i dimenzijama, do 16 umreženih uređaja te niskom cijenom u odnosu na cijenu spojenih uređaja.

Također, zadatak projekta 802.15 je postići mogućnost međusobnog rada zadovoljavajuću za prijenos podataka između WPAN i 802.11 uređaja.

Očekuje se da će Nacrt norme 802.15 biti spreman za odobrenje u jesen 2000. godine.

4.10. IEEE P802.16 - Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems

Projekt IEEE P802.16 bavi se specifikacijom zračnog sučelja u fiksnom sustavu namijenjenog za širokopojasni bežični pristup iz više točaka radi prijenosa podataka, videa i govora. Specifikacija se primarno odnosi na sustave koji rade na frekvenciji 30 GHz, ali je široko primjenjiva i na sustave koji rade na frekvencijama između 10 GHz i 66 GHz.

Svrha projekta je omogućiti brz međunarodni razvoj inovativnih i po cijeni povoljnih proizvoda za širokopojasni bežični pristup uz osiguranje mogućnosti međusobnog rada proizvoda različitih proizvođača, omogućiti nadmetanje u širokopojasnom pristupu osiguravajući alternativu kabelskom širokopojasnom pristupu, te ubrzati komercijalizaciju spektra za širokopojasni bežični pristup.

5. KRATICE

CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance	Višestruki pristup s osluškivanjem nositelja i izbjegavanjem sudara
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection	Višestruki pristup s osluškivanjem nositelja i otkrivanjem sudara
DIX	DEC, Intel and Xerox	DEC, Intel i Xerox
I/G Bit	Individual/Group Bit	Pojedinačni/grupni bit
IEC	International Electrotechnical Commission	Međunarodno povjerenstvo za elektrotehniku
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut inženjera elektrotehnike i elektronike
ISO	International Organization for Standardization	Međunarodna organizacija za normizaciju
JTC1	Joint Technical Committee 1	Zajednički tehnički odbor broj 1
LAN	Local Area Network	Lokalna računalna mreža
LLC	Logical Link Control	Kontrola logičke veze
LMSC	Local and Metropolitan Area Network Standards Committee	Odbor za normizaciju lokalnih i gradskih mreža
LSAP	Link Service Access Point	Točka pristupa usluzi veze
LSB	Least Significant Bit	Najmanje značajan bit okteta
MAC	Media Access Control	Kontrola pristupa mediju
MAN	Metropolitan Area Network	Gradska računalna mreža
MAP	Manufacturing Automation Protocol	Protokol za automatizaciju proizvodnje
MSB	Most Significant Bit	Najznačajniji bit okteta
OSI RM	Open Systems Interconnection Reference Model	Referentni model za povezivanje otvorenih sustava
SNAP	Sub-Network Access Protocol	Podmrežni pristupni protokol
TDM	Time Division Multiplexing	Multipleksiranje s vremenskom podjelom
WLAN	Wireless Local Area Network	Bežična lokalna mreža
WPAN	Wireless Personal Area Network	Bežična osobna mreža

6. ZAKLJUČAK

Kao odgovor na rastuću potrebu komuniciranja računalnih uređaja, IEEE je 1980. godine započeo Projekt 802. Prvih godina rada na IEEE Projektu 802 definiran je niz LAN i MAN tehnologija radi uspostavljanja ravnoteže između različitih neusklađivih rješenja pojedinih proizvođača s jedne strane, te potrebe zadovoljenja određenih aplikacija ili ekonomskih ciljeva s druge. Do današnjeg dana u okviru Projekta 802 definiran je niz od 30-tak normi koje tvore obitelj IEEE 802.

Za razliku od drugih mreža za komunikaciju podacima, IEEE 802 LAN-ovi su namijenjeni za geografska područja srednje veličine (zgrada, kompleks zgrada). Uobičajeno ih posjeduje i koristi jedna organizacija. Karakterizira ih korištenje paketske komunikacije, te srednje do velike brzine prijenosa (od 1 Mb/s do 1 Gb/s) uz malen postotak pogrešaka.

MAN-ovi se razlikuju od ostalih mreža za komunikaciju podacima po tome što su namijenjeni komunikaciji na većem, ali ograničenom, geografskom području kao što je grad. Uobičajeno ih koristi veći broj pojedinačnih korisnika i organizacija. MAN-ovi trebaju osiguravati međusobno povezivanje IEEE 802 LAN-ova, izokrone usluge i vezno-orijentirane podatkovne usluge. Također, MAN-ovi trebaju biti kompatibilni s postojećim i budućim javnim mrežama.

Različitim načinom dizajniranja podsloja MAC, odabirom samog medija, kao i vrste signalizacije Projekt 802 definira različite LAN-ove i MAN-ove s ciljem postizanja performansi potrebnih za pojedine aplikacije.

Podsloj MAC i fizička signalizacija za specifične LAN i MAN tehnologije reguliraju pristup mediju i osiguravaju isporuku okvira s podacima do željenog/željenih odredišta s ciljem postizanja što većeg postotka uspješnosti prijenosa podataka. Premda je moguće otkrivanje pogrešaka u primljenim okvirima i odbacivanje okvira s pogreškama, podsloj MAC ne uključuje postupak za oporavak od grešaka već se pretpostavlja da će to obaviti viši sloj ukoliko se zahtijeva jamčenje primitka podataka.

Kako postoje sustavi za koje je poželjna kontrola toka i postupak oporavka od grešaka u sloju podatkovne veze, IEEE je za te funkcije iznad različitih podslojeva MAC koji pripadaju različitim LAN i MAN tehnologijama definirao zajednički podsloj LLC.

Dodatno, podsloj LLC skriva razlike između različitih IEEE 802 LAN-ova i MAN-ova pružajući jedinstvenu strukturu i sučelje mrežnom sloju.

Uslijed stalnog razvoja tehnologije i promjena glede zahtijevane pouzdanosti i performansi komuniciranja, u okviru Projekta 802 se kontinuirano radi na definiranju normi za lokalne i gradske računalne mreže. Krajem 90-tih godina intenziviran je rad na povećanju propusnosti (100 Mb/s do 1 Gb/s), segmentaciji LAN-ova (preklapani LAN-ovi i prividni LAN-ovi), integraciji prijenosa govora i podataka, te bežičnim LAN-ovima.

LITERATURA

[1] Digital Equipment Corp., Intel Corp., Xerox Corp., The Ethernet: A Local Area Network, Data Link Layer and Physical Layer Specifications, Version 2.0, November 1982

[2] IEEE 802-1990, IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture

[3] Operating rules of IEEE Project 802 LAN MAN Standards Committee (LMSC), November 13,1998 (http://grouper.ieee.org/groups/802/11_98_LMSC_rules.pdf)

[4] IEEE Standards Catalog: IEEE 802 Standards List (http://standards.ieee.org /olis/lanman.html)

[5] ISO/IEC 7498-1:1994, Information technology -- Open Systems Interconnection -- Basic Reference Model: The Basic Model

[6] ISO/IEC 8802-2:1998 ŠANSI/IEEE Std 802.2, 1998Ć, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 2: Logical link control

[7] ISO/IEC 15802-2:1995 [ANSI/IEEE Std 802.1B, 1995], Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Common requirements – Part 2: LAN/MAN Management

[8] ISO/IEC 9595:1990, Information processing systems – Open System Interconnection – Common management information protocol specification

[9] ISO/IEC 15802-3:1998 ŠANSI/IEEE Std 802.1D, 1998Ć, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Common requirements – Part 3: Media Access Control (MAC) Bridges

[10] ISO/IEC 11801:1995, Information technology – Generic cabling for customer premises

[11] S. JAVORNIK VONČINA: "Generičko kabliranje poslovnih zgrada prema međunarodnoj normi ISO/IEC 11801", Energija 5/1998.

A REVIEW OF IEEE STANDARDS FOR LOCAL AND METROPOLITAN AREA NETWORKS

The paper gives a review of standards published within the IEEE Project 802 by August 1999.. The IEEE Project 802, or IEEE 802 Local and Metropolitan Area Network Standards Committee, is responsible for establishing IEEE/ANSI and equivalent IEC/ISO JTC 1 international standards in the areas of Local Area Networks and Metropolitan Area Networks. The IEEE LAN/MAN architecture reference model is presented first, followed by brief description of most common LAN/MAN design parameters. Finally, specific IEEE 802 family LAN/MAN technogies including Ethernet, Token Bus, Token Ring and DQDB are addressed in more detail.

EINE ÜBERSICHT DER IEEE NORMEN FÜR LOKALE UND GROSSTÄTISCHE RECHNERNETZSYSTEME

Der Artikel bringt eine Übersicht jener Normen dar, welche bis August 1999 innerhalb des IEEE Projektes 802 veröffentlicht wurden (IEEE: Abükrzung für das amerikanische Institute of Electrical and Electronical Engineers). Das IEEE

Projekt 802 bzw. der Normenausschuss IEEE 802. ist für JTC1 internationler Normen im Bereich der LAN und MAN des IEEE/ANSI und deren Equivalenten IEC/ISO zuständig (Abkürzungen: JTC1: Joint Technical Comitee 1 = Gemeinsamer technischer Ausschuss No. 1 IEC/ISO; LAN: Local Area Network = Lokale Gebietsnetze; MAN: Metroplitan Area Network = Großstadtgebietsnetze; IEC: International electrotechical comission = Internationaler elektrotechnischer Ausschuss); ISO: International Standard Organisation = Internationale Organisation für Normwesen). Im Artikel ist vorerst die LAN/MAN IEEE - Gestaltung als Mustermodel dargestellt; danach sind die Parameter des LAN/MAN Entwerfens kurz beschrieben. In der Folge sind die LAN/MAN Verfahren, die Verfahren Ethernet, Token Bus, Token Ring, DODB und andere eingeschlossen, ausführlicher beschrieben. (DOBB; DO-loop Data Base = Angabenbasis in der DO-Schleife).

Naslov pisca:

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda
Sektor za poslovnu informatiku
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-08-30.

50 GODINA DALEKOVODA d.d. - ZAGREB

U proteklih 48 godina časopisa "ENERGIJA", ime i logotip Dalekovoda puno puta se je našlo na našim stranicama.

Ovaj put povod njegovog pojavljivanja je 50. obljetnica postojanja Dalekovoda, jedne od najuspješnijih tvrtki u tom djelokrugu.

Ako se vratimo u prošlost naći ćemo da je poduzeće Dalekovod osnovano odlukom Vlade FNRJ 1949. godine.

S današnje točke motrišta, tada je bila doista niska razina izgrađenosti elektroprivrednog sustava Hrvatske i bivše Jugoslavije.

Rukovodstvo osnovane tvrtke Dalekovod, spoznalo je svoju zadaću, koja je bila definirana u aktu o osnivanju, a to je da preuzme temeljnu obvezu u izgradnji elektroenergetske mreže. Počelo se sa 162 zaposlenika i s doista skromnim sredstvima za rad. Primjerice, na raspolaganje su dobili nekoliko trofejnih kamiona i strojeva za bravarsku radionicu. Radilo se na najprimitivniji način. Međutim, svaki uspjeh bio je razlog za ponos i odmah se počelo odvajati za razvoj. Tada je svaka nabava, od pribora za crtanje za poslove projektiranja do stroja u proizvodnji, transportnog sredstva, ili alata i mehanizacije za montažu predstavljala radost i korak dalje u razvoju, kao i mogućnost više za nove uspjehe i nova ulaganja.

Ubrzo je stvorena tvrtka koja je u tadašnjim okolnostima i u okvirima tadašnje države stekla ugled zahvaljujući kvaliteti, znanju i mogućnostima projektiranja, proizvodnje i izgradnje dalekovoda i transformatorskih stanica svih naponskih razina.



Već 1957. godine prvi proizvodni pogoni u Magazinskoj i Daničićevoj ulici u Zagrebu postaju pretijesni i donosi se odluka o izgradnji novih pogona na Žitnjaku. Na tu lokaciju do 1964. godine preseljena je kompletna proizvodnja i izgradnja.

Iste godine Uprava iz Gundulićeve, gdje je bila od osnivanja Dalekovoda, seli na današnju lokaciju u zgradu u Ulici grada Vukovara 37.

Već od početka djelovanja u Dalekovodu su formirane tri temeljne djelatnosti:

- projektiranje
- proizvodnja
- izgradnja.

Spomenute djelatnosti od početka su bile organizirane svaka zasebno kao radne jedinice, koje tek objedinjene i osposobljene za cjelovite usluge predstavljaju respektabilnu veličinu. Tvrdnja nije pretenciozna, jer u Lijepoj našoj nema ni jednog djelića gdje svoj trag nisu ostavili "dalekovodaši" ulažući rad u to da zasvjetli u domovima.

Djelatnost PROJEKTIRANJE

Prigodom osnivanja tvrtke 1949. godine, u ovoj djelatnosti radilo je nekoliko inženjera, tehničara i tehničkih crtača bez ikakve opreme.

Danas je to radna cjelina sa 60 zaposlenih, s tim da je u projektiranju 31 s visokom i 6 s višom stručnom spremom, te 15 tehničara i 5 kvalificiranih radnika.

Njima rukovodi dugogodišnji iskusni projektant gosp. **Predrag Pavlović,** dipl. ing. el. koji praktički gotovo cijeli svoj radni vijek radi na poslovima projektiranja.

Svojim znanjem i iskustvom poznat je i priznat u krugovima investitora, a i kod drugih partnera u ovome poslu.

Projektiranje je organizirano po uredima i to:

- Ured prijenosa
- Ured distribucije
- Građevinsko-arhitektonski ured
- Ured organizacije projektiranja - *priprema* - koji u svom sastavu ima službe pripremno istražnih radova - geodetskih i geoloških, te službu posebnih poslova - visokonaponska postrojenja, studije i razvoj.
- Ured informatike.

Na čelu svih ureda i službi su znalci svoga posla i iskusni inženjeri, i s obzirom da poznaju svaki detalj i problem u elektroenergetskoj mreži Hrvatske. Bez njih je nezamislivo ostvarenje bilo kojeg projekta elektroenergetske mreže.

Posebno je veliki njihov doprinos, a to se potvrdilo nebrojeno puta, prigodom havarija i izvanrednih okolnosti, gdje se na terenu traži donošenje brzih odluka. Minute prekida u opskrbljivanju potrošača, što nekad život znači, bez obzira i na vremenske nepogode koje u pravilu prate takvo stanje, u mreži zahtijevaju potpunu akciju.

Spomenimo njihov veliki doprinos u vrijeme rata i poratne obnove.

Primjerice, sjetimo se privremenih rješenja opskrbe Slavonije električnom energijom ili izgradnju rješenja za napajanje Zadra, gdje je praktički na liniji razdvajanja u desetak dana projektiran i izgrađen dalekovod od 12 km. Većina ovih privremenih dalekovoda, izuzev zadarskog, još uvijek su nakon 8 godina od izgradnje praktički jedini prijenosni vodovi na tim područjima.

Samo oni koji su izravno sudjelovali u takvim pothvatima znaju kolika je bila vrijednost imati ljude - dalekovodaše, za koje nepoznanica nije bilo. Radilo se na puškomet neprijatelja, gdje tada život nije imao svoju vrijednost.

Danas, nakon stalnog vlastitog izdvajanja i ulaganja u razvoj, nastala je snažna organizacija s najsuvremenijom elektroničkom potporom za istražne radove i visokoobrazovanim stručnjacima spremnim za rješenja svakog problema iz područja prijenosa i distribucije električne energije.



Praćenjem svjetskog razvoja tehnologije prijektiranja, projektanti Dalekovoda uvijek su nastojali i uspijevali biti u vrhu, za što su dobili brojna priznanja. Kako oni sami kažu, najveće priznanje im je pogled na objekte kamo god se uputili, jer tu se prepoznaje - njihov rad.

Djelatnost PROIZVODNJA

Nakon osnivanja 1949. godine, proizvodnja je počela u privremenim i neadekvatnim radioničkim prostorima u Magazinskoj ulici. Mogućnosti su bile dosta skromne.

Danas nakon 50 godina Dalekovod u svojim modernim proizvodnim pogonima u Velikoj Gorici proizvodi:

- ovjesnu i spojnu opremu za sve vrste dalekovoda i trafostanica do 500 kV,
- opremu za kontaktnu mrežu,
- zaštitne i odbojne ograde za cestovne prometnice,
- konstrukciju za prometnu signalizaciju,
- čelično rešetkaste stupove za dalekovode, antene, portale i postolja aparata u transformatorskim stanicama,
- poligonalne limene stupove za rasvjetu prometnica, sportskih i drugih objekata.

Gotovo svi proizvodi plod su vlastitog razvoja, prilagođavanja zahtjevnom domaćem i svjetskom tržištu, i kao rezultat toga je stalno širenje proizvodnih programa.

Fleksibilnost u proizvodnji, raznolikost i kvaliteta proizvoda omogućili su da se Dalekovod razvije u jednog od najvećih proizvođača ovjesne i spojne opreme u svijetu.

Danas Dalekovod od ukupne proizvodnje izvozi više od 80% na zahtjevno svjetsko tržište. S ponosom se može naglasiti da nema značajnijeg elektroprivrednog subjekta u svijetu, gdje nisu proizvodi Dalekovoda, s imenom Zagreba, i Hrvatske i sa znakom "Croatian Quallity".

Izuzetan je doprinos proizvodnje Dalekovoda bio tijekom domovinskog rata, kao i poslijeratne obnove. Dalekovodašima nisu bila potrebna dodatna obrazloženja za "pokret" proizvodnje, kad je preko noći ili praznikom trebalo izraditi odgovarajuću ovjesnu i spojnu opremu i konstrukciju za oštećene stupove, da bi se već slijedeće jutro moglo krenuti na teren gdje su čekale spremne ekipe za montažu.

Za takve obveze dobro zna svaki "dalekovodaš" i reagira spontano, kao da je riječ o njegovoj vlastitoj kući.

U sastavu proizvodnje je i Kovačnica u Vinkovcima. Osnovana je 1921. godine, a dugi niz godina imala je u proizvodnom programu uglavnom jednostavnije poljoprivredne alate. S obzirom na usporeni razvoj mehani-

zacije u poljoprivredi, Kovačnica je imala znatnih teškoća u poslovanju i 1963. g. je integrirana u Dalekovod. Od tada se u Kovačnici kuje ovjesna i spojna oprema za proizvodni program.

Pri prvim napadima na industrijske pogone u Vinkovcima, Kovačnica Vinkovci bila je teško oštećena. Međutim već u ožujku 1992. godine pogoni su obnovljeni i jedna je od rijetkih tvrtki koja je na tom području uspješno odolijevala svim teškoćama za cijelo vrijeme domovinskog rata.

Skoro 80 godina tradicije i predanog rada jamstvo je za uspješno poslovanje Kovačnice i u budućnosti, a i egzistencije za obitelji 130 zaposlenih Vinkovčana.

Mladi stručni ljudi u djelatnosti Proizvodnje na čelu sa mr. **Zdenkom Milasom,** dipl. oec. svjesni su da je znanje propusnica za svijet, te da samo uz tehnologiju i stalni razvoj osiguravaju prisustvo Dalekovoda na svjetskom tržištu.

Od nekoliko konstruktora u početku u djelatnosti Proizvodnja danas radi 37 zaposlenika s VSS, 22 s VŠS te približno 400 s VKV, KV i srednjom stručnom spremom.

Djelatnost IZGRADNJA

Izgradnja je temeljna djelatnost Dalekovoda.

Tijekom razvojnog puta, koji kao i ostali dijelovi Dalekovoda započinje 1949. godine, danas je ova djelatnost osposobljena za izgradnju elektroenergetskih objekata svih napona.

Izblijedjele fotografije iz prošlosti svjedoče o razvoju izgradnje dalekovoda i transformatorskih stanica, o ručnim iskopima, manuelnom prijenosu materijala na stupna mjesta, razvlačenju užadi i polaganju podvodnih kabela na najprimitivniji način.

Danas djelatnost Izgradnja, uz pomoć najmodernije mehanizacije i stručnog kadra obavlja:

- izgradnju niskonaponskih mreža,
- izgradnuju srednjonaponskih vodova,
- izgradnju visokonaponskih vodova do 500 kV,
- izgradnju transformatorskih stanica svih naponskih nivoa,
- montažu svih vrsta čeličnih i drugih konstrukcija,
- montažu antena za različite namjene,
- rasvjetu prometnica, tunela i sportskih terena,
- polaganje svih vrsta podzemnih i podvodnih kabela,
- elektrifikaciju željezničkih i tramvajskih pruga,
- izgradnju telekomunikacijskih mreža,
- montažu opreme za ventilaciju u tunelima,
- montažu opreme za signalizaciju, zaštitu od požara i vatrodojavu na prometnicama kao i opreme za sustav daljinskog upravljanja,
- montažu odbojnih i zaštitnih ograda za prometnice.

Najkraći rok izgradnje novog objekta ili popravka starog, uz vrhunsku kvalitetu, temeljno je načelo rada Izgradnje. Ne očekujući pohvale i zahvale investitora, najveća nagrada ljudima Izgradnje je posao napravljen pravodobno i kvalitetno.

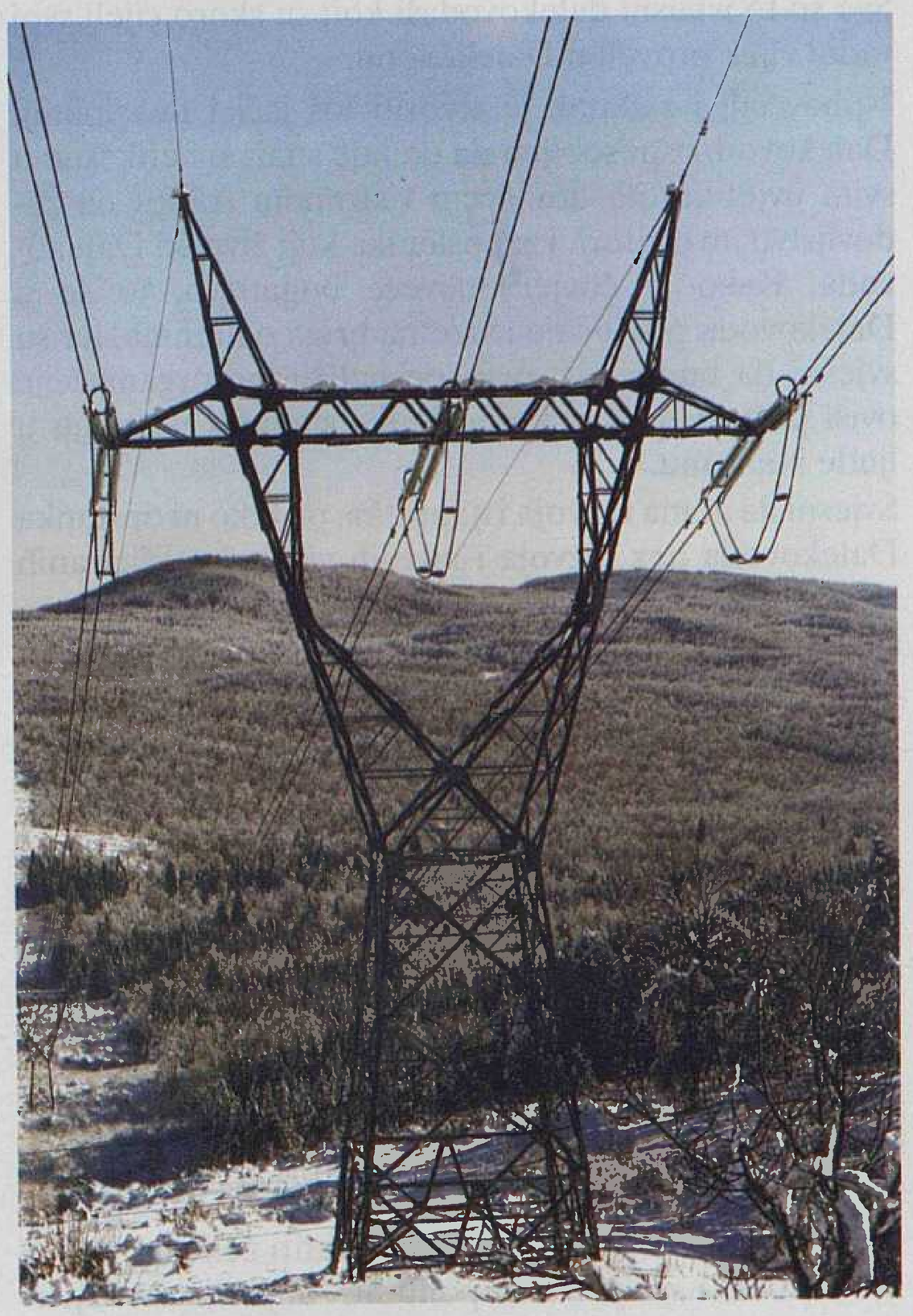
Iako je posao montera dalekovoda izuzetno težak i naporan, jer se odvija na terenu, veoma često na stupovima visina 50 - 60 m, daleko od kuće i obitelji, u vremenskim nepogodama, ipak većinu gotovo čitav radni vijek veže uz Dalekovod.

Kada nekog od montera zapitate zašto je to tako, izričit odgovor nećete dobiti. Za neke je to jednostavno osjećaj pripadnosti svojoj tvrtki, za druge je doživljaj pogleda s visine ili osjećaj ljepote izgradnje svuda ispletene mreže i značenja električne energije za ljude.

Mnogi kažu da unatoč teškoćama nikad ne bi mijenjali posao. Mnogi od njih upoznali su i gradilišta u europskim, azijskim i afričkim zemljama radeći ili za poslovne partnere Dalekovoda ili s Dalekovodom.

U svojoj organizaciji djelatnost Izgradnja je podijeljena na Visoki napon, koji radi prijenosne objekte, a vodi ih iskusni "dalekovodaš" gospodin **Mihael Brandvajner,** dipl. ing. el. Niski napon, koji radi distribucijske objekte, transformatorske stanice, sve aktivnosti na cestovnim i željezničkim prometnicama i sl.. Vodi ih gospodin **Tomo Buči,** ing. el. Komercijalne poslove za sve segmente djelatnosti Izgradnje vodi gospodin **Branimir Alujević,** dipl. ing. el.

Potporu u svim osnovnim aktivnostima pruža RJ Transport, koja posjeduje veliki broj specijalnih vozila i mehanizacije za specifične i terenske uvjete.



U djelatnosti Izgradnja ukupno je 31 zaposlenik s visokom i višom spremom, te približno 400 s VKV i KV i srednjom stručnom spremom. Većina od njih je zanat montera "ispekla" izravno na terenu. Njihovo iskustvo i znanje jamstvo su da će Dalekovod i ubuduće moći preuzeti svaku zadaću i pritom osposobljavati nove mlade ljude.

Sve tri osnovne djelatnosti Dalekovoda prate Opća, pravna i kadrovska služba te Financijska služba, a punu potporu imaju u integriranom informatičkom sustavu.

Dalekovod danas

Donošenjem Zakona o pretvorbi društvenih poduzeća, Dalekovod je 1993. godine pretvoren u dioničko društvo. Vrijedne ruke "dalekovodaša" stvorile su od svog osnutka do procjene poduzeća, prema kriterijima Zakona, vrijednost od 63,7 milijuna DEM.

Većinski vlasnici Dalekovoda su management i skupina zaposlenih u Dalekovodu.

Poslovnu politiku i brigu o budućnosti Dalekovoda danas vodi Uprava Dalekovoda d.d. koju čine:

- **gospodin Luka Miličić, dipl. ing. građ. - predsjednik Uprave Društva - Generalni direktor**
- **gospodin Tomislav Belamarić, dipl. ing. el. - član Uprave Društva - direktor Društva**
- **gospodin Krešo Kraljević, dipl. ing. el. - član Uprave Društva - direktor Društva.**

Sve su to iskusni dalekovodaši koji su skoro cijeli svoj radni vijek proveli u Dalekovodu.

Njihov cilj i zadatak je stvoriti još jači i fleksibilniji Dalekovod, osposobljen da djeluje snažno i efikasno u svim uvjetima na domaćem i stranom tržištu na zadovljstvo investitora i zaposlenika koji žive od Dalekovoda. Kako je čovjek najveće bogatstvo, to se u Dalekovodu posvećuje izuzetna briga o ljudima, jer su svjesni da budućnost ove specijalizirane organizacije ovisi prije svega o znanju ljudi i stalnom ulaganju u ljude i opremu.

Svjesni da nema razvoja i napretka, pa tako ni opstanka Dalekovoda bez razvoja i mladih visokokvalificiranih stručnjaka, Dalekovod izuzetno mnogo ulaže u osposobljavanje postojećih stručnjaka i zapošljavanju novih mladih stručnjaka.

Naglasimo da je Dalekovod jedna od prvih hrvatskih tvrtki koja je u svom poslovanju dobila certifikat ISO 9001. Nastup na svjetskom, a i domaćem tržištu, danas je nezamisliv bez primjene pravila koja propisuje ovaj standar. Svjesna toga, Uprava Dalekovoda stalno dograđuje i unapređuje ovaj, u svijetu priznat, sustav kontrole kakvoće.

Vodeći računa o zaštiti okoliša u postupku je i uvođenje sustava o zaštiti čovjekove okoline ISO 2014.

Oduvijek je Dalekovodu bilo bitno zadovoljiti želje investitora.

U tom smislu cilj Dalekovoda je pratiti želje i planove investitora i uvijek im ponuditi najbolja i najsuvremenija rješenja. Da bi se to ostvarilo stalno se prate svjetska dostignuća, i mogućnosti konkurencije, te iz toga i proistječu bolja tehnička rješenja, brža izgradnja i jeftinija cijena.

Dalekovod je sudjelovao u toliko puno projekata elektroenergetskih objekata da ih je nemoguće nabrojati.

Možda je prilika da se nešto kaže o upravo završenom projektu DV 2 x 400 kV Veleševec-Žerjavinec-Heviz (do mađarske granice), koji je izgrađen u rekordnom roku, jer je to najveći objekt građen u elektroenergetskoj mreži Hrvatske u posljednjih 20 godina.

Navedena dva dalekovoda:

- DV 2x400 kV Veleševec-Žerjavinec (31 km)
- DV 2x400 kV Žerjavinec-državna granica (99 km)

prva su 400 kV veza elektroenergetskih mreža Republike Hrvatske i Republike Mađarske.

Za ove kompleksne dvosistemske dalekovode kompletnu tehničku dokumentaciju izradili su projektanti Dalekovoda Zagreb.

Hrvatska elektroprivreda povjerila je izgradnju temelja Industrogradnji Zagreb i njezinim kooperantima, a sve ostale radove (montaža čelično-rešetkastih konstrukcija stupova, ugradnja u temelje, podizanju stupova, svi elektromontažni radovi, izrada i isporuka ovjesne i spojne opreme) izveo je Dalekovod - Zagreb.

Kompletna izgradnja obavljena je u vremenu od godine dana, s tim da su kompletni elektromontažni radovi obavljeni u roku od 6 mjeseci.

Na svečanosti puštanja u pogon, koja je održana 12. studenog 1999. godine, Generalni direktor Hrvatske elektroprivrede gosp. **Damir Begović**, dipl. ing., naveo je taj podatak uz čestitke izvođačima, budući da su u samom vrhu poznatih svjetskih rokova izgradnje takvih dalekovoda.

Da bi se dobila veličina radova koje je trebalo obaviti, dovoljno je napomenuti da je za ova dva dalekovoda ugrađeno 20.000 m^3 betona, sastavljen i montiran 341 čelično-rešetkasti stup s približno 6000 t konstrukcije. Na dalekovodima je montirana ovjesna i spojna oprema s 1500 t vodiča i 135 km zaštitnog užeta (OPGW), s 24 svjetlovodna vlakna.

Pored izgradnje navedenih 400 kV dalekovoda, u istom roku, Dalekovod Zagreb obavio je ugradnju zaštitnog užeta na dijelu od TS 400/110 kV Tumbri do Veleševca (31 km). Na toj dionici dalekovoda ugrađeno je također OPGW zaštitno uže, tako da je uspostavljena direktna telekomunikacijska veza između TS 400/110 kV Tumbri i TS 400/120 kV Heviz.

Ovim dalekovodima uspostavljena je veza 400 kV elektroenergetskog sustava Hrvatske s istim u Mađarskoj i dalje s elektroenergetskim sustavima Austrije, Slovačke i Češke, odnosno istočne Europe.

Čestitajući 50. godina uspješnog rada ovoj uvaženoj tvrtki, želimo da im se ispune sve želje i da još mnogo godina uspješno posluju na ovim prostorima i diljem svijeta.

UZ PRIGODU STOTE OBLJETNICE MREŽNOG TONFREKVENTNOG UPRAVLJANJA

Dana 31.12.1899. Cesar Rene Loubery patentirao je sustav telekomande. Za prijenos komandi korišteni su postojeći vodovi električne energije kojima se istodobno neometano isporučuje električna energija. Danas se za to koriste nazivi: Rundsteuerung, Ripple control i kod nas mrežno tonfrekventno upravljanje (MTU).

Patent je počivao na fizikalnom modelu elektrodistributivne mreže u složenoperiodičnom načinu rada. Sustav je bio upotrebljiv kako u el.energetskim sustavima sa istosmjernom strujom tako i u izmjeničnim sustavima.

Kako mrežno tonfrekventno upravljanje (MTU, ili MTK) koristi odašiljanje masovnih telekomandi iz odašiljača ka golemom broju prijamnika (koji s visokom pouzdanošću izvršavaju upravljačke funkcije/komande) to se nameće neodoljiva sličnost s dva najpoznatija sustava masovnog komuniciranja: radiodifuzija i televizija koji se također odlikuju masovnim jednosmjernim načinom komunikacije.

Patent mrežnog tonfrekventnog upravljanja nastao je u ozračju drugih značajnih pronalazaka i postignuća na prijelomu 19. i 20. - ga stoljeća, kao što su:

- 1882. Prva istosmjerna javna elektrana New York, Tempre
- 1883. Teslin asinhroni indukcioni motor
- 1887. Teslin višefazni izmjenični sustav
- 1891. Trofazni prijenos el.energije Laufen/Frankfurt
- 1897. Ideja mrežnog tonfrekventnog upravljanja
- 1899. Patent mrežnog tonfrekventnog upravljanja
- 1901. Nobelova nagrada, Röntgen
- 1905. Sijalica sa wolframovom žarnom niti, Radio
- 1910. Nadstrujni rele
- 1915. Einstein, opća teorija relativnosti
- 1920. Prva javna radio stanica
- 1930. Bežični prijenos slike
- 1935. Radar, javna TV
- 1950. Masovna uporaba mrežnog tonfrekventnog upravljanja u SR Njemačkoj u okviru plana 1000 odašiljača
- 1973. Uporaba mrežnog tonfrekventnog upravljanja u Hrvatskoj na srednjo naponskoj razini, 35 kV, 20 kV i 10 kV
- 1994. Pojava numeričkog MTU prijamnika i standardnog protokola
- 1999. Split, prvi odašiljač mrežnog tonfrekventnog upravljanja na visokom naponu 110 kV u Hrvatskoj.

Silnice koje su znatno utjecale na razvoj i korištenje mrežnog tonfrekventnog upravljanja u svijetu su:

❑ Negativni utjecaji, koji su priječili razvoj i uporabu MTU-a

1. Pojava uklopnog sata sa el.motorom za navijanje 1906, slab utjecaj
2. Prvi svjetski rat 1914./1918., jak utjecaj
3. Ekonomska kriza između dva svj. rata, jak utjecaj
4. Drugi svjetski rat , jak utjecaj

❑ Pozitivni utjecaji, koji su pogodovali razvoju i uporabi MTU-a

1. Trajna potreba proizvodnje i prijenosa el.energije sa konstantnom potrošnjom, bez izrazitih minimuma i maksimuma, srednji utjecaj
2. Dramatičan porast potrošnje el.energije u Europi 1950./60., jak utjecaj
3. Energetska kriza 1970, jak utjecaj
4. Međunarodna razmjena rada u kojoj je cijena utrošenog kWh značajan čimbenik konkurentnosti, srednji utjecaj.

Visoka učinkovitost i pouzdanost masovne uporabe u elektroenergetici, te niska cijena sustava po korisniku, danas mrežno tonfrekventno upravljanje svrstava u najjeftinije sustave masovne telekomande komercijalne uporabe. Konkurentni sustavi danas su znatno skuplji po korisniku, ili su još u eksperimentalnoj fazi.

Hrvatski gradovi koji imaju sustave mrežnog tonfrekventnog upravljanja su: Zagreb, Rijeka, Pula, Čakovec, Dubrovnik, Varaždin, Makarska, Koprivnica, Knin i Virovitica. U tijeku je gradnja prvog 110 kV odašiljača za potrebe HEP-a Split. Kod nas su svi dosadašnji odašiljači srednjonaponski, u vlasništvu HEP-a. Ima ih ukupno 34. Ukupan broj prijamnika MTU u Hrvatskoj je cca 125.000, raznih tipova i proizvođača.

Ukupni broj korisnika MTU-a u Hrvatskoj je cca 300.000. Koriste ga uglavnom za tarife i javnu rasvjetu, a za upravljanu termičku potrošnju manjim dijelom.

Kako je u Hrvatskoj ukupno 1.600.000 potrošača el. energije možemo reći da je kod nas prosječno stanje mrežnog tonfrekventnog upravljanja zadovoljavajuće u usporedbi s drugim evropskim zemljama.

U Hrvatskoj su brojni Završni radovi, Diplomski radovi i Magistarski radovi imali za temu mrežno tonfrekventno upravljanje.

Danas je mrežno tonfrekventno upravljanje standardizirano, IEC1037, DIN 43861 Teil 1,2 i 3, te mnogobrojnim defacto standardima.

Krešimir Šimleša, dipl. ing.

IZ IZVJEŠĆA DRŽAVNOG ZAVODA ZA STATISTIKU

Od prvog siječnja 1997. godine primjenjuje se pri izradi statističkih izvješća nova Nacionalna klasifikacija djelatnosti NKD, utemeljena na europskoj klasifikaciji NACE, Rev 1 koja je obvezna za države članice Europske unije. Upisom u Registar svakom se poslovnom subjektu dodjeljuje sedmeroznamenkasti matični broj, a dijelu poslovnog subjekta određuje se četveroznamenkasti redni broj uz matični broj. Svim poslovnim subjektima i njihovim dijelovima dodjeljuje se i šifra djelatnosti prema NKD-u.

Statističke jedinice za mjesečna i godišnja izvješća jesu trgovačka društva razvrstana u područja C, D i E u Registru poslovnih subjekata. Pri određivanju statističkih jedinica poštivan je i teritorijalni princip na razini županija, tj. jedna statistička jedinica obuhvaća samo jednu županiju, pa je Hrvatska elektroprivreda dužna ispuniti toliko izvješća koliko ima županija, iako je jedan poslovni subjekt.

Između statističkih podataka objavljenih u mjesečnim i godišnjim izvješćima Državnog zavoda za statistiku izabrani su najinteresantniji podaci za Područje E – odjeljak 40: Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom

Obuhvaćeni su:

- podaci o proizvodnji električne energije sa indeksima fizičkog obujma proizvodnje
- podaci o neto i bruto plaći te broju zaposlenika
- indeksi cijena industrijskih proizvoda.

Promatra se trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine, za koje su iskazani godišnji i mjesečni podaci te za šest mjeseci 1999. godine.

Proizvodnja električne energije

Karakteristike proizvodnje električne energije iskazane su pomoću indeksa fizičkog obujma industrijske proizvodnje te apsolutnih vrijednosti proizvodnje električne energije za trogodišnje razdoblje. Radi lakšeg sagledavanja trendova prikazani su podaci o godišnjim i mjesečnim vrijednostima za 1996., 1997. i 1998. te za šest mjeseci u 1999. godini.

Indeksi fizičkog obujma industrijske proizvodnje za odjeljke izračunati su po Laspeyresovoj formuli. Temelj za izračunavanje indeksa su podaci o proizvodnji u naturalnom izrazu prema nomenklaturi industrijskih proizvoda i pondera za te proizvode koji predstavljaju dodanu vrijednost za jediničnu proizvodnju u kojoj se proizvod iskazuje.

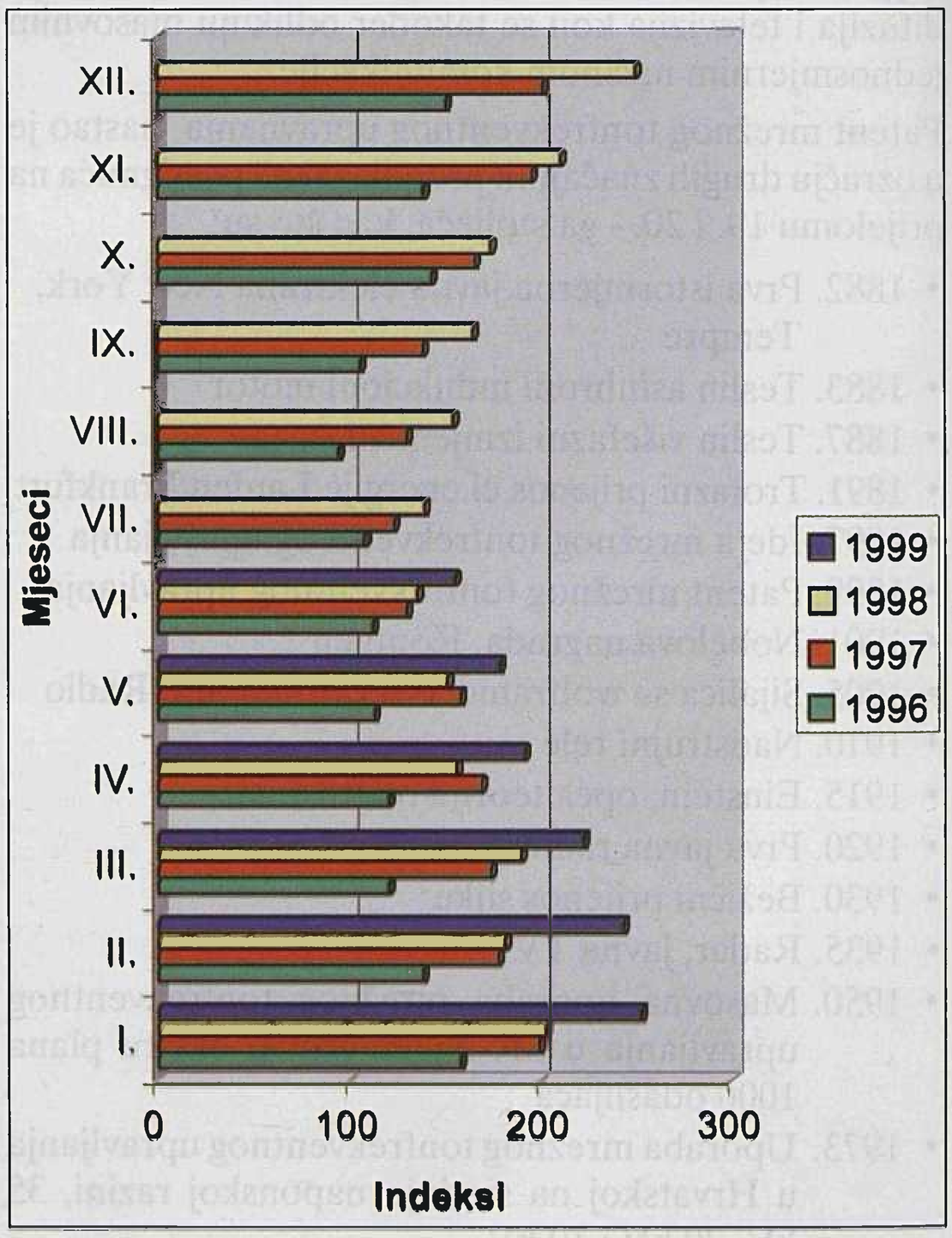
Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za "ukupno" izračunati su na temelju indeksa odjeljaka i stopa kojom odjeljci sudjeluju u ukupnoj dodanoj vrijednosti u području industrije. Znak "" ispred brojčane vrijednosti označava godišnji prosjek.

U tablici 1 i dijagramom na slici 1 prikazani su mjesečni indeksi fizičkog obujma proizvodnje za 1996., 1997. i 1998. godinu te za šest mjeseci u 1999. godini. Godina 1995. uzeta je s indeksom 100.

Treba napomenuti da se indeksi odnose prema novoj klasifikaciji na opskrbu električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) prema Nomenklaturi industrijskih proizvoda NIP 99 (Narodne novine broj 60 od 14. lipnja 1999.).

Tablica 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje (1995. = 100) (Izvor: Mjesečna statistička izvješća za 1996., 1997., 1998. i 1999. godinu)

Godina/Mjesec	1996.	1997.	1998.	1999.
I.	158,1	199,3	203,1	252,3
II.	138,4	177,3	180,9	243,3
III.	120,2	173,6	189,5	222,5
IV.	120,6	169,0	156,2	191,2
V.	113,4	158,1	151,0	178,8
VI.	112,6	130,2	135,1	155,1
VII.	108,0	123,3	139,4	
VIII.	94,7	130,0	154,1	
IX.	105,9	138,2	164,7	
X.	142,9	165,5	173,7	
XI.	138,8	195,2	210,0	
XII.	150,7	201,1	249,2	



Slika 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje (1995. = 100 %)

Ako se promatra prvih šest mjeseci kroz navedene četiri godine, najviši indeks je ostvaren u ovoj godini. Ako se promatraju mjeseci pojedinačno, viši indeksi ostvaruju se u siječnju kroz sve godine i padaju prema kraju drugog tromjesečja.

Apsolutni iznosi proizvedene električne energije u razdoblju od 1996. do polovice 1999. godine prikazani su u tablici 2. Prikazana je mjesečna i ukupna godišnja proizvodnja električne energije. Uz ukupnu proizvodnju prikazana je i proizvodnja u hidroelektranama i termoelektranama.

Prosječne neto i bruto plaće i zaposleni djelatnici

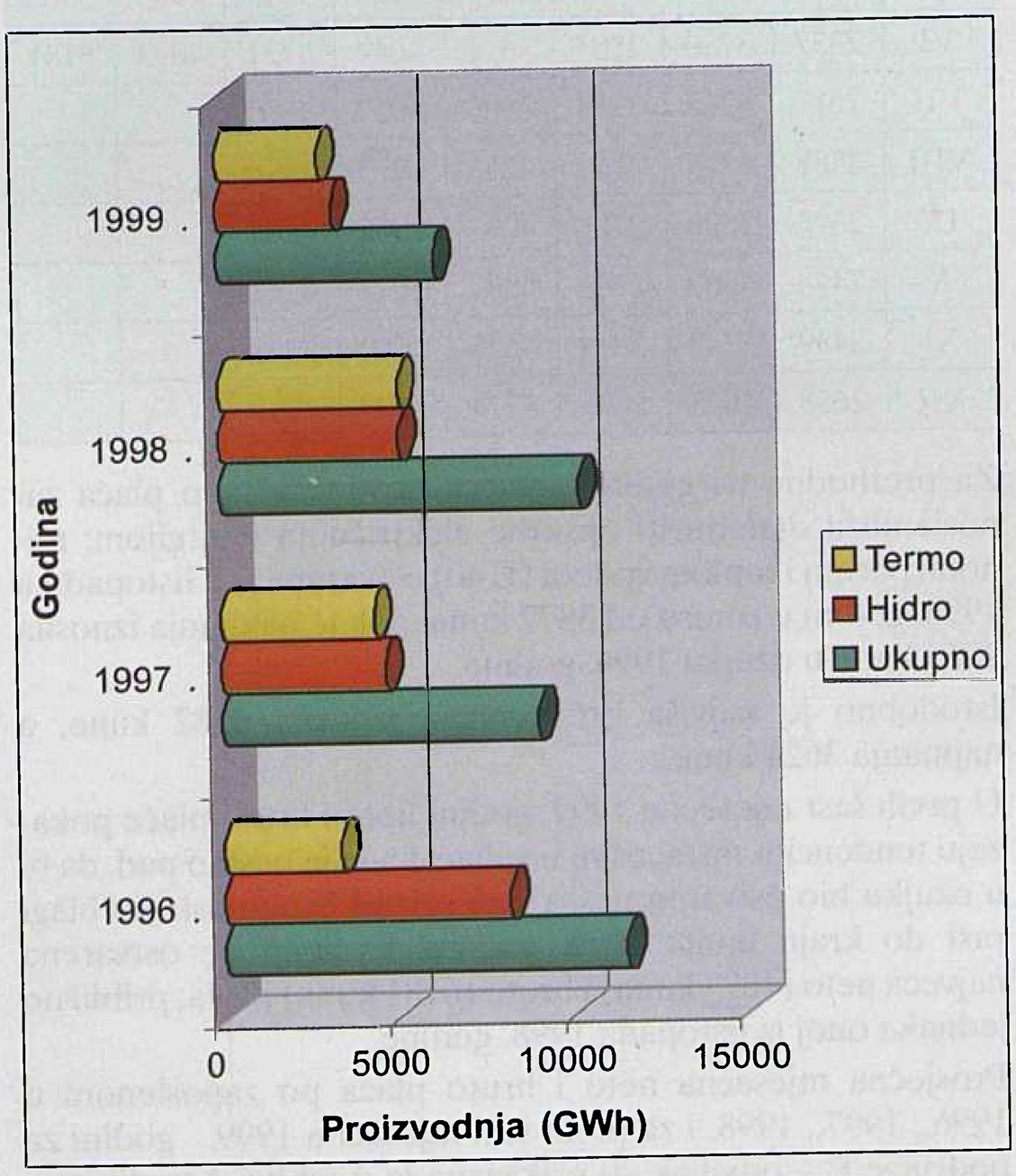
Državni zavod za statistiku u okviru godišnjih programa istraživanja prikuplja podatke putem izvješća, koji se u poslovnim subjektima popunjavaju na temelju evidencija o

Tablica 2 - Struktura proizvodnje električne energije po mjesecima u razdoblju od 1996. do 1999.

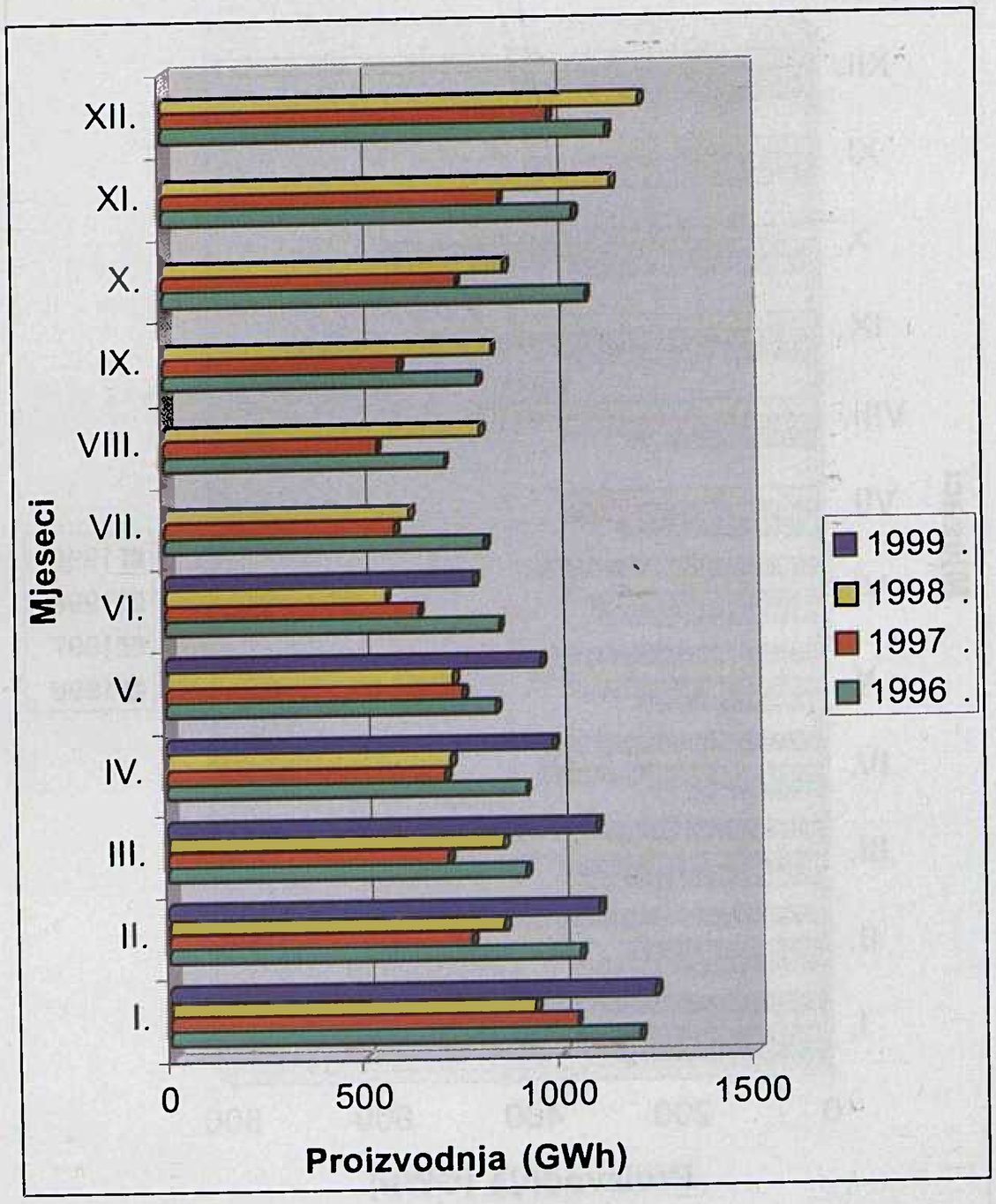
Godina	1996.			1997.			1998.			1999.		
Mjeseci	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE
I	1204636	928578	276049	1042000	730650	311350	935636	575153	360483	1245272	516697	728575
II	1054494	727272	327222	776169	516192	259977	861484	377914	483570	1106040	513392	592648
III	915902	600623	315279	718006	373923	344083	858792	301152	557640	1102058	581814	520244
IV	919351	694125	225226	714235	343692	370543	726690	368485	358205	992735	629143	363592
V	846461	627322	237139	759619	431702	327917	738153	699617	38536	963792	635768	328024
VI	858342	571162	287180	651068	347073	303995	567286	311057	256229	796364	421917	374447
VII	823025	560168	262857	591852	265140	326712	631404	309164	322240			
VIII	721779	473939	247840	548288	209870	338418	812894	294167	518727			
IX	806929	478664	328265	605494	188493	417001	844185	317474	526711			
X	1089414	770883	318531	755209	186356	568853	880065	584179	295886			
XI	1058012	807280	250732	868306	460800	407506	1156526	554981	601545			
XII	1148171	897889	250282	997316	620568	376748	1230894	437516	793378			
UKUPNO:	11446516	8137905	3326602	9027562	4674459	4353103	10244009	5130859	5113150			

Na slici 2a prikazana je struktura proizvodnje električne energije (ukupno, hidro, termo) po godinama za razdoblje od 1996. do polovice 1999. godine. Slika 2b prikazuje ukupnu proizvodnju električne energije po mjesecima dok slike 2c i 2d prikazuju proizvodnju električne energije po mjesecima u hidroelektranama i termoelektranama za isto razdoblje.

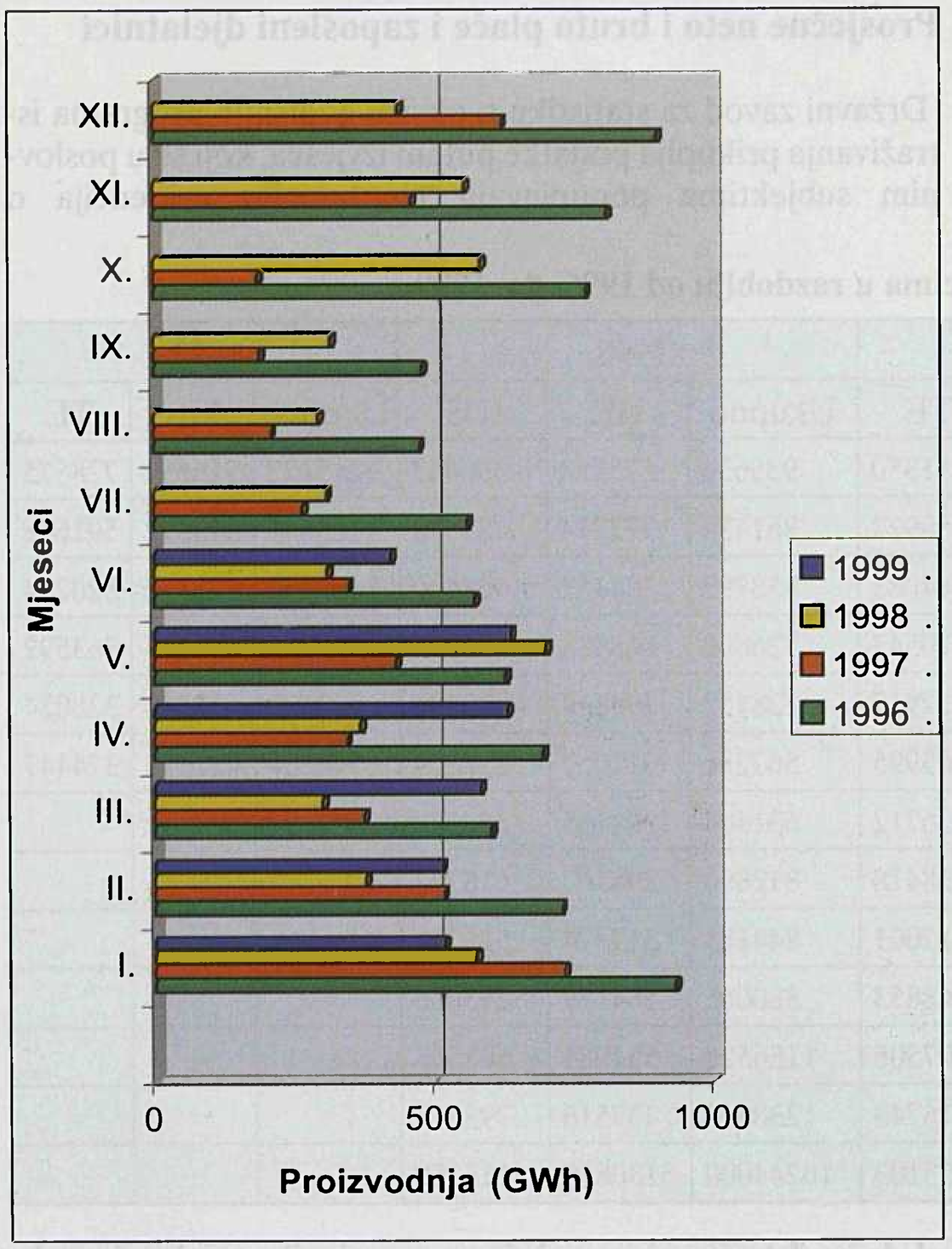
plaćama. Istraživanjem o plaćama zaposlenih u poslovnim subjektima obuhvaćene su neto i bruto plaće zaposlenih koji imaju zasnovan radni odnos, bez obzira na vrstu radnog odnosa i duljinu radnog vremena. U podatke o prosječnim neto plaćama od prosinca 1994. godine uključena je i naknada za topli obrok.



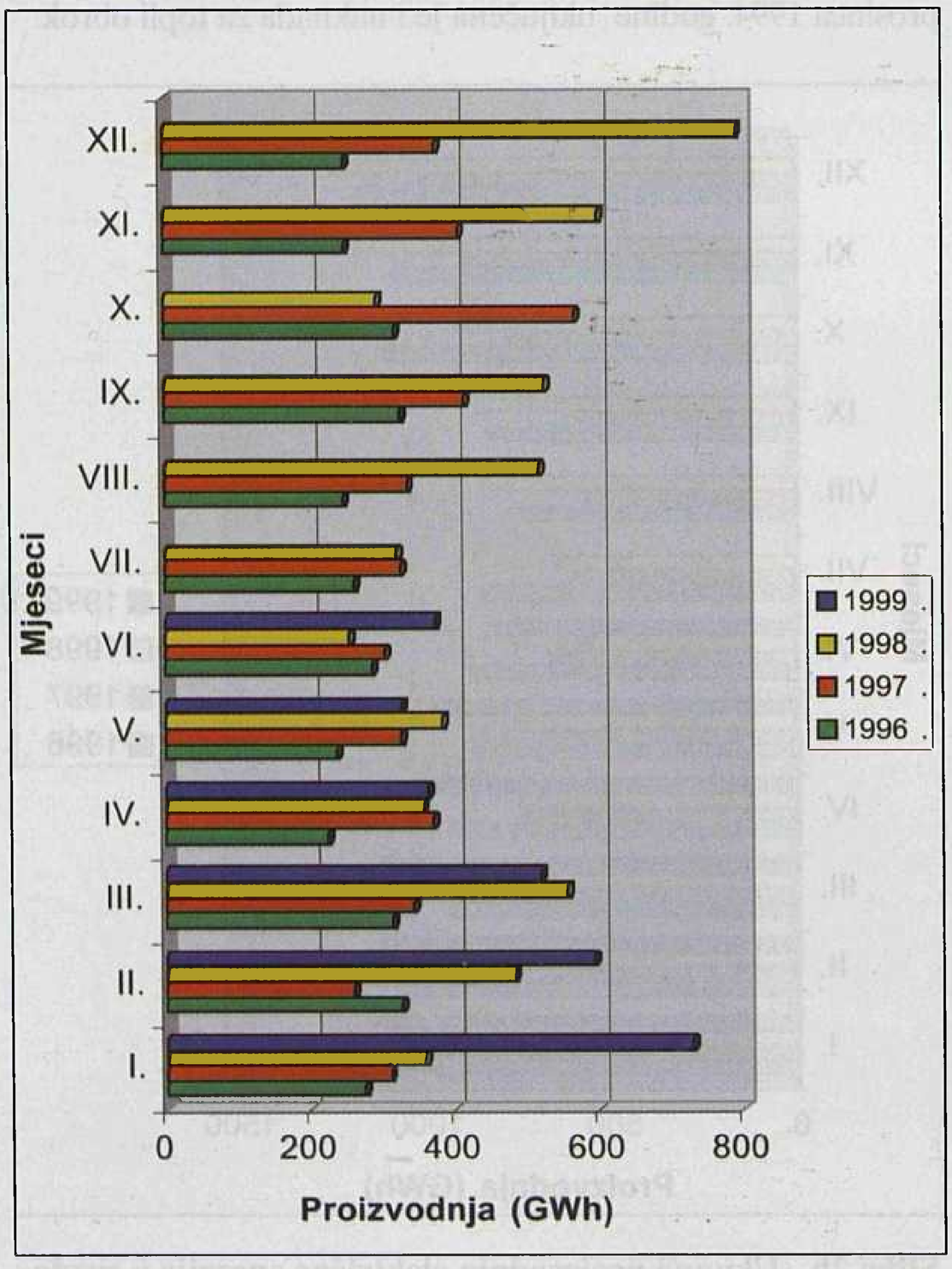
Slika 2a - Struktura proizvodnje električne energije u razdoblju od 1996. do 1999.



Slika 2b - Ukupna proizvodnja električne energije u razdoblju od 1996. do 1999.



Slika 2c - Proizvodnja u HE u razdoblju od 1996. do 1999.



Slika 2d - Proizvodnja u TE u razdoblju od 1996. do 1999.

Mjesečna neto plaća obuhvaća plaće zaposlenih za izvršene poslove na osnovi redovitog radnog odnosa i naknade za:

- godišnji odmor
- bolovanja do 42 dana
- državne blagdane
- plaćeni dopust
- obavljanje građanskih dužnosti
- čekanje i zastoj bez krivnje zaposlenog
- odsustvo za stručno obrazovanje
- obnašanje vojne obveze.

Mjesečna bruto plaća obuhvaća sve vrste neto isplata na osnovi redovitog radnog odnosa i zakonom propisana obvezna izdvajanja, doprinose, poreze i prireze.

Prosječna neto i bruto plaća po zaposlenom izračunava se dijeljenjem ukupnih isplata s brojem zaposlenih koji su primili isplate.

Podaci o prosječnim mjesečnim neto i bruto plaćama po zaposlenom u 1996., 1997., 1998. i prvih šest mjeseci u 1999. godini za područje E – odjeljak 40 prikazani su u tablici 3 te dijagramima na slikama 3a i 3b.

Tablica 3. - Prosječna neto i bruto plaća (kuna) u razdoblju od 1996. do 1999.

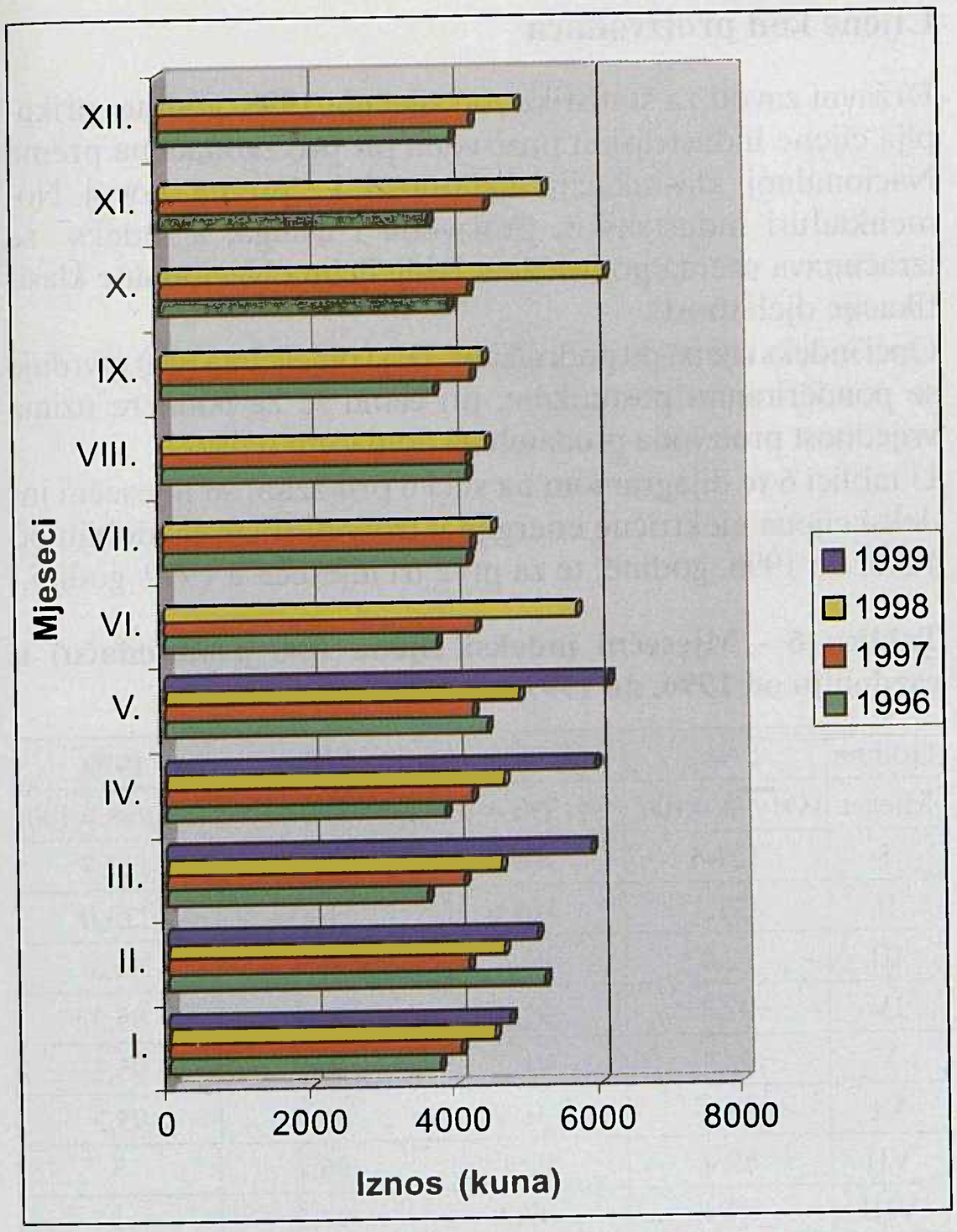
Godina	1996		1997		1998		1999	
Mjeseci	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto
I	2336	3775	2663	4073	2935	4530	3304	4800
II	3086	5248	2709	4178	3005	4665	3281	4753
III	2265	3624	2707	4135	3001	4652	3518	5140
IV	2409	3898	2567	4256	3028	4699	3949	5911
V	2705	4485	2792	4294	3127	4915	3969	5968
VI	2352	3780	2805	4322	3644	5721	4093	6181
VII	2617	4222	2784	4288	3022	4580		
VIII	2588	4228	2769	4245	2973	4494		
IX	2396	3800	2788	4297	2962	4473		
X	2498	4009	2796	4287	3877	6182		
XI	2439	3742	3034	4526	3580	5343		
XII	2658	4053	2824	4334	3407	4981		

Za prethodne tri godine najveća prosječna neto plaća zaposlenih u djelatnosti opskrbe električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ostvarena je u listopadu u 1998. godini u iznosu od 3877 kuna, dok je najmanja iznosila 2265 kuna u ožujku 1996. godine.

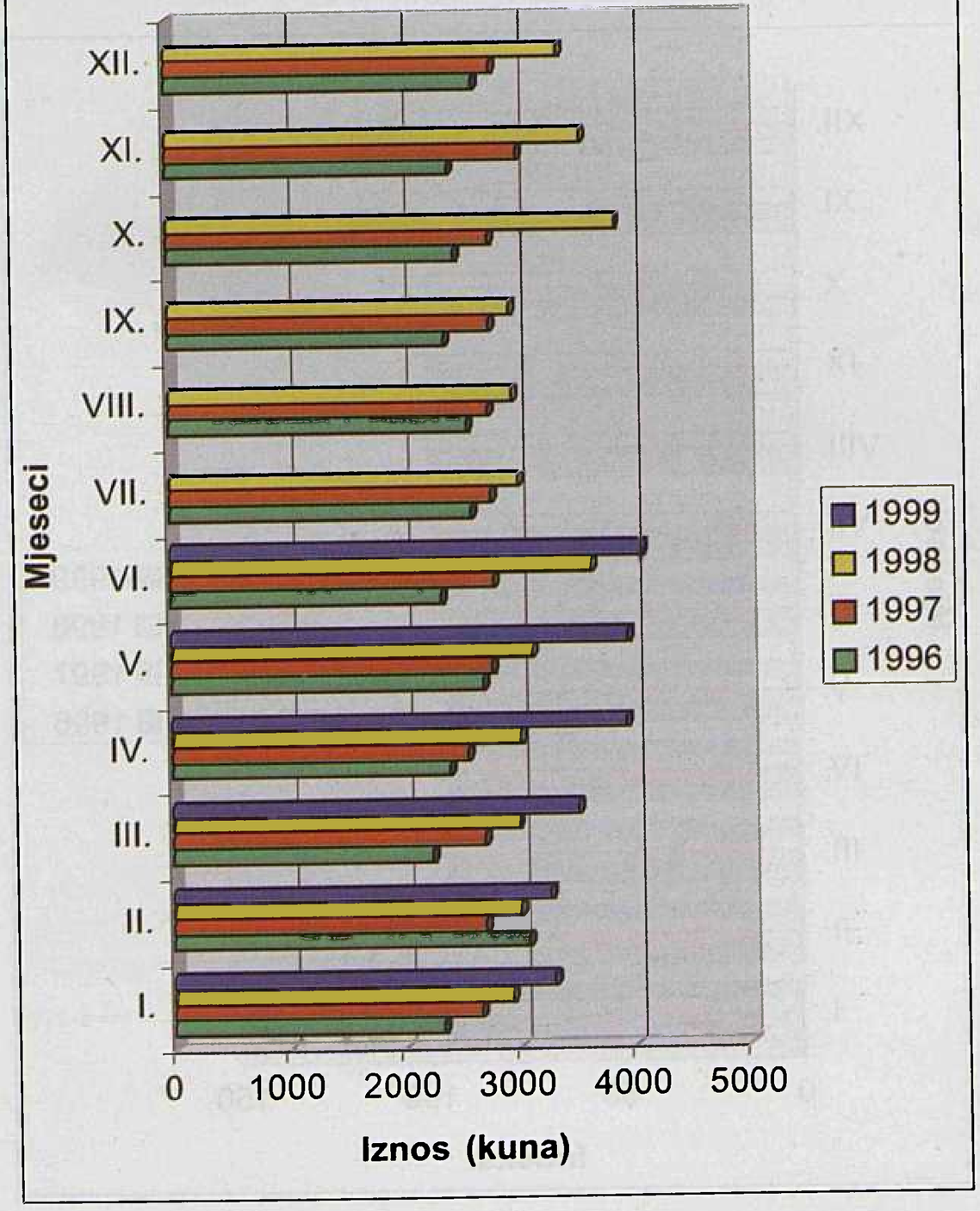
Istodobno je najviša bruto plaća iznosila 6182 kune, a najmanja 3624 kune.

U prvih šest mjeseci u 1999. godini neto i bruto plaće pokazuju tendenciju rasta, osim u veljači kada je nastao pad, da bi u ožujku bio ostvaren nešto veći prirast te se nastavio blagi rast do kraja lipnja 1999. godine. U lipnju je ostvarena najveća neto (4093 kuna) i bruto (6181 kuna) plaća, približno jednaka onoj iz listopada 1998. godine.

Prosječna mjesečna neto i bruto plaća po zaposlenom u 1996., 1997., 1998. i za prvih šest mjeseci u 1999. godini za područje E – odjeljak 40 prikazana je u tablici 4 te dijagramom na slici 4. Prosječna neto plaća za prva dva mjeseca u 1999. godini u odnosu na prosječnu godišnju neto plaću pre-



Slika 3a - Prosječne bruto plaće u razdoblju od 1996. do 1999.



Slika 3b – Prosječne neto plaće u razdoblju od 1996. do 1999.

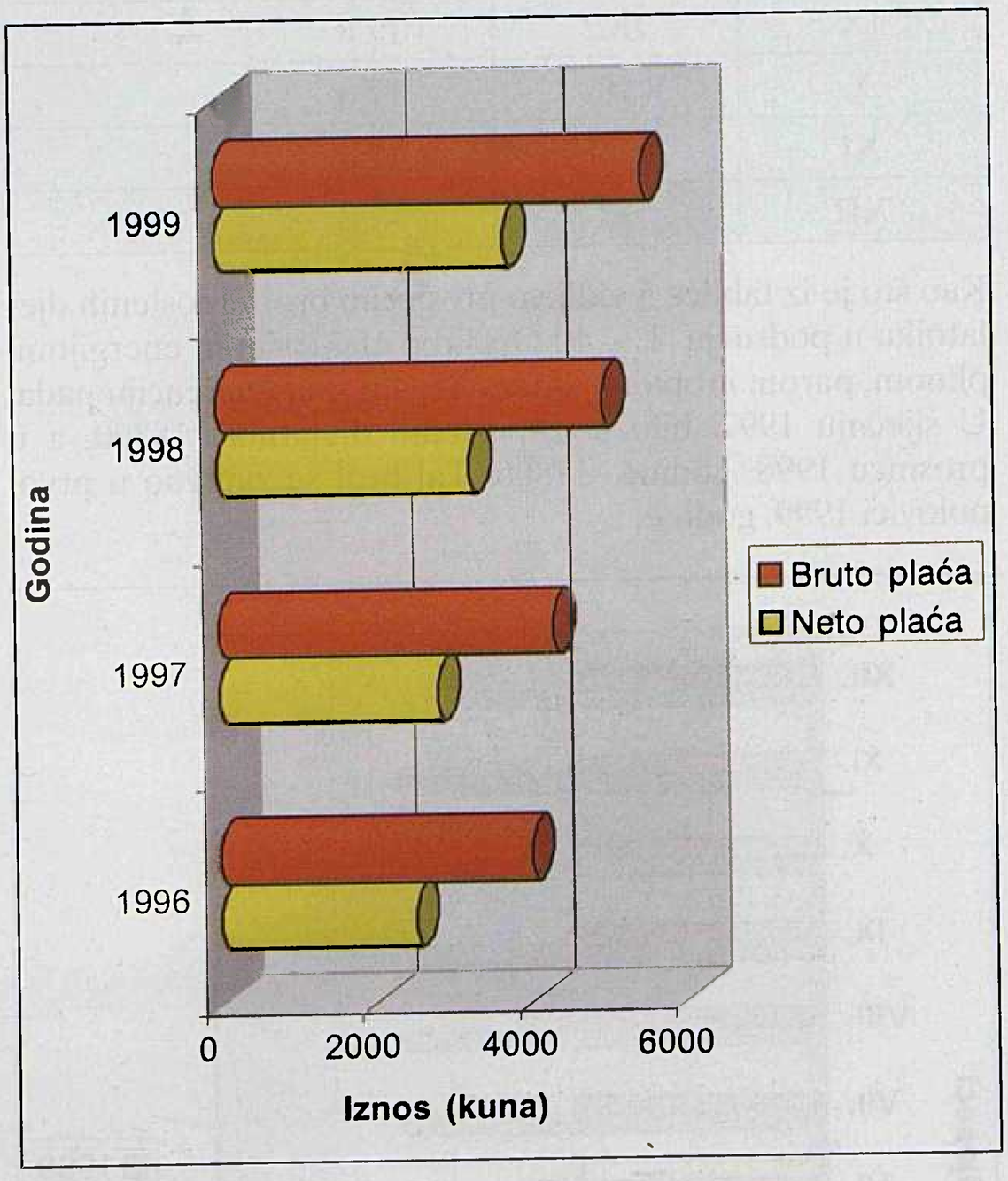
thodne godine nešto je veća. Prosječna bruto plaća za dva mjeseca ove godine nešto je manja od prosječne godišnje bruto plaće za prethodnu godinu.

Tablica 4 - Prosječne mjesečne neto i bruto plaće u razdoblju od 1996. do 1999.

	Prosjek (u kunama)			
	1996	1997	1998	1999
Neto plaća	2474	2786	3213	3686
Bruto plaća	3973	4270	4935	5459

Ukoliko se godina 1996. uzme s indeksom 100, onda je prosječna mjesečna neto plaća za 1997. iznosila 113 %, za 1998. godinu 130 % te za prvih šest mjeseci za 1999. godinu 149 % plaće za 1996. godinu.

Na isti način gledano, prosječna mjesečna bruto plaća je za 1997. iznosila 107,48 %, za 1998. godinu 124,21 % te za prvih šest mjeseci za 1999. 137,55 % bruto plaće za 1996. godinu.



Slika 4 – Prosječne mjesečne neto i bruto plaće u razdoblju od 1996. do 1999.

Prema definicijama, korištenim u Anketi o radnoj snazi koje se temelje na metodologiji Međunarodne organizacije rada, zaposlenici su osobe koje rade za poslodavca u državnom ili privatnom sektoru i za svoj rad primaju naknadu u novcu ili naturi. Razlikuju se od zaposlenih koji mogu biti umirovljenici, studenti, kućanice i sl.

U tablici 5 te dijagramom na slici 5 prikazan je prosječan broj zaposlenika u Području E – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom u 1997. i 1998. godini. Podaci o zaposlenim iskazani su kao godišnji prosjek podataka prikupljenih mjesečnim i godišnjim izvješćem sa stanjem 31. ožujka. Podaci o zaposlenima za mjesečno stanje rezultat su obrade podataka redovnog mjesečnog izvješća.

Zbog usklađivanja nacionalne klasifikacije djelatnosti s europskim, podaci za 1996. godinu nisu usporedivi s podacima za kasnije godine (prema novoj klasifikaciji djelatnosti - NKD), pa zato nisu niti prikazani u tablici 5.

Tablica 5 - Prosječan broj zaposlenika (u tisućama) u razdoblju od 1997. do 1999.

Godina	Prosjek (u tisućama)		
Mjeseci	1997	1998	1999
I	18.3	18	17,8
II	18.1	17.9	17,8
III	18.1	17.9	17,8
IV	18.1	17.9	17,8
V	18	17.9	17,8
VI	18	17.9	17,8
VII	18.1	17.8	
VIII	18.1	17.9	
IX	18.2	17.8	
X	18	17.8	
XI	18.1	17.8	
XII	18	17.8	

Kao što je iz tablice 5 vidljivo prosječan broj zaposlenih djelatnika u području E – 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ima tendenciju pada. U siječnju 1997. bilo je zaposlenih djelatnika 18300, a u prosincu 1998. godine 17800. Taj broj se zadržao u prvoj polovici 1999. godine.

Cijene kod proizvođača

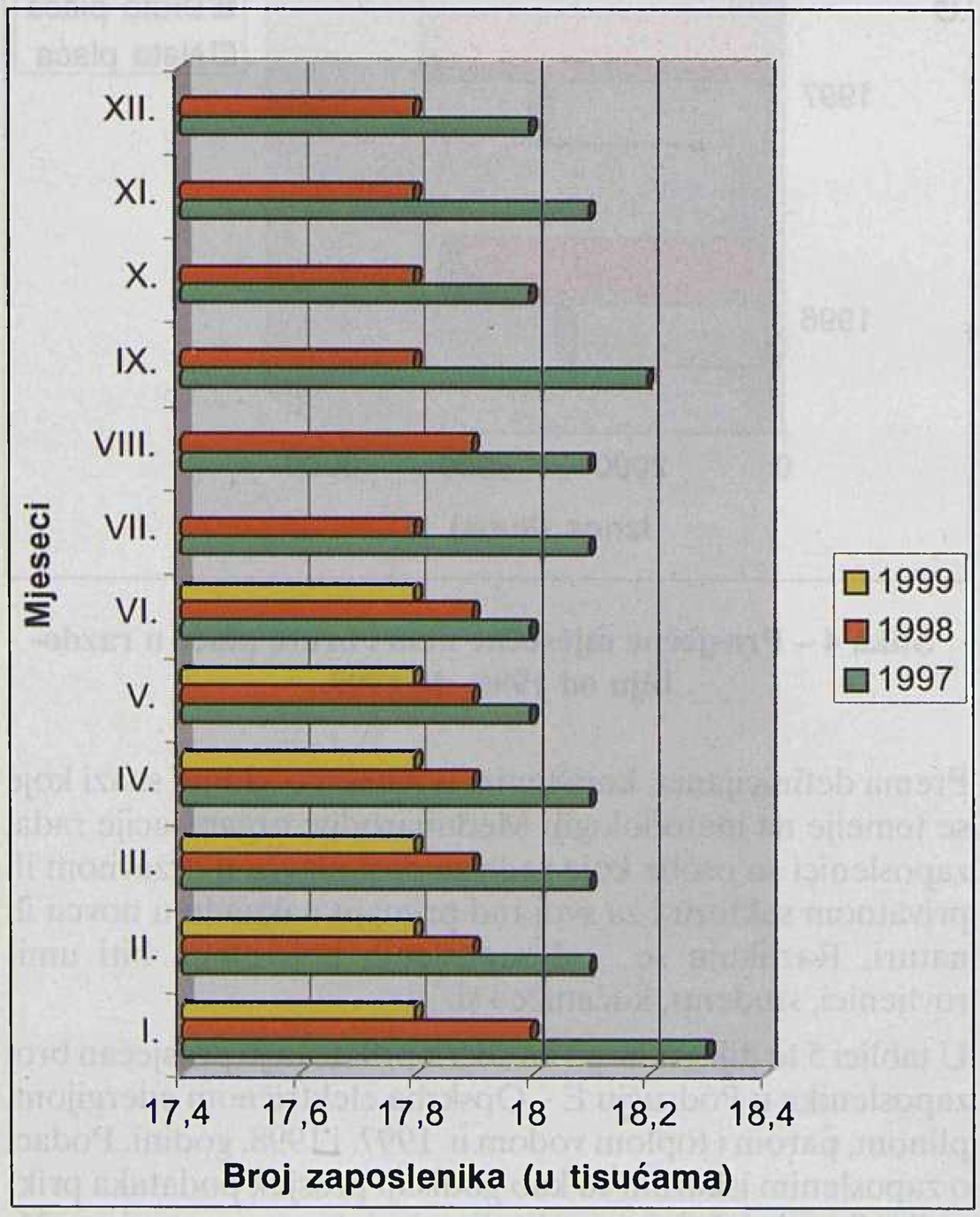
Državni zavod za statistiku od siječnja 1998. godine prikuplja cijene industrijskih proizvoda pri proizvođačima prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti i prema novoj Nomenklaturi industrijskih proizvoda i usluga, a indeks se izračunava prema područjima i odjeljcima Nacionalne klasifikacije djelatnosti.

Opći indeks cijena po područjima (E) i odjeljcima (40) utvrđuje se ponderiranim postupkom, pri čemu se za pondere uzima vrijednost proizvoda prodanih na domaćem tržištu.

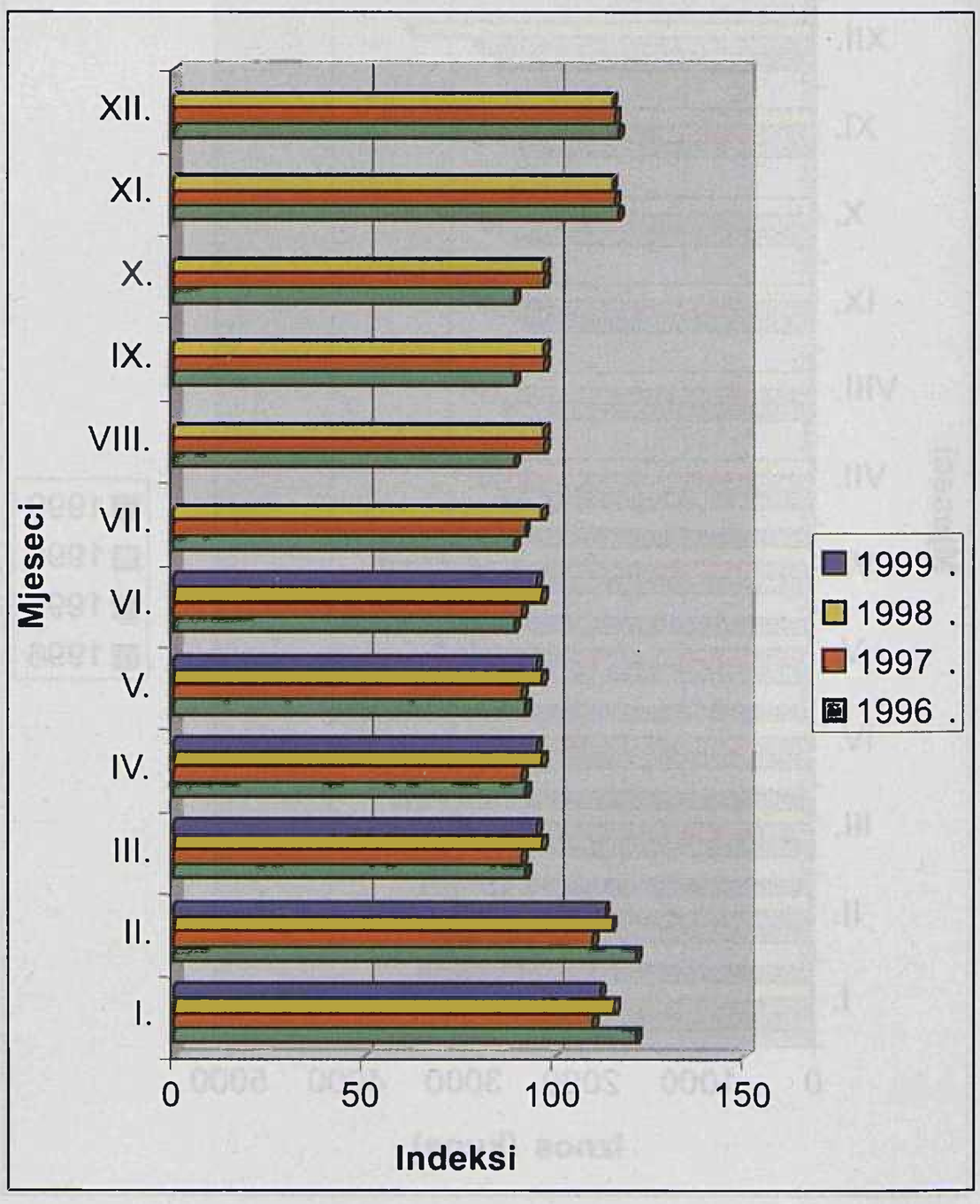
U tablici 6 te dijagramom na slici 6 prikazani su mjesečni indeksi cijena električne energije u trogodišnjem razdoblju od 1996. do 1998. godine, te za prva tri mjeseca u 1999. godini.

Tablica 6 - Mjesečni indeksi cijena (pri proizvođaču) u razdoblju od 1996. do 1999.

Godina	1996 .	1997 .	1998 .	1999
Mjesec	(Ø1995.=100)	(Ø1996.=100)	(Ø1997.=100)	(Ø1998.=100)
I	121,4	109,8	115,6	111,7
II	121,4	109,8	114,9	113,0
III	92,4	91,4	96,7	95,3
IV	92,4	91,4	96,7	95,3
V	92,4	91,4	96,7	95,3
VI	89,4	91,4	96,7	95,3
VII	89,4	92,1	96,7	
VIII	89,4	97,2	97,2	
IX	89,4	97,2	97,2	
X	89,4	97,2	97,2	
XI	116,5	115,6	114,9	
XII	116,5	115,6	114,9	



Slika 5 – Prosječan broj zaposlenika (u tisućama) u razdoblju od 1997. do 1999.



Slika 6 – Mjesečni indeksi cijena električne energije u razdoblju od 1996. do 1999.

U 1996. godini najveći indeks je iznosio 121,4 u siječnju i veljači, a najmanji u iznosu 89,4 u ljetnim mjesecima. U 1997. godini najveći indeks u iznosu 115,6 ostvaren je u studenom i prosincu, a najniži od 91,4 u razdoblju od ožujka do lipnja. U 1998. godini najveći indeks u iznosu 115,6 je ostvaren u siječnju, a najmanji od 96,7 u razdoblju od ožujka do srpnja.

Uzevši u obzir trogodišnje razdoblje od 1996. do 1998. godine najveći i najniži indeks cijena ostvaren je u 1996. godini, najveći u siječnju i veljači, a najmanji od lipnja do listopada iste godine.

U prvoj polovici 1999. godine najveći indeks cijena ostvaren je u veljači (113,0), nešto niži u siječnju (111,7), dok je u ožujku pao na 95,3 i zadržao se do kraja lipnja na toj vrijednosti.

SBK

IZDAVANJE POTVRDE O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA SA SANITARNO-TEHNIČKIM UVJETIMA GRADNJE

Prema Zakonu o sanitarnoj inspekciji (Narodne novine broj 27/99 od 19. ožujka 1999. godine) u postupku donošenja građevne dozvole nadležno državno tijelo za sanitarni nadzor daje potvrdu o usklađenosti glavnog projekta sa sanitarno-tehničkim uvjetima gradnje (članak 4).

Sadržaj i način davanja potvrde propisan je Pravilnikom o sadržaju i načinu davanja potvrde o usklađenosti glavnog projekta sa sanitarno-tehničkim uvjetima gradnje i vrstama građevina za koje je prema zakonu potrebno obaviti sanitarni nadzor. Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama broj 93 od 15. rujna 1999. godine.

Kao što i sam naslov kaže, Pravilnikom se utvrđuje sadržaj i način izdavanja potvrde u postupku donošenja građevne dozvole za građevine za koje se obavlja tehnički pregled u postupku izdavanja uporabne dozvole. Potvrdu treba pribaviti investitor ili projektant u postupku izdavanja građevne dozvole.

Sanitarnom nadzoru podliježe, između ostalog, električna oprema, strojevi i uređaji, građevine u čijem se tehnološkom procesu pojavljuje opasni otpad te energetske građevine - elektrane.

SBK

DESET GODINA RADA HE DUBRAVA

Hidroelektrana Dubrava treća je stepenica, nakon HE Varaždin i HE Čakovec, u energetskom korištenju hidropotencijala Drave (slika 1) . Osim proizvodnje električne energije, HE Dubrava kao višenamjensko postrojenje, brani zemljište od poplava i odnošenja djelovanjem rijeke, poboljšava odvodnju, opskrbu vodom, promet itd. Kao HE Varaždin i HE Čakovec, HE Dubrava je derivacijska kanalska elektrana koja za proizvodnju električne energije koristi potencijalnu energiju Drave na dužini od približno 20 kilometara.

Izgradnjom brane, koja se sastoji od betonskog dijela (112 m) i nasutog (300 m), izveden je zahvat, odnosno uspor, u blizini sela Otok.

Obodnim nasipima (22,8 km) dobiven je akumulacijski bazen korisnog sadržaja od 10,8 hm^3. Betonski dio brane sastoji se od 4 protočna polja sa stupovima. U lijevom obalnom stupu smještena je strojarnica. Na lijevoj strani izveden je ulaz u dovodni kanal koji je po cijeloj dužini (2 km) smješten između nasipa od šljunka dobivenog iskopom odvodnog kanala. Na kraju dovodnog kanala smještena je strojarnica, koja je izvedena pod zaštitom glineno betonske membrane. Iskopani odvodni kanal (4,8 km) nastavlja se iza strojarnice na lijevoj strani od Drave do ponovnog vraćanja u korito Drave. Na lijevoj strani i donjem toku odvodnog kanala izgrađen je obrambeni nasip. U tablici 1 prikazani su osnovni podaci ovog objekta.

U strojarnici su ugrađene dvije proizvodne grupe za proizvodnju električne energije svaka snage 40,3 MW. Za instalirani protok 2 x 250 m^3/s i konstruktivni pad 17,5 metara ugrađene su dvostruko regulirane turbine u cijevnoj izvedbi. Na brani je proizvodna grupa sa cijevnim agregatom 1,18 MW (generator 1,4 MVA) za iskorištenje biološkog minimuma.

Ugrađeni su trofazni sinkroni generatori snage 42 MVA, s faktorom snage 0,95, napona 6,3 kV s tlakom u oklopu 0,3 Mpa. Blok-transformatori su snage 43 MVA i prijenosnog omjera 6,3/115 kV.

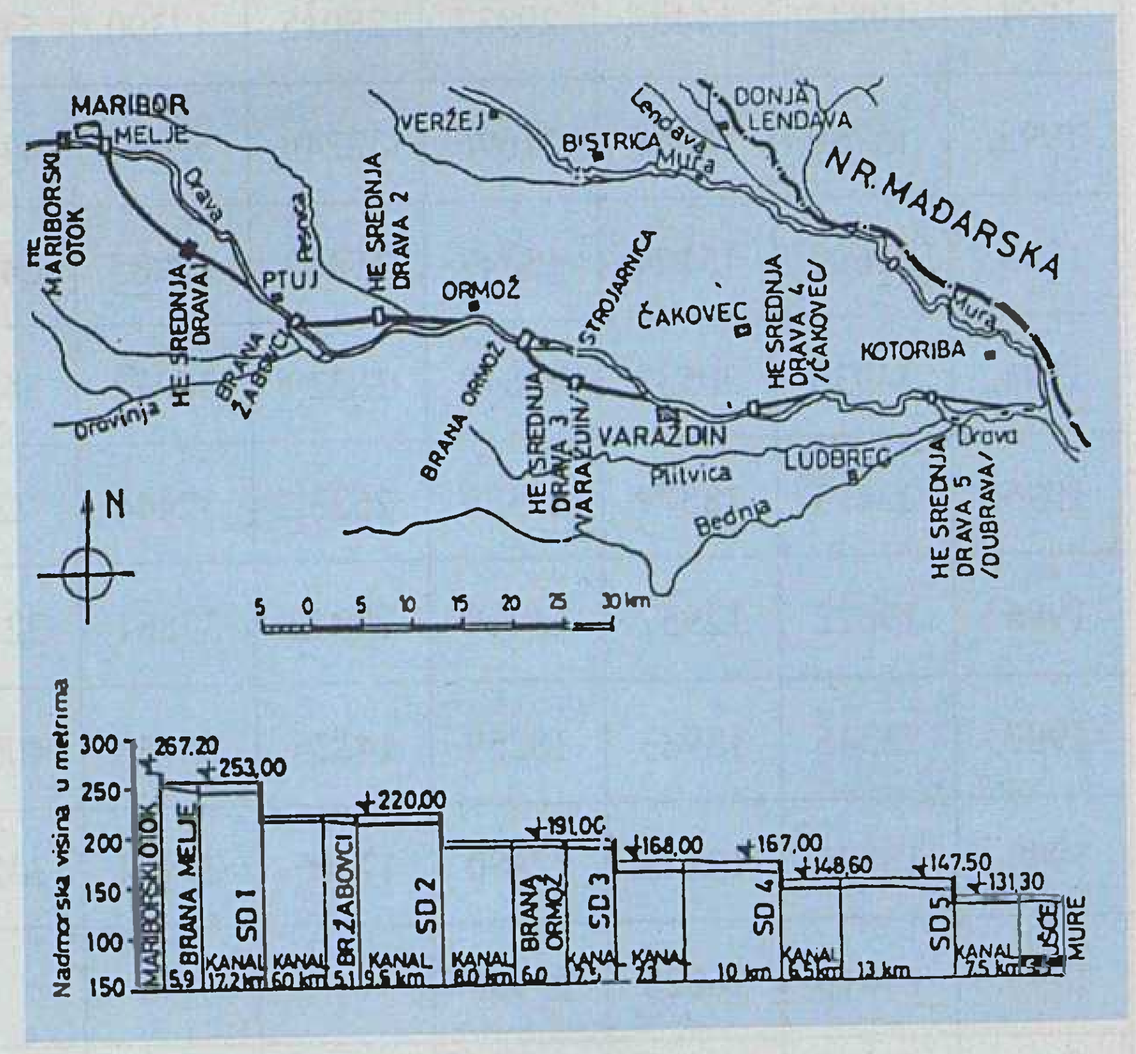
Elektrana je povezana s elektroenergetskim sustavom preko dva 110 kV dalekovoda:

- HE Dubrava - TS 110/35 kV Prelog - HE Čakovec
- HE Dubrava - TS 110/35 kV Koprivnica.

Rasklopno je postrojenje 110 kV izvedeno s jednostrukim, dvaput sekcioniranim, sabirnicama s tri trafopolja, dva dalekovodna i dva mjerna polja.

Rasklopno postrojenje 35 kV smješteno je u zasebnu zgradu sjeverno od strojarnice, a služi za napajanje vlastite potrošnje elektrane, priključak distribucijskih dalekovoda i za vezu s branom, priključak agregata biološkog minimuma.

Vlastita se potrošnja može napajati iz mreže 110 kV, vlastitom dvostrukom transformacijom (110/35 kV, 20 MVA i 35/0,4 kV, 1000 kVA), iz sinkronog generatora na brani koji ima rezervni dizel agregat 180 KVA te preko mreže 35 kV iz TS Kotoriba i TS Legrad.



Slika 1 - Situacijski položaj i uzdužni presjek hidroelektrana na srednjoj Dravi



Slika 2 - HE Dubrava

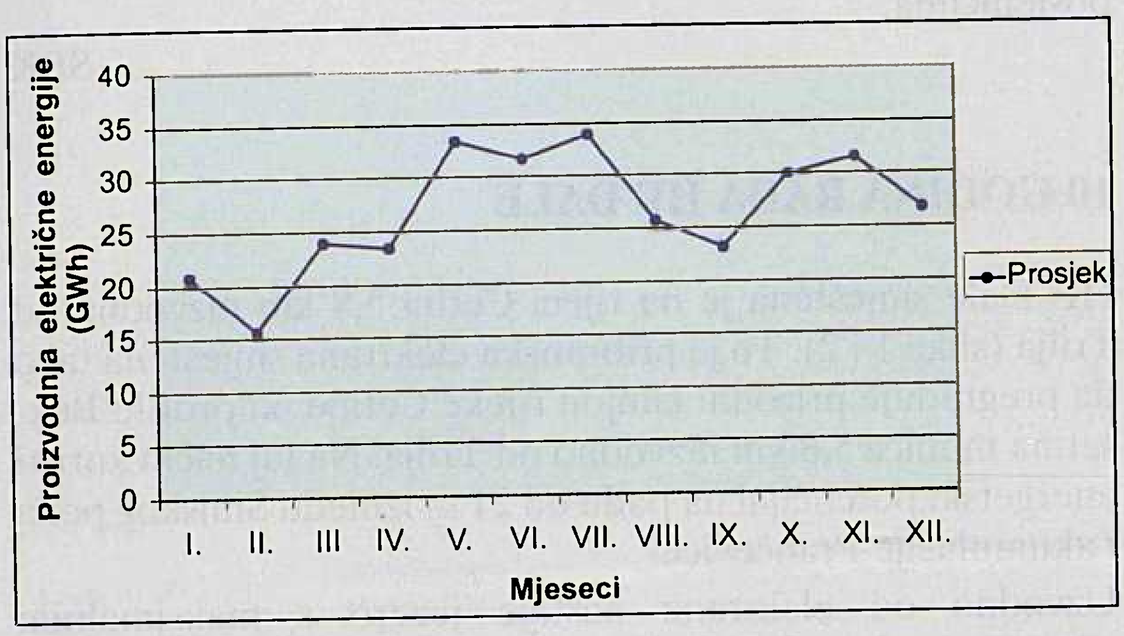
Tablica 1 - HE Dubrava - Osnovni podaci

Akumulacija				
	Uspor	- maksimalni radni	(m. n. m.)	149,60
		- minimalni radni	(m. n. m.)	148,60
	Volumen	- korisni	(hm^3)	10,80
Hidroelektrana				
	Bruto pad		(m)	18,4
	Konstruktivni pad turbine		(m)	17,50
	Snaga turbine		(MW)	2x40,3
	Tip i broj		komada	Kaplan 2
	Snaga generatora		(MVA)	2x42
	Faktor snage		(cos ö)	0,95
	Instalirana snaga elektrane		(MW)	79,80
	Instalirani protok		(m^3/s)	2x250
	Brzina vrtnje agregata		(min^{-1})	125
Energija				
	Maksimalna godišnja		(GWh)	485,50
	Minimalna godišnja		(GWh)	285,40
	Prosječna godišnja		(GWh)	309,21

Tablica 2 - HE Dubrava - Prosječna mjesečna proizvodnja (MWh) u razdoblju od travnja 1989. do travnja 1999.

Mjesec Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1989.				9288	26891	17365	39596	39884	30259	22592	17532	16057
1990.	13023	11619	13040	22757	27792	34971	40489	21707	16172	20934	40025	32875
1991.	19812	14481	29337	28015	47390	51091	52893	36743	19416	26087	35198	22277
1992.	15780	14858	21696	32246	52041	41121	29180	18273	16906	38722	38738	37873
1993.	21692	15124	15347	15460	22985	24113	28964	23662	20694	54128	44371	35743
1994.	34935	20537	23547	38329	36032	34177	29299	24544	36659	28247	30009	20896
1995.	22493	18579	29359	26232	32444	7258	0	0	0	0	11210	18056
1996.	19622	12957	16409	29872	37861	32130	39598	30518	26809	47347	38674	31707
1997.	23346	18983	18259	14825	26748	40069	37051	32376	25536	13238	20199	28621
1998.	18898	12345	12880	17305	24404	34216	42580	29339	39370	48507	39370	23383
1999.	18616	16620	23989									
Prosjek	20821	15610	20386	23432	3345 9	31651	33965	25704	23182	29980	31533	26749

U tablici 3 te dijagramom na slici 3 prikazana je prosječna mjesečna proizvodnja električne energije u desetogodišnjem razdoblju po godinama. Tijekom deset godina rada ostvarena je prosječna godišnja proizvodnja električne energije u iznosu od 309242 MWh. Treba napomenuti da je elektrana stavljena u pogon u travnju 1989. godine, pa su za prosjek uzeta i prva tri mjeseca 1999. godine.



Slika 3 - HE Dubrava - Prosječna mjesečna proizvodnja (MWh) u razdoblju od 1989. do travnja 1999.

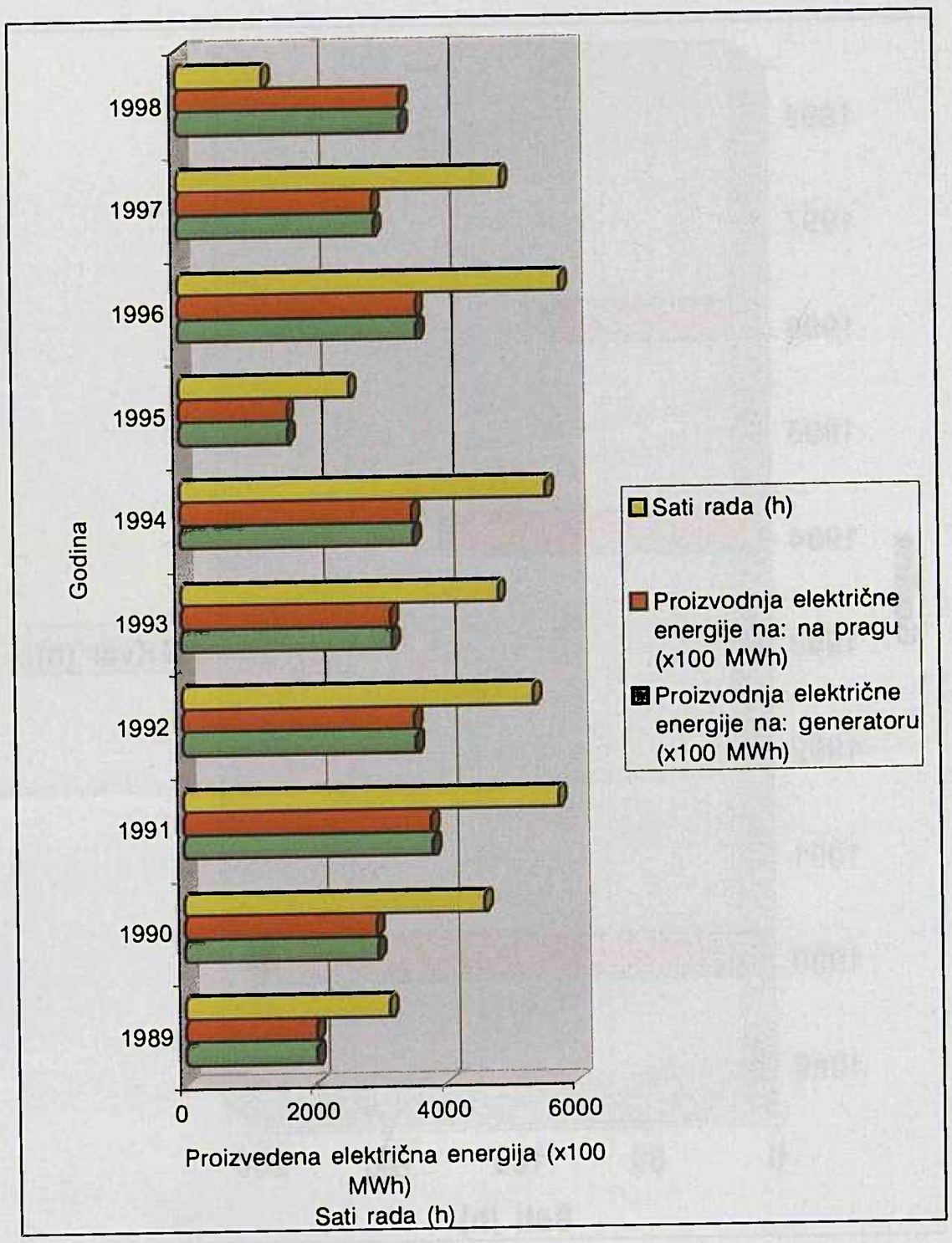
Prema statističkim podacima , korištenje kapaciteta hidroelektrane HE Dubrava tijekom dosadašnjeg rada, od 1989. do kraja 1998., po godinama prikazano je u tablici 3 te dijagramom na slikama 4, 5, 6 i 7. Prikazana je proizvodnja električne energije na generatoru i pragu elektrane, te sati rada, trajanja kvara i sati remonta s njegom.

Tablica 3 - HE Dubrava - Korištenje kapaciteta

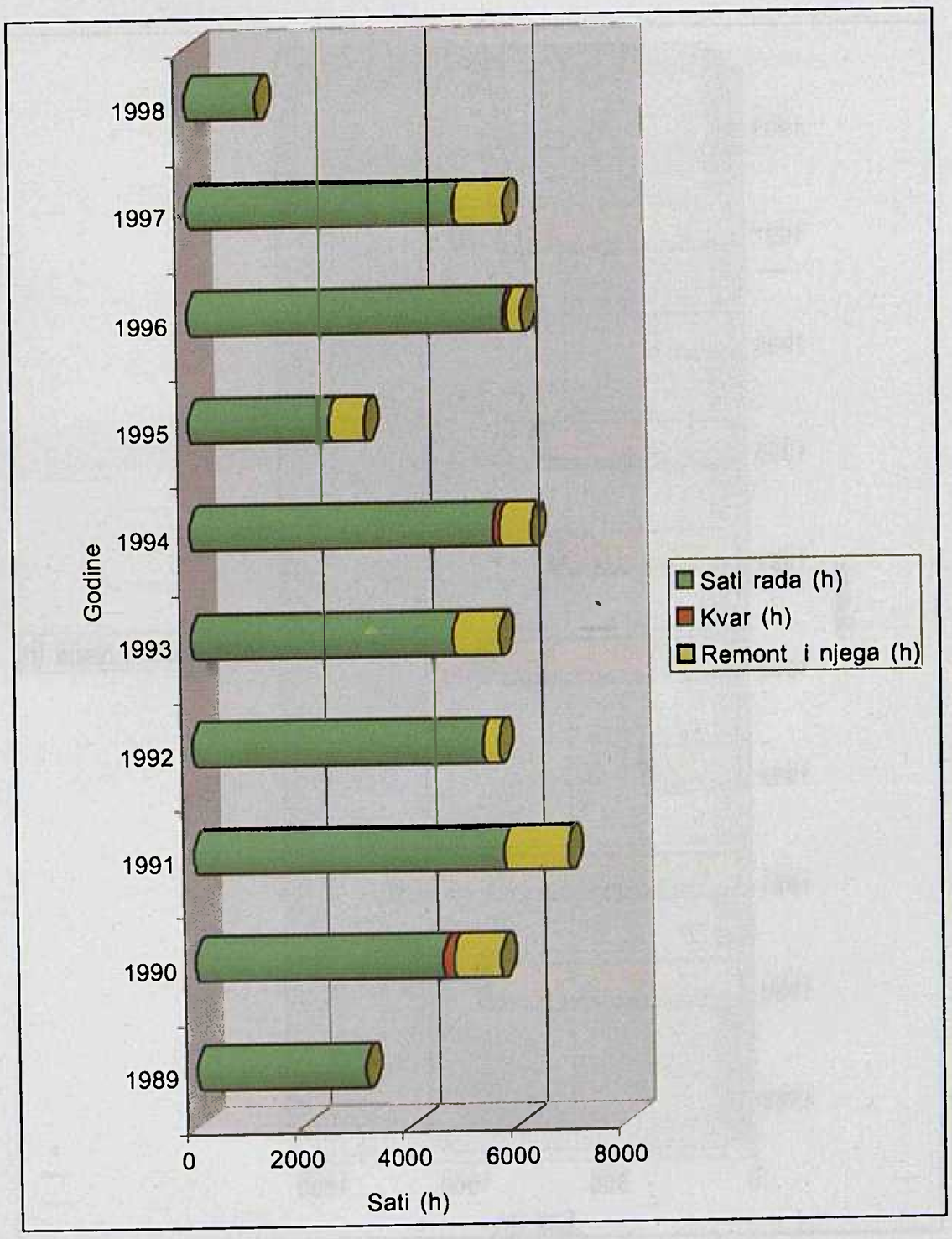
Godina	Proizvodnja električne energije na:		Sati rada	Kvar	Remont i njega
	generatoru (MWh)	na pragu (MWh)	(h)	(h)	(h)
1989	201961	199996	3138	0	0
1990	295404	292977	4590	193	880
1991	382740	380260	5742	0	1177
1992	357434	356014	5374	0	296
1993	322283	321121	4856	0	854
1994	357211	355870	5609	119	600
1995	166681	165631	2610	0	656
1996	365002	363504	5852	78	272
1997	300491	298673	4953	2	940
1998	343208	341884	1324	0	0
Ukupno	3092415	3075930	40910	392	5675

Kao što je vidljivo iz dijagrama na slici 4, najveća proizvodnja na pragu ostvarena je u 1991. godini u iznosu 380,3 GWh. Proizvodnja iznad 200 GWh ostvarena je u u svim godinama osim 1995. godine. Ukupno proizvedena električna energija u HE Dubrava tijekom 10 godina rada iznosi 3092 GWh na generatoru, odnosno na pragu elektrane 3076 GWh.

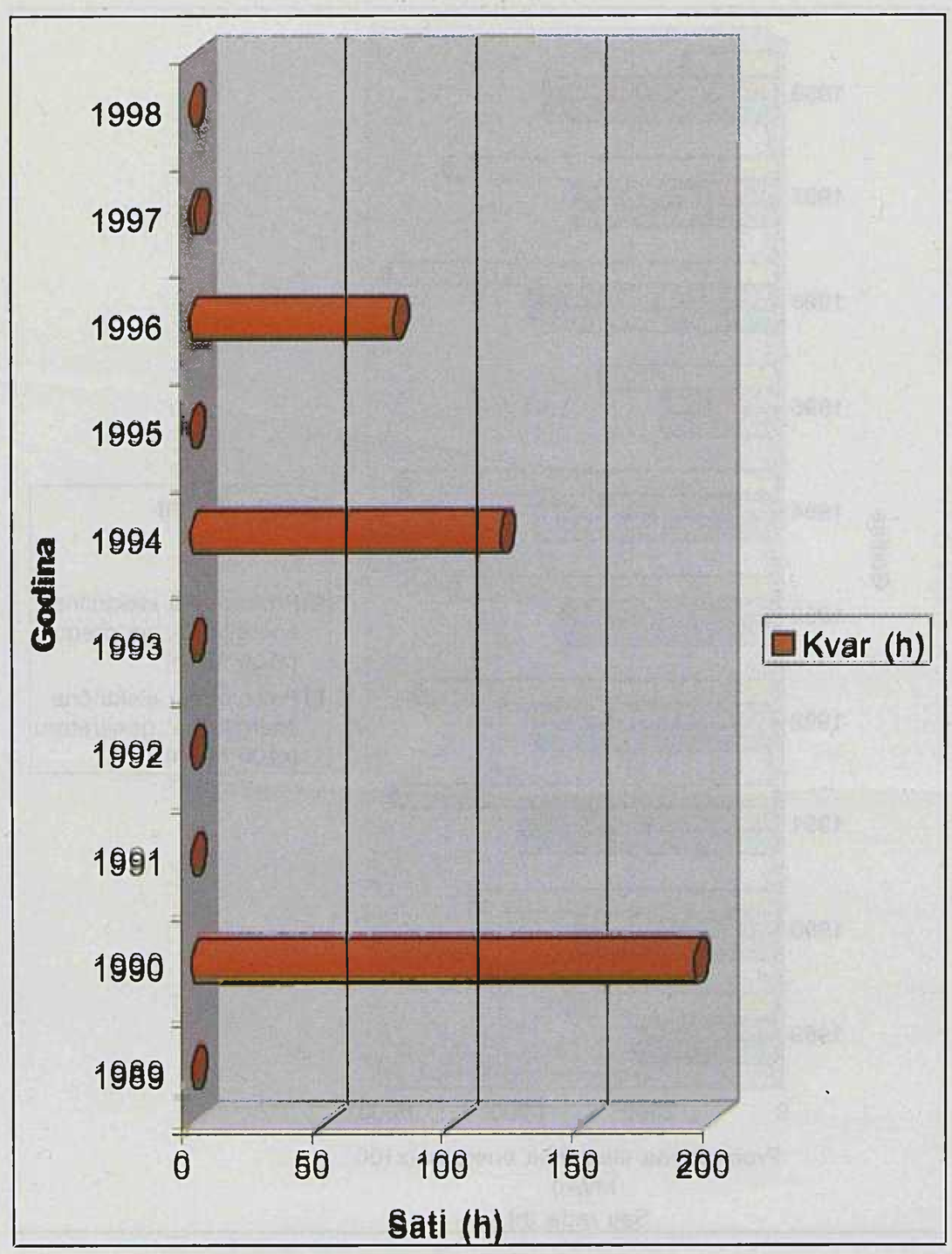
Tijekom 10 godina rada HE Dubrava je radila 40910 sati. Iz dijagrama na slici 5 vidljivo je da nije bilo smanjene proizvodnje zbog kvara. Prema statistici elektrana je bila izvan pogona zbog kvara 392 sata (slika 6). Njega i potrebni remonti održavani su redovito, kako je i vidljivo na slici 7.



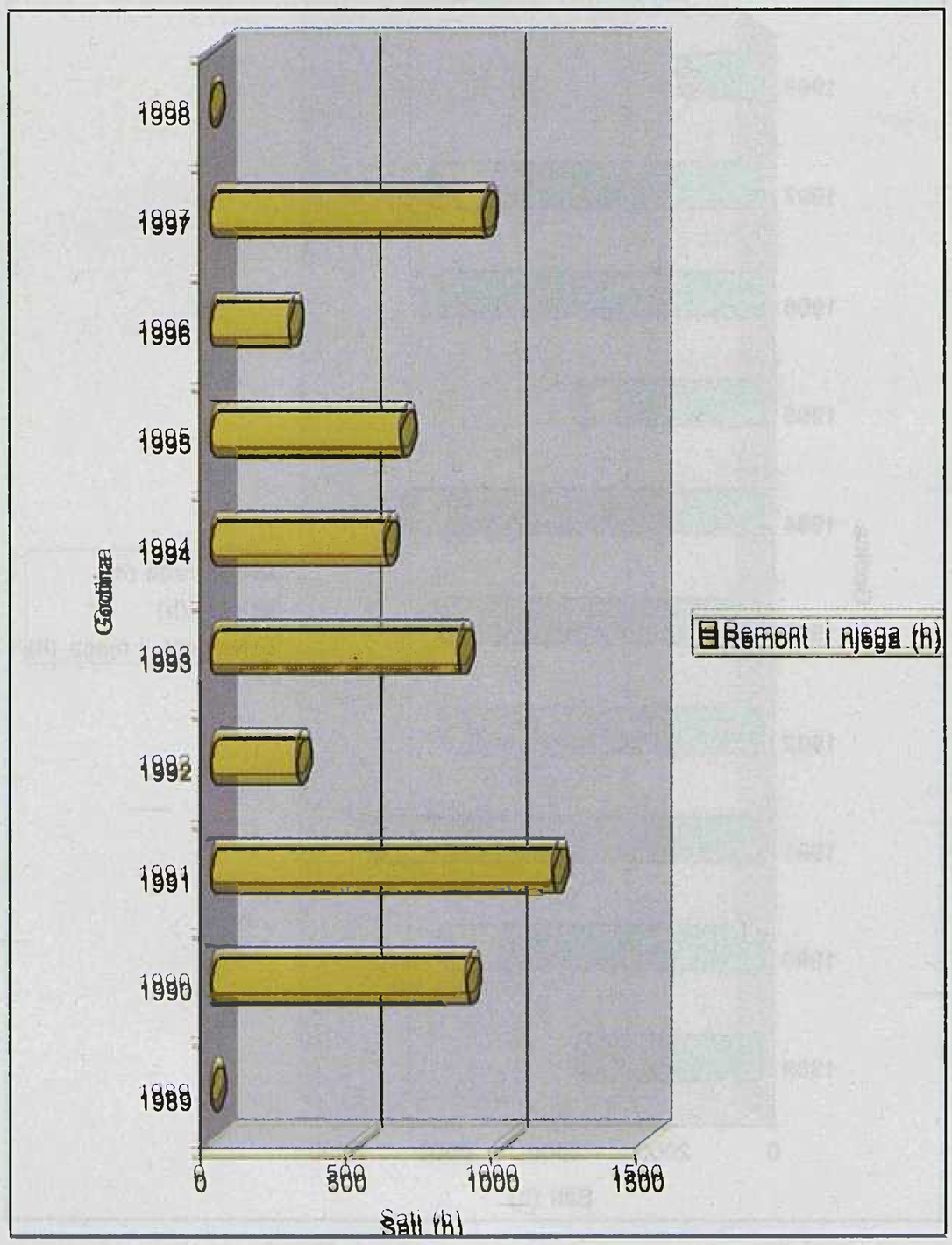
Slika 4 - HE Dubrava - Proizvodnja električne energije u razdoblju od 1989. do 1998.



Slika 5 - HE Dubrava - Vremensko korištenje kapaciteta u razdoblju od 1989. do 1998.



Slika 6 - HE Dubrava - Dužina trajanja kvara (h) u razdoblju od 1989. do 1998.



Slika 7 - HE Dubrava - Utrošeno vrijeme na remont i njegu (h) u razdoblju od 1989. do 1998.

Kako proizvodnja električne energije u hidroelektrani ovisi o protoku na koju nije moguće utjecati, ono na što se može utjecati je stanje postrojenja, odnosno ono što se zove pogonska spremnost. Statistika pokazuje da je postrojenje bilo potpuno spremno, da su bili rijetki i kratkotrajni kvarovi tijekom ovih 10 godina rada te da nije bilo zastoja u proizvodnji. Dobru spremnost postrojenja svakako treba zahvaliti zaposlenicima.

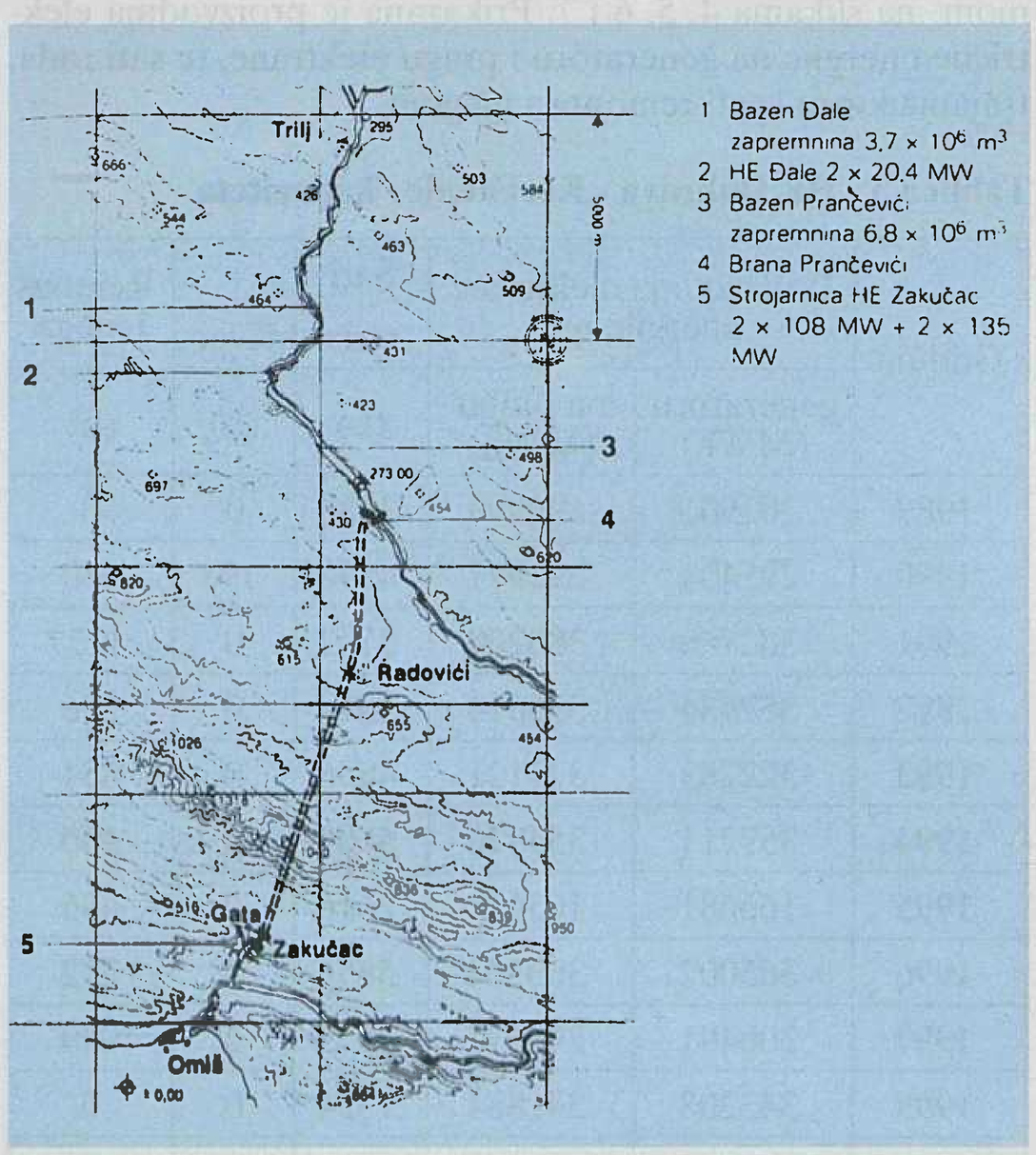
SBK

10 GODINA RADA HE ĐALE

HE Đale smještena je na rijeci Cetini 5,8 km nizvodno od Trilja (slika 1 i 2). To je pribranska elektrana smještena tako da pregrađuje prirodni kanjon rijeke Cetine na profilu Beksetina mlinica 5,8 km nizvodno od Trilja. Na taj način koristi energetski potencijal na padu od 21 m između Sinjskog polja i akumulacije Prančevići.

Uzvodno od elektrane nastaje jezero s maksimalnim usponom na koti 292,00 ukupnog volumena 3,7 hm^3, od čega korisne 2,95 hm^3. Donja voda je već izgrađeno jezero Prančevići.

Pregrada je izvedena kao armirano betonski objekt koji se sastoji od strojarnice smještene na desnoj strani i evakuacijskih organa sa slapištem na lijevoj strani.



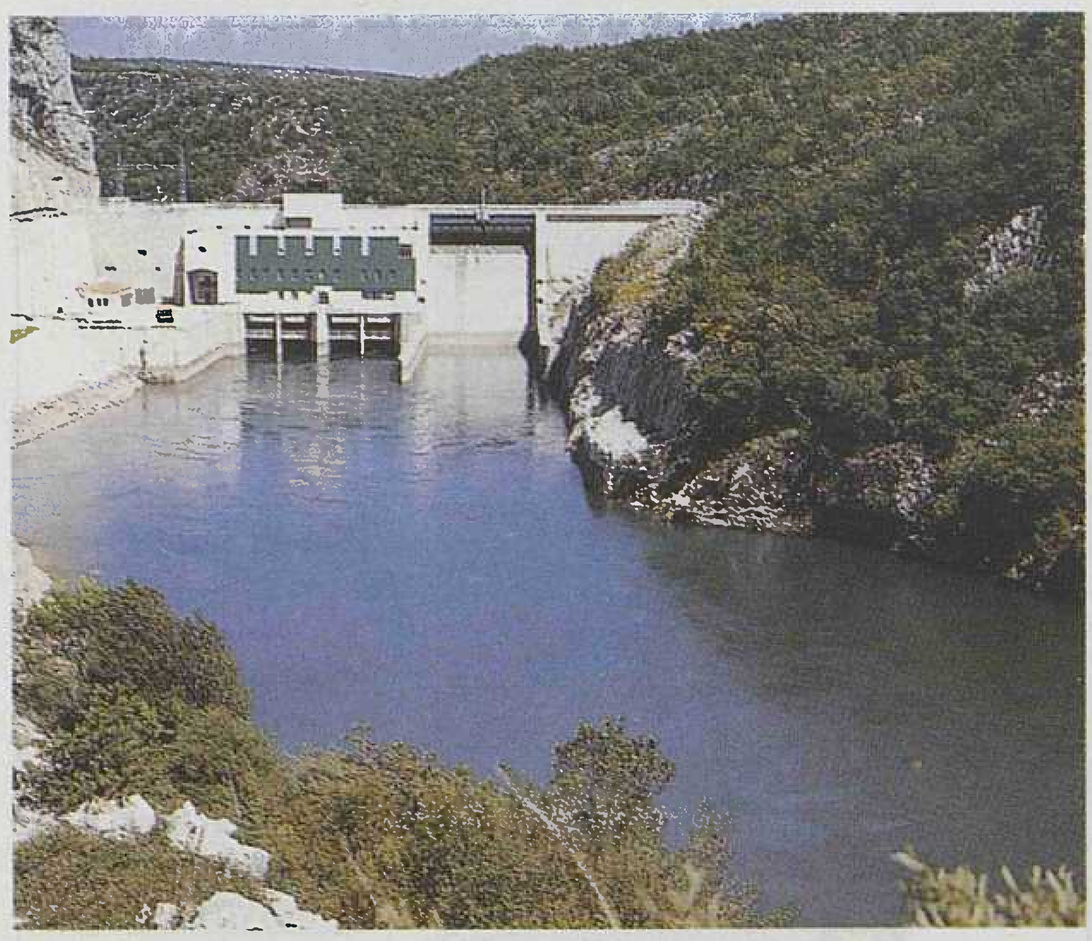
Slika 1 - Situacija HE Đale

Za proizvodnju električne energije koriste se već regulirane vode sliva Cetine.

Osnovni podaci elektrane prikazani su u tablici 1.

U strojarnici su smještena dva agregata s Kaplan turbinama, svaka snage 20,4 MW, instaliranog protoka 2 x 110 m^3/s i brzine vrtnje 166,6 m^{-1} .

Ugrađeni su trofazni sinkroni generatori 2x 24 MVA, sa cos ö =0,85, generatorskog napona 10,5 kV, te cjelokupna elektro oprema koja uključuje 2 blok transformatora, opremu za 110 kV postrojenje te ostalu opremu potrebnu za rad elektrane.



Slika 2 - HE Đale

Tablica 1 - HE Đale - Osnovni podaci

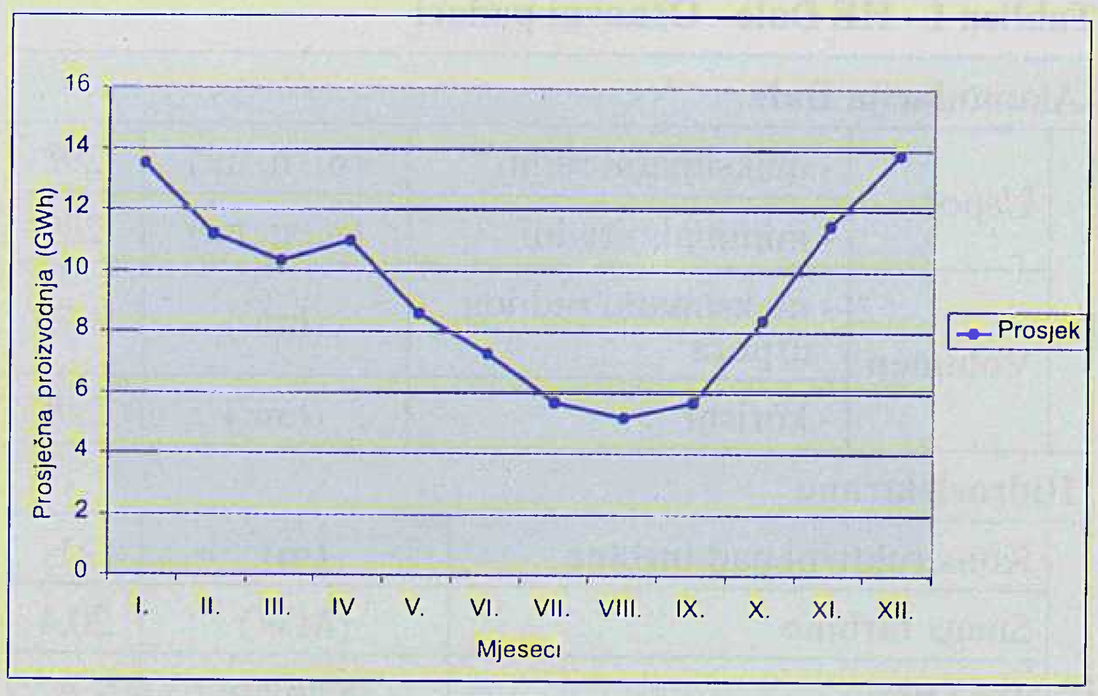
Akumulacija Đale				
	Uspor	- maksimalni radni	(m. n. m.)	292
		- minimalni radni	(m. n. m.)	289
	Volumen	- maksimalni radnog uspora	(hm^3)	3,70
		- korisni	(hm^3)	2,95
Hidroelektrana				
	Konstruktivni pad turbine		(m)	21
	Snaga turbine		(MW)	20,4
	Tip i broj		Kaplan	2
	Snaga generatora		(MVA)	24
	Faktor snage		(cos ö)	0,85
	Instalirana snaga elektrane		(MW)	40,8
	Instalirani protok		(m^3/s)	110
	Brzina vrtnje agregata		(min^{-1})	166,6
Energija				
	Prosječna godišnja		(GWh)	112,3

Oprema 110 kV rasklopnog postrojenja izvedena je u tropolnoj izoliranoj SF_6 izvedbi i smještena na desnoj strani strojarnice, a veza generator - blok transformator izvedena je sustavom oklopljenih sabirnica.

Podaci o prosječnoj mjesečnoj proizvodnji tijekom 10 godina rada HE Đale prikazani su u tablici 2 te dijagramom na slici 3. Najniža prosječna mjesečna proizvodnja ostvarena je u srpnju u iznosu od 5,2 GWh, dok je najviša prosječna mjesečna proizvodnja ostvarena u prosincu u iznosu od 13,8 GWh. Prosječna godišnja proizvodnja ostvarena tijekom 10 godina rada (u razdoblju od svibnja 1989. do svibnja 1999. godine) iznosi 112,3 GWh.

Tablica 2 - HE Đale - Prosjeèna mjeseèna proizvodnja (MWh) u razdoblju od svibnja 1989. do svibnja 1999.

Mjesec Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1989					134	5839	5237	3766	5715	7546	6649	5688
1990	3562	3503	4731	10111	6164	3994	4234	1708	3602	4472	6411	16436
1991	11600	7127	8513	13894	16378	11282	5953	6092	3518	4351	16754	12685
1992	9644	8317	10681	14930	7940	7874	5122	3683	2904	11304	16370	15609
1993	10188	20109	9585	6104	6422	5806	3863	2025	2143	10014	16826	21712
1994	20006	13287	12611	13808	11237	7908	6805	6464	5783	5718	7986	6537
1995	7528	5769	12004	7979	10544	8358	7086	7459	9623	11090	10234	15034
1996	24852	18282	13393	14439	12703	10755	8800	9338	13090	14386	14930	18818
1997	21220	15477	10637	6454	7534	5114	5274	4675	5304	6292	10184	12660
1998	14616	8212	8001	7465	7389	6142	4771	7137	5407	9038	8653	12523
1999	11375	11940	13237	14551								
Prosjek	134591	112023	103393	109735	86445	73072	57145	52347	57089	84211	114997	137702



Slika 3 - HE Đale - Prosječna mjesečna proizvodnja (MWh) u razdoblju od svibnja 1989. do svibnja 1999.

Korištenje kapaciteta HE Đale prikazano je u tablici 3 te dijagramom na slikama 4, 5, 6 i 7. Podaci obuhvaćaju razdoblje od stavljanja u pogon do kraja 1998. godine. U tom razdoblju (slika 4) najveća godišnja proizvodnja ostvarena je u 1996. godini u iznosu od 17,4 GWh, dok je najniža ostvarena u 1990. godini u iznosu od 6,9 GWh.

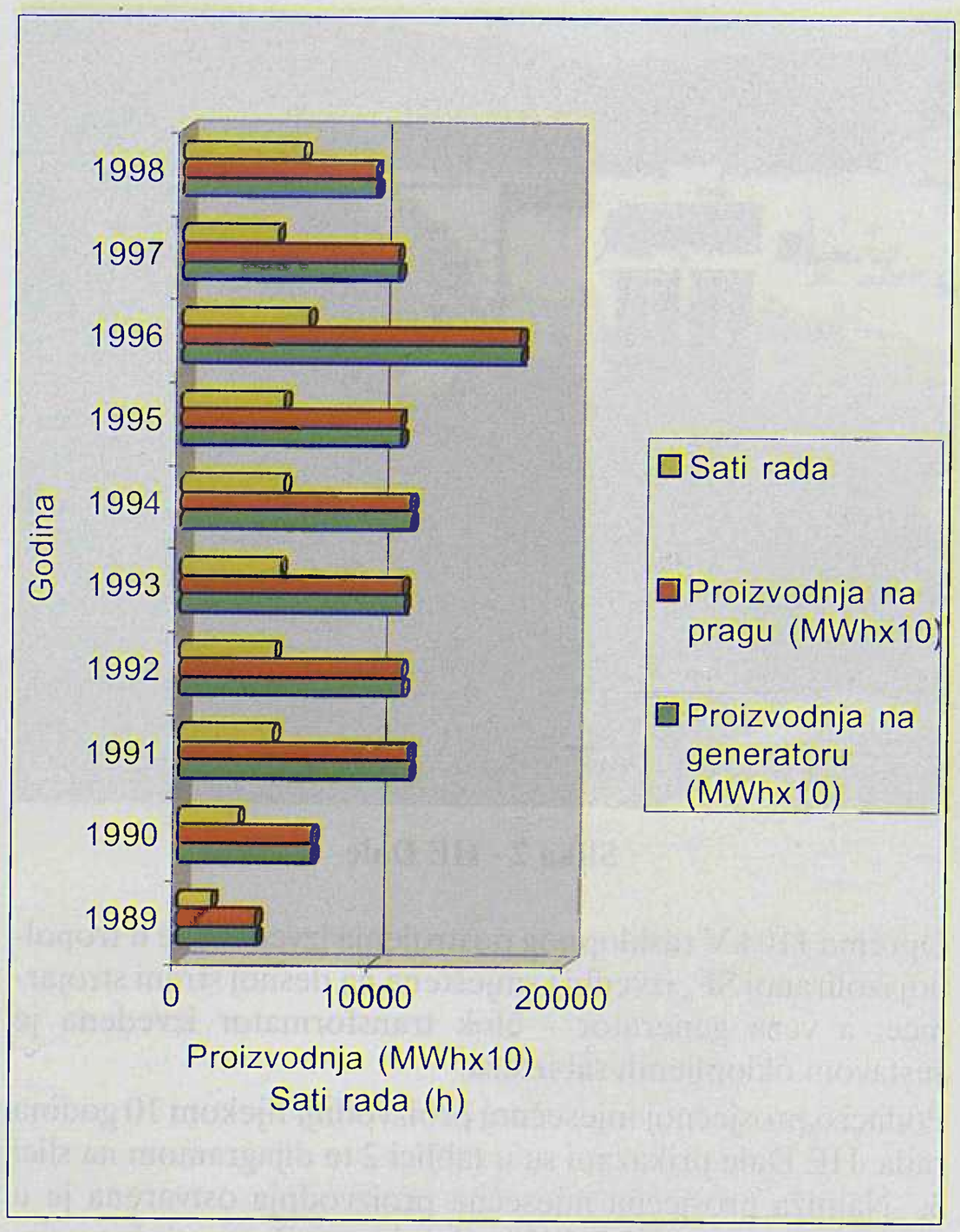
Tablica 3 - HE Đale - Korištenje kapaciteta u razdoblju od 1989. do 1998.

Godina	Proizvodnja električne energije na:		Sati rada	Kvar	Remont i njega	Rezerva
	generatoru (MWh)	na pragu (MWh)	(h)	(h)		(h)
1989	40507	40229	1744	0	0	0
1990	68927	68815	3076	8	723	4953
1991	118147	117718	4830	0	276	3654
1992	114378	113799	4860	0	423	3501
1993	114797	114240	5117	8	831	2804
1994	118150	117610	5270	11	491	2988
1995	112708	112064	5255	0	391	3114
1996	173786	173064	6512	0	293	1975
1997	110825	110167	4869	3	360	3258
1998	99354	98740	6140	0	0	0
Ukupno	1071579	1066446	45929	30	3788	26247

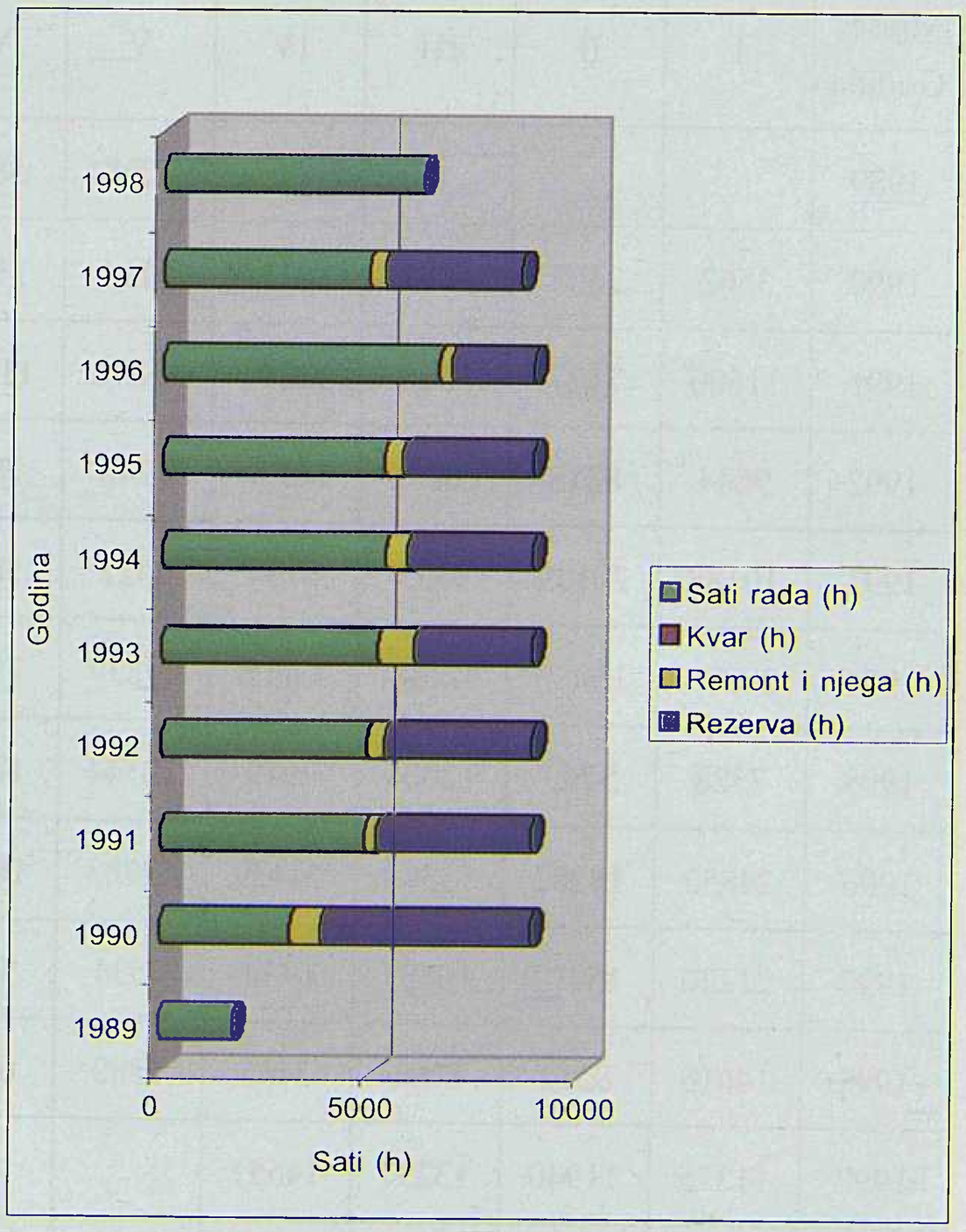
Vremensko korištenje kapaciteta HE Đale prikazano je na slici 5. Iz dijagrama je vidljivo da je elektrana radila bez problema tijekom proteklih 10 godina.

Stajanje elektrane zbog kvara (slika 6) bilo je vrlo kratko, najduže 11 sati, odnosno u cijelom razdoblju ukupno 30 sati.

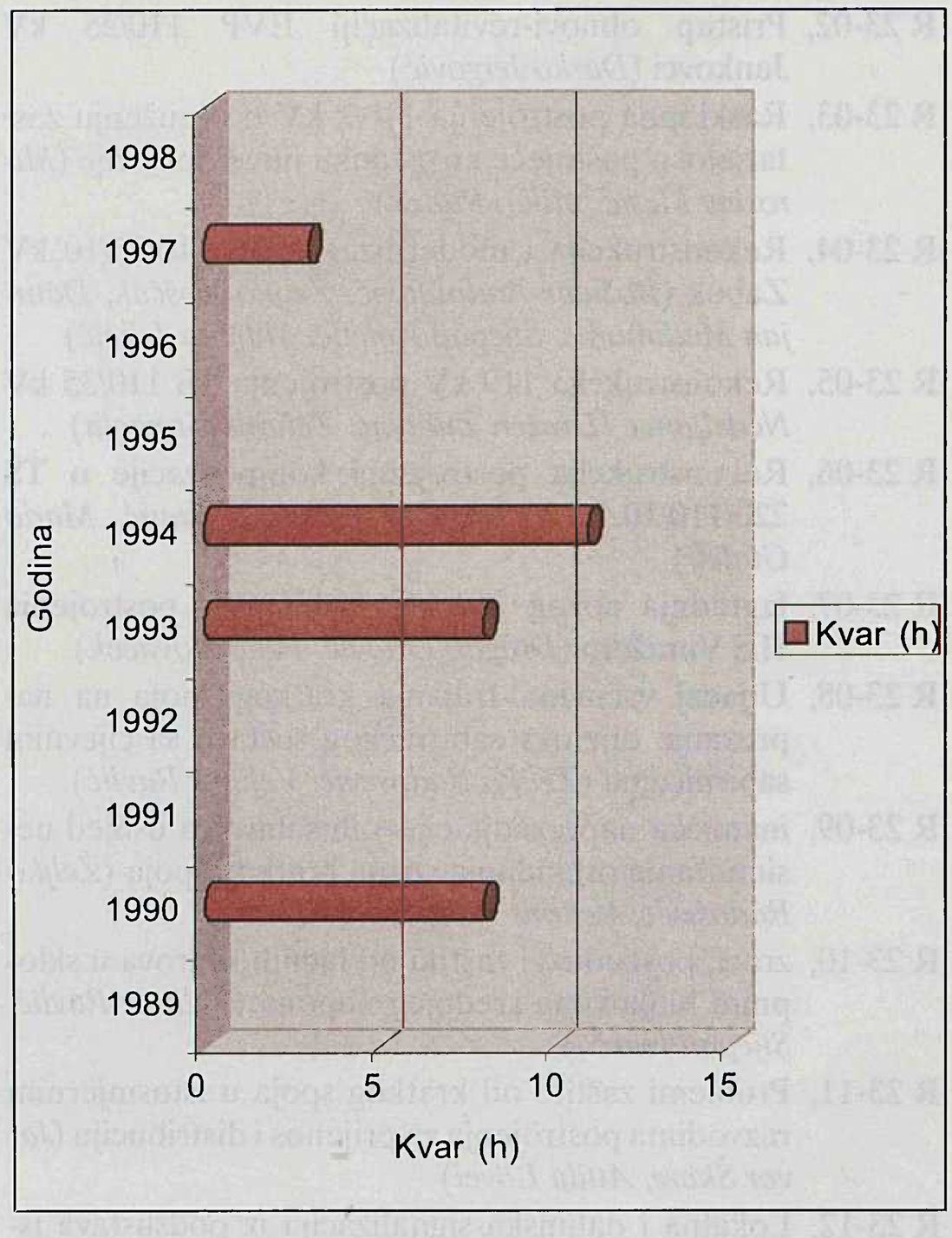
Utrošeno vrijeme za remont i njegu prikazano je dijagramom na slici 7. Planirani remonti i redovna njega omogućili su visoku spremnost elektrane.



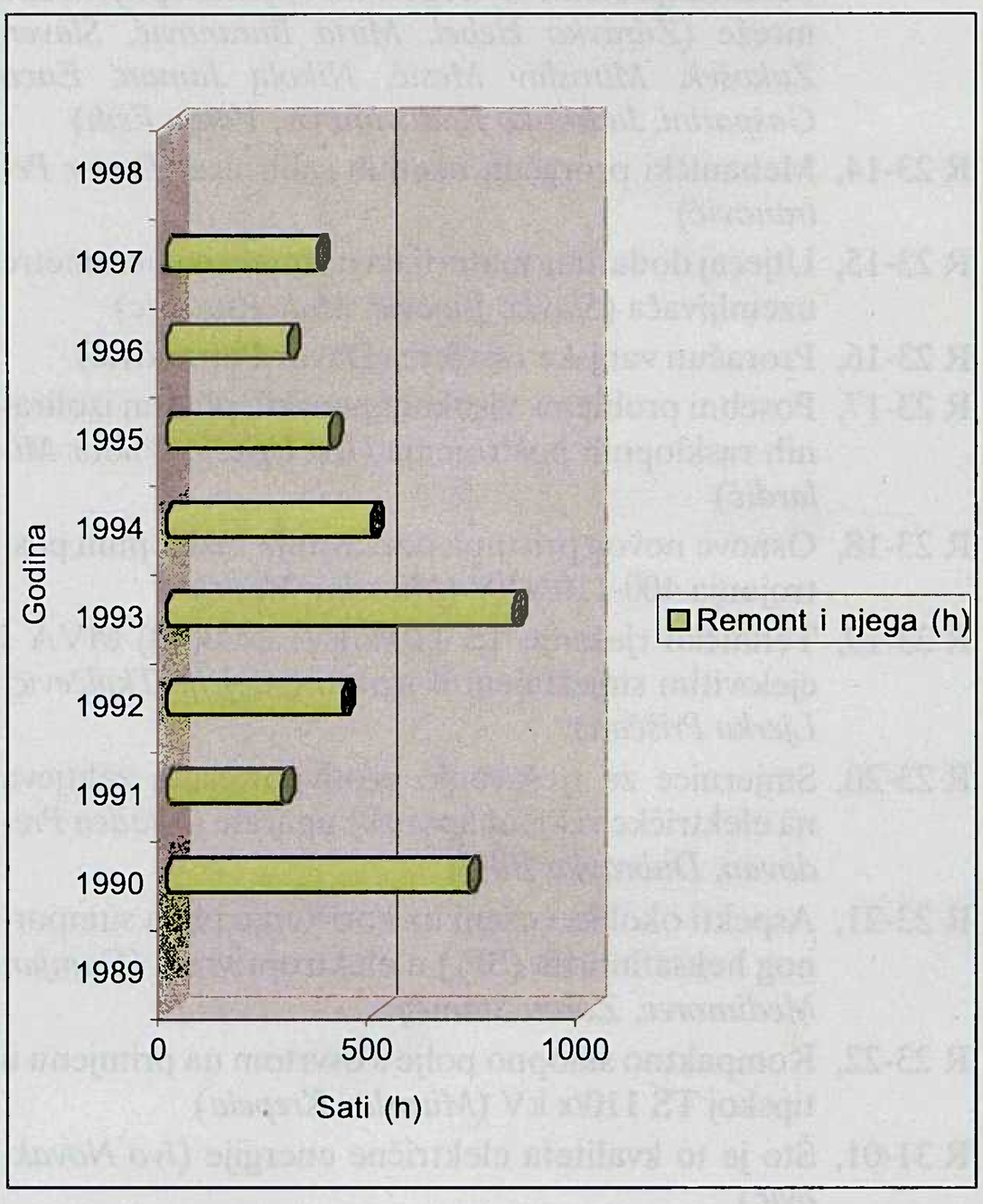
Slika 4 - HE Đale - Proizvodnja električne energije u razdoblju od 1989. do 1998.



Slika 5 - Vremensko korištenje kapaciteta u razdoblju od 1989. do 1998.



Slika 6 - HE Đale - Dužina trajanja kvara (h) u razdoblju od 1989. do 1998.



Slika 7 - HE Đale - Utrošeno vrijeme (h) na remont i njegu u razdoblju od 1989. do 1998.

SBK

ČETVRTO SAVJETOVANJE CIGRÉ

U Cavtatu, od 17. do 21. listopada, održano je četvrto savjetovanje Hrvatskog komiteta Međunarodne konferencije za velike električne sustave - CIGRÉ. Stručni rad savjetovanja zasnivao se na referatima o kojima se raspravljalo u pojedinim stručnim grupama. Nastavno je dan pregled referata.

R 11-01, Stalni nadzor - monitoring i dijagnostika elektrostrojarske opreme hidroelektrana (*Enes Hercegovac*)

R 11-02, Sustav za dijagnostički nadzor vibracija u HE Dubrovnik (*Boris Meško, Goran Orešković, Jovo Borojević*)

R 11-03, Kontrole i ispitivanja statorskog paketa električkih strojeva (*Nediljko Knezović*)

R 11-04, Ventilacijsko stanje većih hidrogeneratora (*Veljko Filipan, Rajaka Budin, Damir Kufner*)

R 11-05, Povišenje napona hidrogeneratora kod kvarova i smetnji (*Zlatko Maljković, Ivo Uglešić, Ljiljana Kuterovac, Ivan Vrkić, Stipan Vučak*)

R 11-06, Obnova agregata u hidroelektranama (*Zvonko Čulig, Marijan Petrinić, Mladen Kajari, Vladimir Kercan*)

R 11-07, Interakcija stanja i revitalizacije proizvodnih jedinica HE Zakučac (*Marija Šiško, Stjepan Tičinović, Željko Dorić*)

R 11-08, Povećanje snage i korisnosti hidrogeneratora revitalizacijom (*Zoran Milojković, Zlatko Maljković*)

R 11-09, Ocjena stanja generatora u HE Gojak s idejnim rješenjem revitalizacije (*Jozo Galić, Srećko Bojić, Marijana Salopek*)

R 11-10, Uloga analize vratila u revitalizaciji hidroagregata (*Vladimir Jarić, Igor Kajari, Mislav Ilijašević*)

R 11-11, Generatori za HE Messochora - Grčka (*Zoran Milojković*)

R 11-12, Sustav regulacije uzbude sinkronog generatora s procesorom za digitalnu obradu signala (*Gorislav Erceg, Tomislav Idžotić, Romina Erceg*)

R 11-13, Pristup revitalizaciji rotora turbogeneratora (*Kristina Čelić-Baran, Vladimir Jarić, Željko Horvatić*)

R 12-01, Ferorezonancija u n-faznoj mreži s izoliranom nultočkom (*Tomislav Kelemen*)

R 12-02, Mikroprocesorsko motrenje i zaštita energetskih transformatora (*Zdenko Godec*)

R 12-03, Dijagnostika i monitoring energetskih transformatora (*Antun Mikulecky, Nikola Knez*)

R 12-04, On-line monitoring i management rada transformatora (*Davor Oštrić, Jean-Paul Sardin*)

R 12-05, Preneseni prenaponi u sekundarnim krugovima mjernih transformatora (*Miroslav Poljak*)

R 12-06, Prilog tumačenju kromatografske analize plinova iz transformatora (*Sonja Čabrajac, Anđela Hadži-Skerlev*)

R 12-07, Procjena preostalog životnog vijeka energetskih transformatora u mreži Prijenosnog područja Osijek (*Nikola Jaman*)

R 12-08, Popravak devastiranog transformatora 150 MVA (*Ninoslav Vidović*)

R 13-01, Prijelazni otpori na rastavljačima 110 kV za vanjsku montažu (*Mario Popić, Vujnovac Tomislav*)

R 13-02, Sinkrono sklapanje prigušnica (*Leopold Brčić, Krešimir Meštrović*)

R 13-03, Teoretska analiza rezultata programa za simuliranje prijelaznih pojava kod isklapanja induktivnih tereta (*Vedad Hadžagić*)

R 15-01, Suradnja na normizaciji elektrotehničkih materijala (*Vladimir Firinger, Josip Polak, Sonja Čabrajac, Zdravko Debelić, Miljenko Đukić*)

R 15-02, Dijagnostička ispitivanja i pripadni kriteriji za ocjenu stanja izolacijskog sustava visokonaponskih asinkronih kaveznih i kliznokolutnih motora (*Josip Polak, Neven Srb, Franjo Podnar, Branko Jakušić*)

R 15-03, Ekološki aspekti korištenja i odlaganja transformatorskih ulja (*Božena Musulin*)

R 21-01, Dielektična revitalizacija srednjonaponskih oštećenih Water-tree-em (*Hermann Schimdt*)

R 21-02, Problematika polaganja kabela u urbanim sredinama (*Danilo Gamabaletta*)

R 21-03, Popravak kabela KB 110 kV Dugi Rat - Postira u 1998. godini (*Srećko Aljinović*)

R 21-04, Izbor kabela za distributivne srednjonaponske mreže (*Branko Paić*)

R 21-05, Prijelazne pojave pri korištenju naponskog transformatora za napajanje vlastitog potroška kabelske stanice 110 kV (*Josip Savičević, Ljubomir Božiković, Tomislav Vicković*)

R 21-06, Određivanje koeficijenta redukcije kabelskog voda sastavljenog od trožilnog kabela i jednožilnih kabela (*Ivan Sarajčev*)

R 21-07, Bubrive vrpce u SN kabelima s uzdužnom vodonepropusnom izvedbom električne zaštite (*Zdenko Pamić, Branka Živković*)

R 22-01, Termovizijski pregled dalekovoda (*Goran Plazibat, Eduard Škec, Marinko Županović*)

R 22-02, Dimenzioniranje nadzemnih vodova u uvjetima istovremenog djelovanja vjetra i dodatnog tereta od snijega ili leda (*Gordan Mirošević, Predrag Pavlović, Jasna Svirčević, Zoran Rubinić, Srđan Babić*)

R 22-03, Analiza kriterija za određivanje minimalno potrebnih razmaka u rasponima između užadi nadzemnih vodova (*Gordan Mirošević, Predrag Pavlović, Davorin Rusan*)

R 22-04, Dalekovod i okoliš (*Antun Fišer, Predrag Helman*)

R 22-05, Neravnoteža na dvosistemskog vodu (*Davor Nevečerel*)

R 22-06, Metereološki čimbenici i dalekovodna mreža Hrvatske (*Gordana Hrabak-Tumpa, Stjepan Ivatek-Šahdan, Ante Delonga*)

R 22-07, Projektiranje dalekovoda i meteorološki čimbenici (*Stjepan Ivatek-Šahdan, Gordana Hrabak-Tumpa*)

R 22-08, Meteorološke podloge projektiranja dalekovoda 2x400 kV Žerjavinec-Mađarska (*Ivo Vuković, Stjepan Ivatek-Šahdan*)

R 22-09, Meteorološki čimbenici i nadzemna elektroenergetska mreža Hrvatske siječnja 1998. godine (*Gordana Hrabak-Tumpa, Stjepan Ivatek-Šahdan, Ante Delonga*)

R 22-10, Termičko opterećenje vodiča nadzemnih vodova u stacionarnim i nestacionarnim uvjetima (*Franc Jakl, Andrej Jakl*)

R 22-11, Primjena tehničkih rješenja povisivanja postojećih stupova dalekovoda, te ugradnja novih stupova različitih širina na postojećim temeljima (*Đorđe Raduka*)

R 23-01, Osnove obnove i dogradnje TS 400/110 kV Ernestinovo (*Marijan Kalea*)

R 23-02, Pristup obnovi-revitalizaciji EVP 110/25 kV Jankovci (*Darko Jergović*)

R 23-03, Rasklopna postrojenja 110/x kV u okruženju zastarjelosti postojeće i izostanku nove tipizacije (*Miroslav Mesić, Milan Punek*)

R 23-04, Rekonstrukcija i modernizacija TS 110/35/10 kV Zabok (*Božidar Radmilović, Željko Koščak, Damjan Međimorec, Stjepan Koletić, Miljana Jeličić*)

R 23-05, Rekonstrukcija 110 kV postrojenja TS 110/35 kV *Nedeljanec (Dražen Zubović, Želimir Gongola*)

R 23-06, Rekonstrukcija postrojenja kompenzacije u TS 220/110/10.5 kV Mraclin (*Zvonko Janjić, Mario Gudelj*)

R 23-07, Izgradnja novog 110 kV rasklopnog postrojenja HE Varaždin (*Dragan Orlović, Petar Kovaček*)

R 23-08, Utjecaj vremena trajanja kratkog spoja na naprezanje dijelova sabirničkog sustava sa cijevnim sabirnicama (*Željko Radošević, Velimir Ravlić*)

R 23-09, inamička naprezanja cijevnih sabirnica uslijed nesimultanig prekidanja struja kratkog spoja (*Željko Radošević, Velimir Ravlić*)

R 23-10, zroci, posljedice i zaštita od lučnih kvarova u sklopnim blokovima srednjeg napona (*Velimir Ravlić, Stjepan Harča*)

R 23-11, Problemi zaštite od kratkog spoja u istosmjernim razvodima postrojenja za prijenos i distribuciju (*Javor Škare, Attila Lövei*)

R 23-12, Lokalna i daljinska signalizacija iz podsustava istosmjernog razvoda i napajanja (*Stjepan Koletić, Stjepan Karasman*)

R 23-13, Primjena računala u planiranju i praćenju održavanja elektroenergetskih objekata prijenosne mreže (*Zdravko Hebel, Mirta Baranović, Slaven Zakošek, Miroslav Mesić, Nikola Jaman, Enco Gašparini, Jadranko Radovanović, Vanja Esih*)

R 23-14, Mehanički proračun užetnih sabirnica (*Davor Petranović*)

R 23-15, Utjecaj dodatnog materijala u kanalu na parametre uzemljivača (*Slavko Vujević, Mate Kurtović*)

R 23-16, Proračun vanjske rasvjete (Davor Petranović)

R 23-17, Posebni problemi visokonaponskih plinom izoliranih rasklopnih postrojenja (*Ivo Uglešić, Viktor Milardić*)

R 23-18, Osnove novog pristupa održavanju rasklopnih postrojenja 400-110/x kV (*Miroslav Mesić*)

R 23-19, Tehničko rješenje TS 110/x kV, 2x20(40) MVA s cjelovitim smještajem u zgradi (*Alojzije Tkalčević, Ljerka Priščan*)

R 23-20, Smjernice za rješavanje protivpotresnih zahtjeva na električke visokonaponske aparate (*Mladen Predovan, Dubravka Bilić*)

R 23-21, Aspekti okoliša vezani uz korištenje plina sumpornog heksafluorifa (SF_6) u elektroprivredi (*Damjan Međimorec, Zoran Stanić*)

R 23-22, Kompaktno sklopno polje s osvrtom na primjenu u tipskoj TS 110/x kV (*Miroslav Krepela*)

R 31-01, Što je to kvaliteta električne energije (*Ivo Novaković*)

R 31-02, Kakvoća električne energije. Mjerenje i trajni nadzor (*Nino Vrandečić, Dejan Živaković*)

R 31-03, Sanacija naponskih okolnosti u DEES - filozofija i praksa (*Vladimir Josipović*)

R 31-04, Problemi pojave nedozvoljeno malih napona kod krajnjeg potrošača uslijed nesimetrije tereta po fazama (*Marinko Stojkov, Renata Simić, Ivan Daidžić*)

R 31-05, Europska norma EN50160 - "Značajke napona u distributivnim mrežama" (*Ivo Novaković*)

R 31-06, Havarije na NN i SN vodovima na području HEP, DP Elektroprimorje Rijeka, Pogon Skrad (*Vitomit Komen, Davorin Grenko, Josip Tvrtković, Davor Đurđević, Robert Matoković, Dinko Markoljević*)

R 31-07, Sanacija DV 35 kV Skrad -Vrbovsko (*Tihomir Đaković Alavanja, Davor Đurđević, Robert Matković*)

R 31-08, Ugradnja zaštitnog užeta sa svjetlovodnim nitima (OPGW) na DV 35 kV Crikvenica - Novi Vinodolski (*Vitomir Komen, Davor Đurđević, Jasna Svirčević*)

R 31-09, Uvođenje rastavnih sklopki 10(20) kV tip OXR, GEC u sustavu daljinskog upravljanja (*Niko Majdančić*)

R 31-10, Problematika opravdanosti daljinski upravljanih rastavnih uređaja u SN mreži (*Vinko Fabris, Zlatko Majetić*)

R 31-11, Optimalno lociranje daljinski upravljanih linijskih sklopki u nadzemnim srednjonaponskim mrežama *(Denis Brajković*)

R 31-12, Iskustva u primjeni digitalne (numeričke) zaštite u DP "Elektroistra" Pula (*Silvano Drandić, Nenad Rudan, Mišo Jurković*)

R 31-13, Sustav za mjerenje električnih veličina u elektroenergetskim postrojenjima (*S. Gotovac, T. Kilić, N. Brekalo, G. Plazibat*)

R 31-14, Harmonička analiza 35 kV-ne mreže DP "Elektroslavonije" Osijek uporabom EasyPower "Spectrum" programskog paketa (*Srete Nikolovski, Damir Šljivac, Damir Karavidović, Igor Vicković*)

R 31-15, 10 kV samonosivi kabelski snop nakon 10 godina rada (*Miroslav Bem*)

R 31-16, roblematika uvođenja tehničkog informacijskog sustava u HEP DP "Elektroistra" Pula (*Vlado Draščić, Davor Mišković*)

R 31-17, Stupno mjesto kao element u tehničkom informacijskom sustavu (*Boris Krstulja, Rudolf Zbašnik, Mladen Volarić*)

R 31-18, Stanje GIS projekta u "DP Elektra Zagreb" (*Milan Milunović*)

R 31-19, Podloge za postupak uvođenja napona 400/230 V u NN mreže (*Ernest Mihalek, Ivan Pandol*)

R 31-20, Osvrt na granice između prijenosne i distributivne elektroenergestke mreže (*Dragan Borojević*)

R 31-21, Pristup rješavanju problema izgradnje distributivnih mreža u središtima gradova s naglaskom na stare gradske jezgre (*Antun Tomšić*)

R 31-22, Osiguranje lokacija budućih transformatorskih stanica 20/0.4 kV u centru grada Zagreba (*Rihard Schenner, Neven Lang-Kosić, Vlado Klarić*)

R 31-23, Tehničko-ekonomski pristup za određivanje prioritetnih investicija u distribucijskoj mreži (*Srđan Žutobradić, Lahorko Wagmann, Tomislav Baričević*)

R 31-24, Upotreba neizrazitih skupova pri balansiranju opterećenja u distributivnim mrežama (*Goran Majstrović*)

R 31-25, Mogućnosti korištenja neizrazite logike pri prognoziranju opterećenja malih područja (*Željko Rajić*)

R 31-26, Prilog analizi utjecaja aktualne zakonske regulative na izgradnju elektroenergetskih objekata (*Drago Stapić, Želimir Ban*)

R 31-27, Primjena programskog paketa WINdis za planiranje i analizu rada niskonaponskih distributivnih mreža (*Eugen Mudnić, Ranko Goić, Matislav Majstrović*)

R 31-28, Minimazacija gubitaka radne snage pomoću rekonfiguracije u distributivnim mrežama (*Miran Horvat, Jože Voršič, Andrej Orgulan, Gorazd Škerbinek*)

R 31-29, Monte Carlo metoda za procjenu tehničkih gubitaka električne energije i snage u mrežama niskog i srednjeg napona (*Tomislav Baričević*)

R 31-30, Iskustva u rješenjima elektroenergetske infrastrukture autoceste Zagreb - Goričan (*Dubravko Starčević, Neven Lang-Kosić, Davor Đurđević, Zdenko Balaž*)

R 31-31, Poboljšanje naplate električne energije kroz uporabu pretplatničkih brojila (*Saša Miletić, Zoran Budimir*)

R 33-01, Pregled izbora izolacionih razina i bitnih činitelja sustava prenaponske zaštite visokonaponskih postrojenja (*Ante Sekso, Ivan Sarajčev*)

R 33-02, Matematički model proračuna podnosivih napona (*Josip Mužny*)

R 33-03, Numeričko modeliranje vala metodom konačnih elemenata (*Rino Lucič, Vinko Jović, Mate Kurtović*)

R 33-04, Proračun koeficijenta privremenog prenapona izazvanog naglim ispadom tereta u mreži (*Ivan Sarajčev*)

R 33-05, Proračun lokalnih prenapona na uzemljivačkom sustavu TS 400/220/110 kV Ernestinovo (*Željko Štih, Velimir Ilijanić, Stjepan Banić*)

R 33-06, Sklopni prenaponi u bloku transformator - generator pri isklopu prekidača na VN strani pod opterećenjem (*Velimir Ilijanić, Stjepan Banić*)

R 33-07, Sklopni prenaponi u kabelskim mrežama (*Ivo Uglešić, Viktor Milardić, Mažana Lukić*)

R 33-08, Isklapanje visokonaponskih prigušnica (*Ivo Uglešić, Miro Krepela*)

R 33-09, Poboljšanje prenaponskih karakteristika 110 kV vodova ugradnjom linijskih odvodnika prenapona (*Milan Puharić, Salih Sadović*)

R 33-10, Primjena linijskih odvodnika prenapona u poboljšanju prenaponske zaštite visokonaponskih postrojenja (*Salih Sadović*)

R 33-11, Problematika kontrole ispravnosti odvodnika prenapona (*Stjepan Banić*)

R 33-12, Neka iskustva laboratorija vezana uz postupak akreditacije (*Olga Štajdohar-Pađen, Srećko Bojić, Zoran Bertalanić*)

R 33-13, Sustav za detekciju i lociranje atmosferskih pražnjenja (*Lahorko Wagmann, Ivan-Goran Kuliš, Janko Kosmač*)

R 22/33-01, Prva iskustva u praćenju izolatorskih konstrukcija na ispitnom poligonu "Toreta" (*Srećko Bojić, Gordana Hrabak-Tumpa, Goran Čubra*)

R 22/33-02, Polimerna i kompozitna izolacija na vodovima (*Davorin Kremer*)

R 22/33-03, Ispitivanje izolatorskih konstrukcija za dalekovod 400 kV Veleševec -Žerjavinec - Heviz (mađarska granica) (*Krešo Rosean, Gordan Mirošević, Ivo Tomasović, Ivan Ribičić*)

R 22/33-04, Pretvorba postojećeg dalekovoda 220 kV u novi dalekovod 400 kV na potezu Split - Zagreb (*Ivan Grozdanić*)

R 34-01, Revitalizacija rasklopnih postrojenja 220 i 110 kV kao priprema za promjenu lokalne hijerarhije upravljanja i zamjene sekundarne opreme uz minimalnu obustavu pogona u HE Zakučac (*Juroslav Zaninović, Stipica Radić, Tomislav Sekelez, Ivica Marušić*)

R 34-02, Izbor optimalnog podešenja distantne zaštite provizorija 110 kV u HE "Peruča" (*Ivan Sarajčev, Vinko Žaja*)

R 34-03, Lociranje kvarova na nadzemnim distributivnim vodovima (*Željko Polak*)

R 34-04, Proračun i eksperimentalna provjera strujE kvara u srednjonaponskoj distributivnoj mreži Omiša kao podloga za podešenje numeričke zaštite (*Dragan Mučić, Ranko Goić*)

R 34-05, Podfrekvencijsko rasterećenje EES-a Hrvatske (*Igor Kuzle, Sejid Tešnjak*)

R 34-06, Numerička zaštita dvosistemskog voda prema TE Plomin 2 (*Radenko Rubeša, Nikola Cvjetković, Dragan Diminić, Domagoj Padjen*)

R 34-07, Primarno ispitivanje numeričke distantne zaštite REL 531 na DV 2x220 kV Plomin - Melina (*Radenko Rubeša, Nikola Cvjetković, Dragan Diminić*)

R 34-08, Analiza i ispitivanje zaštite od kvara diode beskontaktnog sustava uzbude sinkronog generatora (*Darko Nemec, Milan Stojsavljević, Josip Sabolek, Vladimir Kovačić*)

R 34-09, Zaštita generatora primjenom digitalnih releja (*Juraj Havelka, Ante Marušić*)

R 34-10, Primjena neuronskih mreža u postupku podešenja adaptivne distantne zaštite *(Srđan Skok, Ante Marušić*)

R 34-11, Sustav za otkrivanje kvara na srednjonaponskim mrežama (*Dario Verbanac*)

R 34-12, Ugradnja shunt prekidača u RTP 110/20 kV Rogaška Slatina - Slovenija (*Viktor Lovrenčić, Jasna Uhlik*)

R 35-01, Primjena širokopojasnih komunikacija u mreži HEP-*a (Maja Planinić, Jelena Višić, Dean Kosty*)

R 35-02, Sinkronizacija u telekomunikacijskoj mreži HEP (*Boris Stipetić*)

R 35-03, Radio sustav utemeljen na TETRA obrascu u funkciji vođenja DEES (*Krešimir Majdenić, Oto Štajnbrikner, Vinko Vuković*)

R 35-04, Novo rješenje komutacijskog čvora na lokaciji HEP - Zagreb (*Božidar Šipek, Hrvoje Korasić, Krešimir Jazbec, Leon - Tomislav Gregurić*)

R 35-05, Problematika prijelaza u 2000. godinu opreme procesnog upravljanja HEP-a (*Neven Baranović, Nikica Vuletić*)

R 35-06, Moguće rješenje zamjene sustava procesne informatike u upravljačkim centrima HEP-a (*Jadran Franotović, Aldis Černicki Mijić, Neven Baranović*)

R 35-07, PROZA R/F u DC-u Slavonski Brod - realizacija i prva iskustva (*Ivan Daidžić, Renata Jelušić*)

R 35-08, Izgradnja sustava daljinskog upravljanja elektrovučnim postrojenjima na pruzi Novska - Vinkovci - Tovarnik (*Krešimir Trajbar, Bernard Kauf, Jadran Franotović*)

R 35-09, Utjecaj tehnologija dalekog istoka na europske sustave daljinskog vođenja (*Ždralović Mirza*)

R 35-10, Promjene telekomunikacija u Hrvatskoj elektroprivredi utjecane deregulacijom (*Josip Maslov*)

R 36-01, Postupak utvrđivanja i pronalaženja izvora smetnji u prijamu radijskih i televizijskih emisija uzrokovanih povremenim kvarovima kod energetskih vodova i postrojenja visokog napona tijekom eksploatacije (*Milan Sinjeri*)

R 36-02, Proračun dimenzija zaštitnog uzemljivača ukopanog cjevovoda induktivno spregnutog s elektroenergetskim vodom (*Mladen Begović*)

R 36-03, Zaštita uzemljenjem ukopanih cjevovoda od utjecaja elektroenergetskih vodova (*Bencetić Berislav*)

R 36-04, Induktivni i konduktivni utjecaji struja zemljospoja (*Zlatko Novoselac*)

R 36-05, Opća procjena električnih i magnetskih polja u blizini visokonaponskih dalekovoda u Hrvatskoj s obzirom na zaštitne vrijednosti (*Dubravko Sabolić*)

R 36-06, Utjecaj elektromagnetskog polja niskih frekvencija na čovjeka (*Ratimira Šimundić, Sead Berberović*)

R 36-07, Utjecaj dalekovoda na ljudsko zdravlje (*Krešimir Malarić, Borivoj Modlic*)

R 36-08, Mjerenje i procjena štetnosti elektromagnetskog polja u elektroenergetskim sustavima (*Antonio Šarolić, Borivoj Modlic*)

R 37-00, Moguće opcije razvitka EES-a Hrvatske (*Mladen Zeljko*)

R 37-01, Planiranje razvoja u EES-a s različitim oblicima vlasništva proizvodnih postrojenja (*Goran Slipac*)

R 37-02, Strateška procjena utjecaja na okoliš u planiranju razvoja elektroenergetskog sustava (*Zoran Stanić*)

R 37-03, Prilog metodologiji dugoročnog planiranja revitalizacije prijenosne mreže (*Marijan Kalea*)

R 37-04, Planiranje rada elektroenergetskog sustava Hrvatske na mjesečnom i godišnjem nivou simulacijom rada na dnevnom nivou pomoću programskog sustava DPLAN (*Ranko Goić, Marko Lovrić*)

R 37-05, Proračun gubitka proizvodnje električne energije zbog isparavanja vode u akumulacijama Buško Blato i Peruča (*Elis Sutlović, Matislav Majstrović, Marko Lovrić*)

R 37-06, Tržište električne energije u Hrvatskoj - osnove pristupa (*Nada Jandrilović*)

R 37-07, Zahtjevi elektroenergetskog sustava na izbor parametra glavne opreme elektroenergetskog kompleksa termoelektrane (*Dubravka Kolundžić*)

R 37-08, Uloga obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije u Hrvatskoj (*Branka Jelavić, Julije Domac*)

R 37-09, Koncept bloka visokog stupnja djelovanja - istovremeno izgaranje ugljena i prirodnog plina (*Branimir Loš*)

R 37-10, Odnos Hrvatske elektroprivrede i lokalne zajednice kroz sustav naknada (*Tanja Rukavina, Mićo Klepo*)

R 37-11, Daljnji razvoj povezivanja elektroenergetskih sustava Hrvastke i Mađarske (*Božidar Radmilović, Željko Koščak, Damjan Međimorec*)

R 38-01, Analiza mjerenih signala u elektroenergetskom sustavu Pronyevim postupkom (*Muharem Mehmedović, Darko Nemec*)

R 38-02, Procjena pouzdanosti prijenosne mreže Slavonije i Baranje nakon obnove i izgradnje vodova 110 kV (*Srete Nikolovski, Damir Šljivac, Vladimir Mikuličić, Branko Štefić*)

R 38-03, Kompenzacija reaktivne snage u prijenosnoj mreži na području Dalmacije (*Matislav Majstrović, Davor Bajs, Goran Majstrović*)

R 38-04, Ispadi turboagregata 376 MVA u TE Rijeka kod naponskih perturbacija na 220 kV sabirnicama elektrane (*Zdenko Katić, Milan Stojsavljević, Darko Nemec*)

R 38-05, Usporedba rezultata proračuna u sustavu faznih koordinata struja jednopolnog kratkog spoja (*Matislav Majstrović, Elis Sutlović, Zlatko Visković*)

R 38-06, Provjera učinkovitog uzemljenja mreža na temelju omjera struja jednopolnoga i tropolnoga kratkog spoja (*Ivan Sarajčev*)

R 38-07, Analiza uzemljenja mreže 110 kV u čvorištu "Peruča" (*Ivan Sarajčev, Ivan Zelić*)

R 39-01, Adaptivno upravljanje sustavima s referentnim modelom (*Petar Crnošija, Željko Ban, Ivor Goreta*)

R 39-02, Iskustva u realizaciji projekta MTU u DP Elektrodalmacija Split (*Ante Franić, Braslav Čizmić, Vlado Mikulić*)

R 39-03, Računalna mreža i komunikacije u HE Messochora - Grčka (*Zdeslav Crnković, Marko Gašparović*)

R 39-04, Planiranje rada elektroenergetskog sustava s "NPE" elektranom (*Ivica Toljan, Ranko Goić, Marko Lovrić*)

R 39-05, DPLAN - programski sustav za kratkoročno planiranje rada elektrenergetskog sustava Hrvatske (*Marko Lovrić, Ranko Goić, Eugen Mudnić, Matislav Majstrović*)

R 39-06, Sustav vođenja distribucije (*Boris Njavro*)

R 39-07, Koncepcija novog dispečerskog centra "Zagreb" (*Nikola Čupin*)

R 39-08, Mogućnosti efikasnijeg operativnog planiranja rada i vođenja hidroenergetskog sustava rijeke Cetine (*Ranko Goić, Marko Lovrić*)

R 39-09, Statistička analiza dotoka u akumulacijsko jezero *Peruča (Elis Sutlović, Matislav Majstrović, Marko Lovrić*)

R 39-10, Određivanje parametara za analitičke račune protoka na hidroelektranama (*Branko Horvat*)

R 39-11, Pristup revitalizaciji hidroelektrana na slivu Cetine (*Stjepan Tičinović, Josip Macan, Stipan Vučak,Ivan Zelić*)

R 39-12, Statistika pogonskih događaja u prijenosnoj mreži Hrvatske Elektroprivrede u 1995., 1996. i 1997. godini (*Zdravko Hebel, Marijan Kalea*)

R 39-13, Problematika previsokih napona u prijenosnoj mreži Dalmacije (*Marko Lovrić, Ranko Goić, Matislav Majstrović*).

SBK

PRAVILNIK O NOSTRIFIKACIJI PROJEKATA

Temeljem Zakona o izgradnji (Narodne novine broj 52/99 i 75/99) ministar prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja donosi ovaj Pravilnik. Pravilnikom o nostrifikaciji projekata propisuje se postupak nostrifikacije, način ovjere projekta, sadržaj potvrde, način izračuna naknade te uvjeti i mjerila za davanje ovlaštenja pravnoj osobi za nostrifikaciju idejnog, glavnog i izvedbenog projekta izrađenog u inozemstvu. Nostrifikacija je postupak utvrđivanja usklađenosti projekta izrađenog u inozemstvu s odredbama Zakona o gradnji, tehničkim propisima i hrvatskim normama. Ovlaštena pravna osoba piše izvješće o nostrifikaciji i ono čini sastavni dio projekta. Također izdaje potvrdu o nostrifikaciji kojom potvrđuje da je projekt izrađen u inozemstvu usklađen s hrvatskim propisima iz područja graditeljstva. Ovjera projekta se obavlja štambiljom čija veličina i izgled su propisani ovim pravilnikom. Također su Pravilnikom utvrđeni uvjeti za davanje i oduzimanje ovlaštenja. S tom svrhom ministar osniva Stručni odbor od pet članova za poslove nostrifikacije, čiji mandat traje 5 godina.

Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama broj 98 od 27. rujna 1989. godine i stupa na snagu osam dana nakon dana objavljivanja.

SBK

PRAVILNIK O ODREĐIVANJU ZAHVATA U PROSTORU ZA KOJE SE NE IZDAJE LOKACIJSKA DOZVOLA

U Narodnim novinama broj 98 od 27. rujna 1999. godine objavljen je Pravilnik o određivanju zahvata u prostoru za koje se ne izdaje lokacijska dozvola. Ovaj Pravilnik određuje zahvate u prostoru za koje se ne izdaje lokacijska dozvola i postupanje u provedbi takvih zahvata. Prema Pravilniku lokacijska dozvola se ne izdaje za slijedeće zahvate:

- gradnju obiteljske kuće prema posebnom propisu
- rekonstrukciju objekta kojom se ne utječe na vanjski izgled, veličinu i namjenu objekta
- istražni prostor za istraživanje mineralnih sirovina bez rudarskog objekta i postrojenja
- gradnju odnosno postavljanje kabelskog i zračnog priključka na niskonaponsku i TK mrežu kao i vodova kojima se postojeći objekt priključuje na komunalne instalacije (vodovod, kanalizacija, plinovod i parovod)
- gradnju, odnosno postavljanje privremenog objekta za potrebe sajmova i javnih manifestacija
- gradnju grobnica na groblju
- gradnju ograde niže od 1,8 m i ograde s ulične strane niže od 1,00 m
- uređenje okućnice te
- postavljanje reklamnih panoa do 6 m^2.

Umjesto lokacijske dozvole izdaje se izvod iz prostornog plana.

Pravilnik se izdaje na temelju Zakona o prostornom uređenju (Narodne novine broj 30/94, 68/98 i 35/95 - Uredba). Ovaj Pravilnik stupa na snagu 1. listopada 1999. godine. Od tada prestaje vrijediti Pravilnik objavljen u Narodnim novinama broj 89/95.

SBK

PRAVILNIK O SADRŽAJU IZJAVE PROJEKTANTA

Temeljem Zakona o gradnji (Narodne novine broj 52/99 i 75/99) ministar je donio Pravilnik o sadržaju izjave projektanta o usklađenosti glavnog, odnosno idejnog projekta s odredbama posebnih zakona i drugih propisa. Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama broj 98 od 27. rujna 1999. godine.

Pravilnikom se propisuje obvezatan sadržaj izjave projektanta o usklađenosti glavnog, odnosno idejnog projekta s odredbama posebnih zakona i drugih propisa ,odnosno s posebnim uvjetima kada je to izričito propisano posebnim zakonom. Izjavu daje projektant, odnosno glavni projektant u pisanom obliku.

Pravilnik stupa na snagu danom objave u Narodnim novinama.

SBK

PRAVILNIK O SLUŽBENOJ ISKAZNICI INSPEKTORA I NADZORNIKA U GRAĐEVINSKOJ INSPEKCIJI

Temeljem Zakona o gradnji donesen je Pravilnik o službenoj iskaznici inspektora i nadzornika u građevinskoj inspekciji koji je objavljen u Narodnim novinama broj 98 od 27. rujna 1999. godine.

Pravilnikom se propisuje sadržaj i oblik, te način izdavanja i uporaba službene iskaznice inspektora i nadzornika u građevinskoj inspekciji u Ministarstvu prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja. Iskaznicu izdaje ministarstvo.

Danom stupanja na snagu ovog Pravilnika prestaje vrijediti Pravilnik iz 1995. godine.

SBK

SAVJETOVANJE O ELEKTROMAGNETSKOJ KOMPATIBILNOSTI

Koncem rujna je u organizaciji Hrvatskog inženjerskog saveza i časopisa Elektrotehnika organizirano savjetovanje pod nazivom **Elektromagnetska kompatibilnost i elektroenergetski sustavi** . Savjetovanje je održano u Trogiru.

Potreba za sustavnim pristupom problemu elektromagnetskih utjecaja i kompatibilnosti jedan je od razloga za održavanje ovog savjetovanja. Postizanje elektromagnetske kompatibilnosti podrazumijeva i obuhvaća analizu i razumijevanje svih vrsta elektromagnetskih utjecaja između i unutar elektroenergetskih i elektroničkih sustava i uređaja. Radi se o procesima i postupcima čiji je cilj osigurati funkcionalno djelovanje elektroenergetskog sustava i njegove utjecaje na čovjeka i ostale biološke sustave, telekomunikacijske i radio komunikacijske sustave, metalne i nadzemne objekte (cjevovodi, vodiči itd.), distribucijski sustavi te električnu i elektroničku opremu.

Rad na savjetovanju odvijao se u dvije sekcije:

- teorijski računski postupci i
- proces elektromagnetskog usklađivanja, mjerenja, tehnička regulativa.

Nastavno je prikazan pregled referata.

1. Calculation of the current distribution along an overhead wire *(D. Poljak, B. Jajac, R. Šimundić)*
2. Problematika jednopolnog kvara na dalekovodu *(D. Nevečerel)*
3. Induktivni i konduktivni utjecaji struja zemljospoja na bliske metalne mase i instalacije *(Z. Novoselac)*
4. Uklapanje cjevovoda u električno i prostorno okruženje *(Z. Novoselac)*
5. Strujom jednopolnog kvara inducirani potencijali u oklopu plinom izoliranih postrojenja *(Z. Novoselac)*
6. Radiofrekvenčne motnje pri obratovanju vodnikov *(J. Pihler, Z. Kokol)*
7. Proračun parametara niskonaponskog nadzemnog kabela (SKS-a) za potrebe simulacija visokofrekvencijskih prijelaznih pojava *(M. Puharić, S. Žutobradić)*
8. Impulsne značajke uzemljivača elektroenergetskih postrojenja *(S. Žutobradić, Z. Haznadar, R. Gačanović, V. Koroman)*
9. Proračun elektromagnetskih prijelaznih pojava u sustavima kombiniranim od gromobranskih instalacija i uzemljivača *(S. Sadović, R. Gačanović)*
10. Raspodjela struje munje u sustavu zaštite od munje (SZM) *(M. Keršnik-Ivšić)*
11. Utjecaj sustava zaštite od munje na vrijednosti induciranih napona uslijed izravnog udara munje *(M. Keršnik-Ivšić)*
12. Stohastička metoda procjene troškova nastalih uslijed dodatnih gubitaka prouzročenih višim harmonicima *(L. Wagmann)*
13. Interaction of human body with the three-phase transmission line *(D. Poljak, B. Jajac)*
14. Javnozdravstveni aspekti elektromagnetske kompatibilnosti i polucije iz elektroenergetskih sustava *(J. Čiček)*
15. Elektromagnetska kompatibilnost u sustavu hidroelektrane *(J. Macan, I. Zelić, J. Šimić)*
16. Mjere za zaštitu sekundarnih krugova u visokonaponskim oklopljenim rasklopnim postrojenjima *(I. Uglešić, M. Lukić, A. Marušić)*
17. Zaštitne zone i elektromagnetska kompatibilnost *(I. Uglešič, V. Milardić)*
18. Smanjenje veličine sustava za umjeravanje mjerila polja (A. Pavić, I. Felja)
19. Tipizacija zaštite žičanih telekomunikacijskih vodova uvedenih u visokonaponska postrojenja *(Z. Turbić)*
20. Zamjena radioaktivnih gromobrana klasičnim gromobranskim uređajima *(D. Šubašić, Z. Novoselac, A. Schaller, S. Bartolinčić)*
21. Normizacija na području elektromagnetske kompatibilnsti u Europi i Hrvatskoj *(J. Šimić, S. Gros)*
22. Pregled inozemne i domaće tehničke regulative i prakse vezane za utjecaj elektroenergetskih postrojenja na bliske metalne mase i komunalne instalacije *(Z. Novoselac, S. Alajbeg, M. Begović, I. Britvec, B. Filipović-Grčić, G. Gačina, V. Gostimir, M. Hohnjec, F. Ilić, Ž. Ivanović, M. Ježić, S. Jurić, D. Karavidović, V. Komen, Z. Kosek, N. Lang-Kosić, I. Mravak, N. Olama, B. Poljak, D. Srdelić, D. Škrinjar, I. Tomasović, J. Topić, M. Zajec, I. Znidarčić, M. Žunec).*

SBK

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

SOLAR ENERGY 1999 U BERLINU

U srpnju 1999. godine otvorena je u Berlinu, najveća u svijetu, međunarodna stručna izložba "Solar Energy 1999", vrlo zanimljiva za električare, stručnjake za grijanje, arhitekte i građevinare. Oko 200 izlagača prikazalo je najnovija dostignuća i praktičnu primjenu u području fotonaponske tehnike i iskorištenja sunčeve topline.

ETZ, god. 120(1999), br. 9

Mrk

BOLJI UVJETI ZA ZAPOSLJENJE INŽENJERA

U posljednje su se vrijeme u Njemačkoj znatno poboljšali izgledi za zaposljenje inženjera. Ponude su se prema prethodnoj 1998. godini povećale za 29%. U prvom kvartalu godine 1999. bilo je 25000 ponuda, što je za 17% više nego u prvom kvartalu godine 1998. Najveća je potražnja za informatičarima (13.777 ponuda), zatim za inženjerima strojogradnje (7921 ponuda) i to za industriju vozila.

Najbolje izglede za zaposljenje imaju inženjeri koji već za vrijeme studija stječu široka znanja u poznavanju stranih jezika i komunikativnosti u tehničkom i ljudskom smislu.

ETZ, god. 120(1999), br. 10

Mrk

PROFIL INŽENJERA U NJEMAČKOJ

U ožujku 1999. godine održan je u organizaciji VDE i širokoj suradnji privrede i obrazovnih institucija skup o temi kakav profil inženjera treba Njemačka danas i u budućnosti. Stav je nastavnika da studentima treba dati što veće temeljno znanje, a specijalističko će steći na radnom mjestu u poduzeću. Znanje njemačkog inženjera treba prilagoditi činjenici da je izvor stvaranja u Njemačkoj istraživanje i razvoj te proizvodnja visoko vrijednih industrijskih proizvoda. U prvome redu treba imati u vidu globalno natjecanje u inovacijama, čemu mogu zadovoljiti samo visokoobrazovani inženjeri.

Pritom je važna i financijska baza tehničke struke na visokim stručnim školama.

ETZ, god. 120(1999), br. 10

Mrk

POMANJKANJE STRUČNJAKA ZA INFORMATIČKU TEHNIKU

Član uprave VDE i trgovačkog vodstva IBM za Njemačku dipl. ing. K. Kuhrile ističe da manjak stručnjaka u informatičkoj tehnici predstavlja veliku kočnicu rastu. VDE mora pojačati inicijativu za povećanjem studenata na informatičkim studijama, jer stanje postaje sve kritičnije. Predviđa se da će potreba za informatičarima rasti barem dvostruko brže, nego potreba za inženjerima. To ne vrijedi samo za Njemačku, već je globalna pojava.

ETZ, god. 120(1999), br. 13-14

Mrk

ODABIR ŠTEDNJE POGONSKOG ELEKTROMOTORA

Zbog svojih vrlo dobrih svojstava asinhroni je kavezni motor vrlo mnogo korišten u industriji kao pogonski motor. Za odabir odgovarajućeg motora mjerodavni su sveukupni troškovi koji se pojavljuju tijekom njegovog cijelog radnog vijeka (Li+ - Cycle Cost). Odnos troškova nabave, montaže, održavanja i utroška električne energije vrlo je različit, a prvenstveno ovisi o snazi i uvjetima rada. Danas su na tržištu normalni i energetski štedni elektromotori. Stedni su motori zbog veće količine utrošenog materijala i skuplji. Zbog toga treba kod nabave usporediti sve troškove koji će se pojaviti tijekom radnog vijeka normalnoga i štednog motora u danim prilikama. Što dulje traje očekivani pogon, to više govori u prilog motora s poboljšanom korisnosti. Međutim, mogućnosti uštede energije u primjeni štednih motora vrlo su male, osobito ako se uzme da veliki normalni motori rade s korisnosti blizu 100%. Treba uzeti u obzir da danas regulacijski uređaji, mijenjajući frekvenciju mogu vrlo dobro prilagoditi brzinu okretaja motora traženim prilikama, pa su na taj način moguće znatne energetske uštede. Motor s regulacijskim uređajem ima visoku korisnost. Ukupni se gubici kreću između 2% i 5%.

ETZ, god. 120(1999), br. 11-12

Mrk

NAJPOVOLJNIJE MJESTO ZA OSNIVANJE PODUZEĆA

Poduzećima je vrlo teško odabrati mjesto ulaganja da često velike investicije ne budu upropaštene. Mnogi faktori moraju biti povoljni da ulaganja budu uspješna. Važnu ulogu igra razina plaća, produktivnost, pravne prilike, izobrazba i radišnost uposlenika u tom području. Ženevski Beri-Institut analizirao je mnoga mjesta i ocijenio ih bodovima do 100. Što više bodova ima neko mjesto to je povoljnija lokacija za poduzeće. Zanimljivo je da je prema toj procjeni najviše bodova sakupio Singapur. Kako slijede ostali, vidi se iz slijedećeg pregleda:

Singapur	84	Norveška	63	Italija	54
Švicarska	75	Švedska	63	Češka	53
Japan	73	Danska	61	Turska	53
Belgija	73	Irska	60	Poljska	47
SAD	70	Austrija	60	Brazil	47
Nizozemska	66	J. Koreja	60	Kina	42
Francuska	66	V. Britanija	59	Rusija	36
Njemačka	63	Španjolska	57		

ETZ, god 120(1999), br. 11-12

Mrk

POBOLJŠANJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U INDUSTRIJI NJEMAČKE

Njemačka industrija potrošila je tijekom godine 1998. oko 230 TWh, što je 1,3% više nego prethodne godine. To je nešto viši postotak od porasta opće potrošnje, koja je u toj

godini porasla 1%. Oko 90% potrebne električne energije industrija je uzimala iz javne mreže. U vlastitim je elektranama proizvela 25 TWh, što je oko 7% manje nego godine 1997.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 19

Mrk

SOLARCITY

U okviru svjetske izložbe, kraj Hannovera je izgrađen Solarcity, blok zgrada grijan suncem. Projekt je registriran u programu zaštite klime, kao Expo-Projekt, a izgrađen je kao zajednički rad više udruga. Ovaj projekt, u okviru svjetske izložbe, decentraliziran je i predstavlja apsolutnu novost u povijesti svjetskih izložbi.

Na krovovima 6 građevina smješteno je ukupno 1350 m^2 solarnih kolektora. Ugrijana voda slijeva se u zajednički spremnik ukopan u zemlju zbog bolje izolacije, iz kojeg se grije i dobiva toplu vodu 106 stanova. Gledajući tijekom cijele godine, oko 40% potreba grijanja i tople vode pokriva sunce, a ostatak se nadoknađuje iz susjedne toplane.

Stanovi ovog solarnog grada bit će tijekom godine 2000. korišteni za potrebe svjetske izložbe, a zatim početkom godine 2001. useljivi.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 19

Mrk

ZASJEDANJE CIRED 1999.

Od 1. do 4. lipnja 1999. održano je u Nici zasjedanje CIRED, najveće međunarodne organizacije za probleme razdiobe električne energije. Zasjedanju je prisustvovalo 1100 sudionika, iz više od 50 zemalja. To je okruglo 200 više od prethodnog zasjedanja. Treba istaknuti da su bile zastupljene Kina, Kanada, Brazil, Argentina i Rusija jakim delegacijama.

Na zasjedanju su problemi diskutirani u 6 grupa o temama:

1. Pogonski uređaji (stanice, dalekovodi i kabeli)
2. Kvaliteta električne energije i elektromagnetski utjecaji
3. Pogon
4. Decentralizirana proizvodnja električne energije
5. Planiranje distribucijskih mreža
6. Menadžerstvo.

Zbog više jezika i poteškoća u simultanom prijevodu predlaže se da se sve odvija samo na engleskom, kao što je uvedeno na mnogim međunarodnim skupovima. Osim toga javile su se poteškoće zbog toga što se rad grupa odvija istodobno, tj. paralelno.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 19

Mrk

DECENTRALIZIRANA PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

U mnogim je zemljama danas decentralizirana proizvodnja električne energije u naglom porastu. Da se istraže pitanja u svezi s ovom pojavom i ispitaju utjecaji na elektroenergetske sustave, organizirana je, u okviru CIGRÉ, radna grupa koja je u kolovozu 1998. godine završila svoje izvješće. Ovisno o veličini decentralizirane proizvodnje u različitim elektroenergetskim sustavima opaženi su značajni utjecaji. Oni su ovisni o tehničkoj i oganizacijskoj strukturi dotičnog elektroenergetskog sustava i vrsti tržišta u zemlji.

Međutim, ima i zajedničkih pojava iz kojih se mogu izvući zajednička iskustva i rješenja.

Spomenuta radna grupa CIGRÉ, za razliku od konvencionalnog sustava, dala je za decentralizirana proizvodna postrojenja slijedeće definicije:

- nisu centralno planirani,
- nisu integrirani u dispečing velikih sustava,
- u pravilu su priključena na javnu mrežu,
- u pravilu su manje instalirane snage, od 50 do 100 MW.

Decentralizirana postrojenja obuhvaćaju toplane, elektrane, konvencionalne elektrane na fosilna goriva, hidroelektrane, vjetroelektrane, fotonaponske uređaje, gorive ćelije i mikro proizvodne sustave. Brojna su postrojenja na plin jer su modularna, fleksibilna i brzo se amortiziraju. Vrlo je poticajna, u nekim zemljama, državna regulativa. Npr. u Njemačkoj je nakon donošenja zakona o korištenju obnovljivih energetskih izvora rapidno porasla njihova instalirana snaga na preko 2000 MW u godini 1998. Slično se dogodilo u mnogim drugim zemljama.

Decentralizirana proizvodnja ima znatan utjecaj na skoro sve dijelove elektroenergetskog sustava. Nastaje nesigurnost u poznavanju raspoložive snage i instalirane snage, mijenja se uvrštenje blokova, razdioba snage i regulacija frekvencije u sustavu. To traži fleksibilne prijenosne mreže i utječe na planiranje i pogon. Ako su pak poznati elementi decentralizirane proizvodnje, a postrojenje uvršteno u dispečiranje, može se povećati pouzdanost sustava. Treba postići kooperativnost elektroenergetskog motora i decentralizirane proizvodnje. Cilj ovakvog obavještavanja nije redukcija decentraliziranih uređaja, već najpovoljnija integracija bez diskriminacije jednog od partnera na slobodnom tržištu.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 11

Mrk

ISKORIŠTENJE TURSKIH VODNIH SNAGA

U posljednjih 25 godina podvostručila se proizvodnja električne energije u hidroelektranama. Poznate su velike prednosti takve proizvodnje, pa se širom svijeta nastoje iskoristiti sve mogućnosti izgradnje vodnih snaga. Dok europske zemlje imaju još vrlo male mogućnosti povećanja iskorištenja vodnih snaga, Turska je jedna od zemalja koja planira velike hidro projekte. Od godine 1981. počeo se ostvarivati veliki projekt izgradnje hidro postrojenja u Anadoliji, na rijekama Eufratu i Tigrisu i njenim pritocima. Projekt je poznat pod kraticom GAP (Great Anatolia Project) koji obuhvaća površinu od 75000 km^2. Na tom su području u projektu 22 brane, 19 hidroelektrana i sustavi za navodnjavanje. Projekt se već počeo ostvarivati. Izgrađene su akumulacije Keban, Karakaya i Atatürk s pripadajućim hidroelektranama, instalirane snage 1328 MW, 1800 MW i 2400 MW. Snaga svih triju hidroelektrana iznosi oko četvrtine cijele instalirane snage turskih elektrana (23000 MW. Akumulacija Atatürk ima obujam od 48,7 milijardi m^3 i branu po veličini šestu na svijetu. Cilj je projekta GAP da se područje pretvori u poljoprivredni izvozni centar i stvori zaposljenje za 3,5 milijuna ljudi. Kad se izgrade svi projekti sustav će imati 7576 MW i godišnju proizvodnju od 27 TWh. U tijeku su građevinski radovi na četvrtom postrojenju na rijeci Eufrat, kraj mjesta Birecik, oko 30 km sjeverno od granice sa Sirijom. Izvođač je

njemačka privatna tvrtka, koja financira gradnju,a vodit će i pogon. S turskom elektroprivredom tvrtkom TEAS ugovoreno je preuzimanje struje uz čvrsto utvrđene cijene. Uloženi će se kapital isplatiti za 15 godina i tada će postrojenje prijeći u vlasništvo turske države. Hidroelektrana će imati 6 turbinskih blokova sa Francis-tubinama, snage po 112 MW ili ukupno 672 MW. Protok vode kroz pojedinu turbinu iznosit će 320 m^3/s, uz pad od 44,65 m. Izgradit će se pripadajuće rasklopno postrojenje na otvorenom, za napon od 380 kV.

Novi će agregat prema planu "ući" u pogon 2000. godine, a ostali agregati imaju vrlo različite građevinske faze. Cijeli projekt treba biti završen u listopadu 2001. godine. 2016. godine bit će predan turskoj državi.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 19

Mrk

VELIČINE ELEKTRIČKIH I MAGNETSKIH POLJA NA PODRUČJU GRADA BERLINA

U razdoblju između 1995. i 1998. godine snimljene su za gradsko područje Berlina (246 km^2, 28 % gradskog područja) veličine intenziteta električnog i magnetskog polja. Rezultati su uneseni u karte u mjerilu 1:10000. Maksimalna polja zabilježena tijekom godine 1997. upisana su na diskete (CD) uz odstupanje od ±5 %. Izvadak iz podataka može se naći i na Internetu.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 19

Mrk

VJETROELEKTRANA U MÜNCHENU

Na brežuljku koji je nastao nasipavanjem smeća i ostataka iz minhenskih spalionica, izgrađena je vjetroelektrana, kao simbol zaštite okoliša. To je mjesto nađeno kao najpovoljnije za iskorištenje minhenskog vrlo promjenljivog vjetra. Srednja mu brzina varira između 5,3 m/s i 5,6 m/s. Stup vjetroelektrane visok je 66 m i na njemu je montiran rotor s tri krila. Rotor pokreće generator koji daje napone promjenljive frekvencije. Struja se iz generatora, pomoću elektronike, pretvara u struju normalne frekvencije 50 Hz i tako napaja javnu mrežu. Nazivna je snaga postrojenja 1,5 MW, što je izgrađena uz troškove od 4 milijuna DEM.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 20

Mrk

MONITORING ZA MANJE TRANSFORMATORE

Uređaji za nadzor energetskih transformatora ugrađivan je do sada samo na velike transformatore (vidjeti: Energija, god. 47(1998), br. 6). Tvrtka Siemens razvila je sada po cijeni i djelovanju pogodne uređaje koji se mogu ugraditi i u manje jedinice, npr. naponske razine 110 kV. Uređaj obuhvaća, s tehničkog gledišta potrebne veličine kojima se može ocijeniti starenje i nastajanje kvara.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 20

Mrk

EFEKT STAKLENIKA BEZ ZNANSTVENIH TEMELJA

Danas, kad se, zbog zaštite klime, nastoji što više smanjiti emisija CO_2, vrlo je zanimljiv članak izašao u uglednom njemačkom stručnom časopisu Elektrizitätswirtschaft, pod naslovom "Efekt staklenika bez znanstvene podloge", od autora, diplomiranog inženjera N.T. Kaarsta. On piše da dosadašnje tvrdnje stoje u proturječnosti sa zakonima fizike, naročito termodinamike. Sve pojave prijenosa energije u zračnom omotaču, koji treba promatrati kao plin, a sličan vakuumu, gdje se odvijaju vrijeme i klima, treba prosuditi uzimajući u obzir termodinamičke zakonitosti. Time se dobivaju potpuno drugačiji zaključci. Plinovi u tragovima, kao CO^2 u atmosferi, nemaju nikakvog utjecaja na temperaturu. Značajno za temperaturu na tlu, osim intenzivnosti zračenja, u prvom redu je tlak koji tamo vlada. Utjecaj na temperaturu ima i sadržaj vlage. Da npr. imamo na morskoj razini tlak zraka od 200 hPa, umjesto današnjih 1000 hPa, bila bi temperatura za okruglo 35° viša.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 20

Mrk

MODERNIZACIJA BUGARSKE NE KOZLODUJ

Europski konzorcij "Kozloduj" ugovorio je pod vodstvom tvrtke Siemens (KWU) uz suradnju tvrtke Framatom (Francuska) i ruske tvrtke Atomenergoexport, modernizaciju bloka 5 i 6 u bugarskoj NE Kozloduy. Ugovor je sklopljen s bugarskom državnom elektroprivredom NEK (Nationalna Elektičeskaja Kompania) u vrijednosti od 314 milijuna eura. Blokovi 5 i 6 pripadaju trećoj generaciji ruskih reaktora s vodom pod tlakom WWER, a snaga im je 1000 MW. NE Kozloduy daje već godinama 40 % zemlji potrebne struje. Kad se provede planirana modernizacija oba će bloka imati međunarodni stupanj sigurnosti i znatno veću pouzdanost.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 20

Mrk

NOVA TVRTKA VOITH SIEMENS HYDRO

Poznate svjetske tvrtke Voith AG i Siemens AG osnovali su zajedničko poduzeće pod imenom "Voith Siemens Hydro", na principu zajedničke suradnje (joint-venture), sa sjedištem u Heidenheimu. Zajednička će tvrtka imati oko 2200 zaposlenih, a poslovni kapacitet iznosi oko 1 milijarde DEM. Tvrtka će djelovati na području izgradnje hidroelektrana. U toj djelatnosti tvrtke se nadopunjuju. Voith je vodeće poduzeće za proizvodnju vodnih turbina i upravljačke opreme, a Siemens vodeći u gradnji generatora i ostale elektro opreme.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 20

Mrk

POVRŠINA SUNČEVIH KOLEKTORA SVE SE VIŠE POVEĆAVA U NJEMAČKOJ

U Njemačkoj se svake godine ugrađuje sve više sunčanih kolektora za pripremu tople vode. Takav je trend sve veći i dalje se nastavlja.

Godišnje ugrađeno novih površina:

1977. 30 000 m^2
1987. 50 000 m^2
1997. 220 000 m^2

a prema prognozama u godini 1999. trebao bi se ugraditi oko 350 000 m^2 novih kolektora. Time se pokriva u prosjeku godišnje oko 60% energije za opremanje tople vode, a u ljetu je pokriće 100%. U posljednjih 5 godina u Njemačkoj se ugradilo blizu milijun m^2 sunčanih kolektora na krovovima kuća.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 20

Mrk

"ČISTA" ELEKTRIČNA ENERGIJA

U Njemačkoj je osnovano poduzeće "Novastrom" koje dobavlja električnu energiju 100% iz obnovljivih izvora vode,vjetre i sunca. Ova "čista" energija stoji potrošače samo 2 pfeninga više nego energija iz javne električne mreže.

Poduzeće garantira da će navedeni višak cijene biti 75% upotrijebljen za izgradnju novih obnovljivih izvora.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 21

Mrk

KOMBINIRANI DIGITALNI ZAŠTITNI I UPRAVLJAČKI UREĐAJI

U digitalne zaštitne uredaje električnih mreža mogu se dodatno integrirati funkcije upravljanja. To se može postići učinkovitom današnjom tehnologijom primijenjenom u novoj generaciji kombiniranog zaštitnog i upravljačkog uređaja. Područje primjene leži za sada u srednjonaponskim i jednostavnim visokonaponskim postrojenjima električnih mreža.

Gospodarske prednosti dolaze do izražaja prigodom planiranja, montaže, stavljanja u pogon, logistike i školovanja.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 21

Mrk

NOVI SUSTAV KOMPENZACIJE

Tvrtka Siemens razvila je novi uređaj za kompenzaciju naponskih kolebanja pod imenom Sipcorr (Siemens Power Conditioner). Tehnika ovog sustava počiva na energetskoj elektronici, koja je posljednjih godina mnogo uznapredovala. Prednost je ovog uređaja da velika kolebanja napona uslijed udaraca jalove snage kompenzira dinamički i kontinuirano. Konvencionalni kompenzacijski uređaji rade postupnim priključivanjem kondenzatora. Kao što je poznato, takav način priključka može izazvati probleme u postrojenju, kao npr. paralelnu rezonanciju.

Takav kompenzacijski uređaj, snage 2x8 Mvar, ugrađen je u austrijsku čeličanu Voest-Alpina da se kompenziraju udarci jalove snage koji jako djeluju na kolebanje napona u priključnom valu 32 kV.

ETZ, god. 120(1999), br. 16

Mrk

OBAVIJESTI O IZBORU ZVANJA

Za prosinac 1999. organiziran je u Nürbergu (Njemačka) poseban skup, gdje će mladež koja stoji pred izborom zvanja, kao i njihovi roditelji, moći dobiti sve obavijesti o mogućnosti školovanja za oko 100 različitih zanimanja. Skupu će prisustvovati eksperti za izobrazbu, praktičari i političari iz Njemačke i inozemstva. Također i oni koji se zanimaju za daljnje školovanje i usavršavanje moći će dobiti široki spektar informacija. Pored skupa knjižari će izložiti stručne knjige i časopise, a bit će zastupana i pedagoška literatura. Bit će izloženi i demostracijski elektronički nastavni mediji.

ETZ, god. 120(1999), br. 16

Mrk

SAJAM VISOKE TEHNIKE U ŠVICARSKOJ

Sajam visoke tehnologije (Ineltec 99, High-tech-Messe) za energetiku i elektroniku održan je u Baselu početkom rujna ove godine. Na sajmu je sudjelovalo 800 izlagača iz 30 zemalja, koji su prikazali trend inovacija za budućnost. Novi je koncept organizatora da se obuhvati energetika u području energetske tehnike, instalacijske tehnike i rasvjete, industrijska elektronika i tehnika automatike.

ETZ, god. 120(1999), br. 16

Mrk

ISTOČNOEUROPSKE NUKLEARNE ELEKTRANE

U bivšem Sovjetskom Savezu i istočnoj Europi u uporabi su dvije glavne tehnologije nuklearnih reaktora:

- WWER, slična zapadnom PWR-u,
- RBMK (Černobil), nije sličan ni jednoj zapadnoj tehnologiji.

Pregled nuklearnih elektrana s navedenim reaktorima prikazan je u talici 1 (za bivši Sovjetski Savez) i tablici 2 (za istočnu Europu).

Snaga prve generacije reaktora izvedbe WWER bila je oko 440 MW. Prvih 16 jedinica, od kojih su 11 još u pogonu (Rusija, Armenija, Bugarska i Slovačka), modeli su 230. Zapad traži ranije zatvaranje ove izvedbe od 1992.godine, jer smatra da njezine karakteristike sigurnosti ne zadovoljavaju zapadne norme. Do sada nije došlo do dobrovoljnog zatvaranja.

Nasljednik ove izvedbe je model 213. Danas je u pogonu 14 elektrana (Rusija, Ukrajina, Češka, Slovačka i Mađarska). Ova izvedba ima poboljšanu sigurnost u odnosu na prethodnu izvedbu, pa nema pritiska da se zatvore elektrane s tim reaktorima.

Slijedeća generacija su reaktori WWER-1000. U pogonu je 20 jedinica ove izvedbe (Rusija, Ukrajina i Bugarska). One su sličnih fizikalnih karakteristika kao i njihovi prethodnici, ali dvostruke snage - 1000 MW. Njihova sličnosti s PWR istog godišta stavila ih je u poziciju sigurnijih elektrana. No, loša kvaliteta ugrađenih komponenti i materijala, što je pokazala černobilska nesreća, prisiljava da se povede računa o poboljšanju sigurnosnih karakteristika. Naime, kod RBMK je došlo do izobličavanja kanala za grafitno gorivo poslije približno 15 godina u pogonu. To zahtijeva skupi remont u trajanju dužem od godine dana.

Druga generacija ovog modela izvedena je s poboljšanom sigurnošću. Ove jedinice ugrađene su u Rusiji (11 jedinica),

jedna u Ukrajini te dvije u Litvi (1500 MW). Nakon černobilske nesreće Zapad traži najveći prioritet za zatvaranje ovih jedinica prve generacije.

Pritisak za poboljšanje nuklearne sigurnosti dovodi do smanjenja proizvodnje električne energije u tim elektranama zbog dugog vremena potrebnog za remont. Pojavljuje se još jedan

Tablica 1 – Pregled nuklearnih elektrana u bivšem Sovjetskom savezu s faktorom opterećenja (%)

	WWER-440/230	WWER-440/213	WWER-1000	RBMK Mk 1	RBMK Mk 2	RBMK-1500	UKUPNO
Rusija	1714 (4)	880(2)	7000 (7)	4000 (4)	7000 (7)		20594 (24)
1998.	66,8	55,0	56,8	55,4	53,0		57,0
1997.	60,8	64,4	52,7	54,5	62,9		58,3
Ukrajina		808 (2)	11000 (11)		1000 (1)		12808 (14)
1998.		79,1	66,3		54,2		67,3
1997.		78,1	71,9		50,1		71,2
Litva						3000 (29	3000 (2)
1998.						51,6	51,6
1997.						46,5	46,5
Armenija	408 (1)						408 (1)
1998.	44,5						44,5
1997.	42,0						42,0
Ukupno	2122 (5)	1688 (4)	18000 (18)	4000 (4)	8000 (8)	3000 (29	36810 (41)
1998.	62,3	67,0	62,6	55,4	53,2	51,6	59,9
1997.	57,0	71,3	64,4	54,5	61,3	46,5	61,7

Faktor opterećenja je izračunat kao postotak ostvarene i moguće proizvodnje tijekom godine.

Tablica 2 – Pregled istočno europskih nuklearnih elektrana s faktorima opterećenja (%)

	WWER-440/230	WWER-440/213	WWER-1000	Ostale	Ukupno
Bugarska	1760 (4)		2000 (2)		3760 (6)
1998.	56,2		48,3		53,6
1997.	49,6		53,9		51,0
Češka		1728 (4)			1728 (4)
1998.		87,1			87,1
1997.		79,1			79,1
Slovačka	880 (2)	880 (2)			1760 (4)
1998.	55,4	78,8			67,1
1997.	61,7	78,5			70,1
Mađarska		1760 (4)			1760 (4)
1998.		90,5			90,5
1997.		90,6			90,6
Rumunjska				706 (19	706 (19
1998.				85,8	85,8
1997.				87,3	87,3
Slovenija				664 (1)	664 (1)
1998.				86,3	86,3
1997.				86,3	86,3
Ukupno	2640 (6)	4368 (10)	2000 (2)	1370 (2)	10378 (20)
1998.	56,0	86,8	48,3	86,0	73,6
1997.	53,6	83,6	53,9	86,8	72,0

Rumunjska – CANDU (Kanada), Slovenija - PWR (Westinghouse)

problem, a to je nedostatak novca zbog niske razine naplate isporučene električne energije. To dovodi do ekonomiziranja uporabe goriva i održavanja remonta, pa niski faktori opterećenja nisu uvijek posljedica nepouzdanih tehničkih elemenata. Naprimjer, u ruskim nuklearkama ne proizvodi se električna enerija u mjeri u kojoj bi one mogle proizvoditi, jer elektroprivredna kompanija Energos iz ekonomskih razloga koristi svoje vlastito fosilno gorivo za proizvodnju električne energije u svojim termoelektranama. Unatoč tome Rusija nastoji rekonstrukcijama poboljšati sigurnost svojih nuklearanih elektrana i produžiti im radni vijek.

U Ukrajini je stanje proizvodnje u nuklearnim elektranama nešto bolje, ali i ovdje ima dosta rezervi. Zbog poslova s oružjem nije problem u financiranju nabave goriva za nuklearne elektrane. Problem je u financiranju poboljšanja sigurnosti.

Litva, zbog pritisaka iz nordijskih zemalja, ima mnogo muke sa svojim nuklearnim elektranama. Iz političkih razloga zatvorila bi nuklearne elektrane. Medutim, ako se mora odreći izvora energije koji osiguravaju 80 % njezinih potreba, dobro će razmisliti kakvu će kompenzaciju tražiti.

Armenija je poslije potresa 1989. godine zatvorila svoje dvije jedinice s reaktorom WWER-440/230. No, zbog nestašice energije 1995. godine ponovno je stavila jednu jedinicu u pogon.

Istočna Europa mnogo je jače izložena pritiscima za zatvaranje nuklearnih elektrana nego bivši Sovjetski savez.

Češku muče problemi s dovršenjem dviju jedinica u Temelinu, zbog prekoračenja troškova i rokova završetka gradnje.

Slovačka je u sličnoj situaciji s dovršenjem dviju jedinica WWER-440/213 u Mochovicama. Prva je započela proizvodnju u ljeto 1998. godine , ali je još uvijek u probnom pogonu. Druga jedinica treba biti uskoro stavljena u pogon. Hoće li Slovačka iskoristiti priliku da u zamjenu za zatvaranje starih elektrana s WWER-400/230 u Bohunicama dobije nove elektrane, vidjet ćemo.

Bugarska je u sličnoj gospodarskoj situaciji kao i Rusija. Opskrba velikim dijelom ovisi o nuklearnim elektranama. Njezine četiri jedinice WWER-440/230 u Kozloduyu najlošije su od presotalih elektrana ove izvedbe te s mukom održava sigurnost na donjoj granici. Nepouzdane su i elektrane s jedinicama WWER-1000. Financijski problemi su veliki i treba dosta vremena i novca da se postigne poboljšanje, a isto tako i zatvaranje.

Power in Europe, 303/1999.

SBK

NUKLEARNI OTPAD JE NOVAC

U Rusiji, jedni misle da će im odlaganje nuklearnog otpada donijeti milijarde američkih dolara profita, dok su drugi zabrinuti zbog posljedica na okoliš. Ministarstvo za atomsku energiju vidi ovdje priliku za Rusiju da riješi neke svoje goruće financijske probleme.

Prijedlog ministra za atomsku energiju (MinAtom), da se izgradi odlagalište za odlaganje iskorištenog goriva iz različitih nuklearnih elektrana u svijetu , najvjerojatnije u Sibiru, podržavaju i SAD. Naime, sve je izraženiji problem odlaganja iskorištenog nuklearnog goriva te postaje prepreka budućem razvoju nuklearnih elektrana. Danas u svijetu samo tri zemlje prerađuju iskorišteno gorivo u većim razmjerima. To su Francuska, Rusija i Velika Britanija. Nakon prerade visokoaktivni otpad vraća se natrag u zemlje iz kojih je preuzet te one moraju osigurati odlaganje. U većini zemalja, s izuzetkom Švedske i Finske, teško napreduje izbor lokacija za odlagališta. Rusija nastoji iskoristiti ovu situaciju i ponuditi svijetu rješenje u vidu trajnog odlagališta sa ili bez prerade iskorištenog goriva.

Da bi se to moglo realizirati, potrebno je promijeniti zakonsku regulativu, jer postojeći zakon ne dozvoljava uvoz stranog iskorištenog nuklearnog goriva u Rusiju. U tom smislu, pokrenuta je izmjena spornog zakona koji će, vjeruje se, biti i prihvaćen. U raspravi o ovom zakonu MinAtom ističe da je prikupljanje iskorištenog nuklearnog goriva iz drugih zemalja posao od 150 milijardi američkih dolara i zlatna prilika za Rusiju. Proračunato je da će Rusija u ovom poslu ostvariti profit od 4 milijarde američkih dolara. Tim prihodom će upravljati poseban trust MinAtom Development Trust. Prihod će se koristiti za kontrolu i poboljšanje nuklearne sigurnosti i socijalne programe u Rusiji, odnosno za:

- pojačanje zaštitnih mjera vezanih uz fisijski materijal te dislokaciju 50 tona plutonija za izradu atomskog oružja (US$ 1,8 milijardi)
- odlaganje i razvoj geološkog odlagališta za istrošeno gorivo (US$ 700 milijuna)
- dodatni neprofitni dobrotvorni programi MinAtoma (US$ 600 milijuna)
- mirovine i neisplaćene plaće radnicima u nuklearkama (US$ 400 milijuna)
- različiti ruski programi zaštite okoliša (US$ 200 milijuna)
- plaćanje za djecu bez roditelja (US$ 100 milijuna).

Za trajno odlaganje iskorištenog goriva istražuje se nekoliko lokacija:

- lokacija na vječnom ledu – Novaya Zemlya
- duboko odlagalište u granitnoj formaciji – poluotok Kola
- duboko odlagalište u porfiritu – Mayak na južnom Uralu
- duboko odlagalište u granitu – Zheleznogorsk i Krasnoyarsk.

U tijeku je priprema različitih projekata vezanih za izgradnju odlagališta. Norveška fondacija Norwegian Bellona Foundation je objavila da su američke i njemačke kompanije razradile detaljan prijedlog prijevoza stranog iskorištenog goriva do Rusije.

Upravljanje novim odlagalištem za istrošeno gorivo pripast će kompaniji Alaska Interstate Construction koja sudjeluje u znatnoj mjeri u garđevinskim radovima. Njemačka kompanija Ahaus će projektirati odlagalište. Njemačke kompanije Wissenschaftlich-technische Ingenieurberatung GmbH i Geselschaft fuer Nuclear Service mbH projektirat će i izvesti monitoring sustave za praćenje podataka vezanih za odlagalište. Američki Halter Marine gradit će specijalne transportne brodove za dovoz iskorištenog goriva. Pravna kompanija Egan &Associates brinut će o međunarodnoj nuklearnoj regulativi i sporazumina.

Energy Economist, 213/1999.

SBK

TRAFOSTANICE BUDUĆNOSTI

Na prošlogodišnjem savjetovanju CIGRË u Parizu velika je pozornost usmjerena na projektiranje trafostanica. Pri projektiranju i izgradnji novih i rekonstrukciji postojećih trafostanica trebali bi se uvažiti slijedeće:

- smanjiti investitorske troškove
- troškove održavanja svesti na najmanju moguću mjeru
- primijeniti pojednostavljene komponente (reducirati broj komponenti)
- postići veću sigurnost za osoblje
- smanjiti utjecaj na okoliš.

Tim problemom su se pozabavile dvije kompanije: švedski Vattenfall AB i nekoliko nizozemskih elektroprivrednih kompanija. Rezultati istraživanja pokazali su sličnost njihovih rješenja.

Istraživanja i izradu studija za Švedsku proveli su švedski institut Transmission Research Institute i ABB Switchigear AB iz Švicarske. Oni su istraživali karakteristike zračnih (AIS) i plinom izoliranih (GIS) sabirnica. Rezultati pokazuju da uporaba jednostrukih sabirnica, kombinirana s modernom tehnologijom i redukcijom komponenti, daje najveću pouzdanost.

Za buduću trafostanicu (prijenosnu i distribucijsku) u seoskim sredinama izabrana je tzv. H-shema. Prema švedskim studijama reducirana H-shema bit će najpouzdanija i s najnižim troškovima. Reducirana H-shema ima prekidače/rastavljače samo u trafo poljima i za sekcioniranje sabirnica .

Za 145 kV i niže napone sabirnice mogu biti AIS ili GIS izvedbe. GIS izvedba koristit će se u gradskim područjima, a AIS u seoskim. Kod GIS izvedbe priključci na rasklopno postrojenje izvest će se kabelom. Prema studijama, odvodnik prenapona priključit će se samo u ulaznim vodnim poljima. Transformator će imati samohlađenje, što će smanjiti buku.

Trafostanica će biti smještena u samostojeće kontejnere – dva s visokonaponskim dijelom i jedan sa srednjonaponskim dijelom trafostanice te kontrolnim i pomoćnim uređajima za cijelu trafostanicu. U svakom kontejneru s visoko naponskim dijelom postrojenja bit će smješteno jedno trafo polje i jedno vodno polje 145 kV. U slučaju nastanka kvara u jednom kontejneru, isti može biti lako zamijenjen novim.

Drugi cilj nove izvedbe trafostanice je reduciranje broja komponenti. Time se reduciraju investitorski i troškovi održavanja. Razvoj prekidača koji može preuzeti i funkciju rastavljača predstavlja značajan napredak.

U budućoj trafostanici, u normalnim pogonskim uvjetima neće biti potrebe za posadom. Jedini razlog za dolazak u trafostanicu bit će održavanje. Planiranje održavanja će biti jednostavno jer će se svi potrebni podaci prikupljati putem uspostavljenih kontinuiranih monitoring sustava.

Za potrebe nizozemske elektroprivrede nekoliko nizozemskih kompanija provodi istraživanja kako smanjiti troškove prijenosa za vrijeme održavanja ili poboljšanja pouzdanosti opskrbe električnom energijom. U razvoju su nove trafostanice VN/SN čije karakteristike trebaju biti:

- uporaba T-shema trafostanica koje se direktno priključuju na prijenosnu mrežu ili drugu trafostanicu
- izbacivanje visokonaponskih komponenti koje nisu vitalne
- pojednostavljenje građevinskog dijela
- primjena pokretnih prekidača, itd.

Trafostanice s T-shemom bi trebale biti tako izvedene da se mogu jednostavno proširiti u izvedbu s jednostrukim ili dvostrukim sabirnicama. Treba istražiti kombinaciju rastavljača za uzemljenje - odvodnik prenapona. Primjena pokretnih prekidača uvelike utječe na izgled i troškove trafostanice. Rastavljači više nisu potrebni jer izvlačenjem prekidača za vrijeme održavanja i vizualno se prekida strujni krug.

Nizozemske elektroprivredne kompanije vjeruju, da će se češće primjenjivati shema s jednostrukim sabirnicama. U tom slučaju, mnogo je manja potreba isključenja sabirnica iz pogona za vrijeme održavanja. U situaciji kada se traže dvostruke sabirnice iz pogonskih razloga, mogu se koristiti dva pokretna prekidača. Nadalje, uvođenjem procesnih sabirnica ostvaruje se pojednostavljenje i uštede na troškovima u području zaštite i kontrole. Zamjena paralelnih kabela i žica optičkom sabirnicom koja se vodi kroz trafostanicu i na koju se priključuju optički naponski i strujni transformatori, senzori, svi zaštitni i kontrolni uređaji, također donosi uštede.

Odgodu primjene procesne sabirnice uzrokuje nepostojanje određene IEC norme. Ta problematika bit će određena normom IEC 1850/6, koja je u pripremi.

Nizozemske elektroprivredne komapnije procjenjuju da bi njihovi prijedlozi pojednostavljenja mogli reducirati troškove za oko 20% u odnosu na trafostanice na otvorenom. Primjena nove tehnologije mogla bi smanjiti troškove za još daljnjih 20 %.

Electric Power International, Summer 1999.

SBK

FINANCIRANJE GRADNJE BRANE I HE THREE GORGES (TRI KLISURE)[1]

Osamnaest tisuća radnika završava izgradnju prve faze izgradnje hidroelektrane Three Gorges u kineskoj pokrajini Hubei. Izgradnja ustave i gravitacijske brane visine 175 m i dužine 2335 m približava se kraju. Službeni budžet za izgradnju ove najveće svjetske hidroelektrane narastao je na 24 milijarde američkih dolara. Međutim, neka izvješća spominju povećanje na 35 milijardi američkih dolara. Službena procjena troškova za drugu fazu Three Gorges je 9,6 milijardi američkih dolara, što je skoro dvostruko veći iznos sredstava za prvu fazu.

Sredstva za drugu fazu izgradnje osigurala bi se iz slijedećih izvora:

Izvor	Iznos (milijardi US$)
- CTGPC	6,6
- domaće komercijalne banke (kredit)	1,3
- HE Gezhouba i nacionalni porezi	13
-The State Department Bank	(iznos nije utvrđen)
-SDC	15
- HE Three Gorges	(iznos nije utvrđen)

Korporacija China Yangtze River Three Gorges Project development Corporation (CTGPC), koja je vlasnik objekta, osigurala je u ovoj godini 6,6 milijardi američkih dolara za drugu fazu. Očekuje se da će domaće komercijalne banke osigurati 1,3 milijarde u vidu kredita, a isto toliko drugi domaći izvori. Tu je uključen i profit hidroelektarne Gezhouba s 2590 MW smještene nizvodno na rijeci Yangtze, porez na prodaju električne energije te fondovi banke The State Department Bank. Očekuje se da će profit od HE Geghouba i nacionalni porez iznositi do 13 milijardi američkih dolara. U razdoblju od 1994. do 2003. godine SDC bi trebao osigurati 15 milijardi američkih dolara.

U prvih 5 godina nakon stavljanja u pogon prve jedinice u HE Three Gorges očekuje se godišnji prihod od 8 milijardi američkih dolara. Prema toj projekciji prihod će biti dostatan za financiranje daljnje izgradnje i za otplatu kredita prije

[1] Vidjeti: Energija, god. 47(1998), br.1 i 4

kraja 2005. godine. Prema planu HE Three Gorges bi trebala biti dovršena do 2010. godine.

Osim financijskih problema s osiguranjem sredstava, tu su i problemi zaštite okoliša, ponovnog naseljavanja, itd. Pregledavajući gradilište premijer je posumnjao u kvalitetu izvedenih radova na brani te je pozvao strane experte da ispitaju ključne dijelove brane.

Electric Power International, Summer 1999.

SBK

INTERKONEKCIJA 400 kV BUGARSKA – MAKEDONIJA

Između dvije države postignut je dogovor o izgradnji 400 kV dalekovoda za opskrbu Makedonije električnom energijom. Dogovor znači veliki korak naprijed u nedavno prihvaćenoj nacionalnoj strategiji energetskog razvoja do 2010. godine.

Projekt je vrijedan 20 milijuna američkih dolara. Izgradnja ovog dalekovoda omogućit će Bugarskoj izvoz električne energije u Makedoniju. Trenutno, samo jedan dalekovod 110 kV povezuje električnu mrežu dviju zemalja. Novi dalekovod, dužine oko 100 km, omogućit će povećanje snage prijenosa s 50 MW na nekoliko stotina MW. Makedonija ima vezu s Grčkom, ali je potrebno osigurati nekoliko dugoročnih dobavljača električne energije. Financiranje ovog projekta još nije riješeno, ali se očekuje da će sudjelovati EBRD i europska komisija. Kad se dovrši izgradnja ovog dalekovoda bit će ostvarena veza između bugarskog Blagoevgrada i makedonskog Dobrova.

Electric Utility Week International, 4/1999.

SBK

NOVO EUROPSKO UDRUŽENJE PRIJENOSA

Udruženje osoblja za vođenje prijenosnog sustava (Transmission operator's association – TSOs/ETSO) odlučilo je osnovati "udruženje udruženja" čiji bi predstavnici sudjelovali u radu Komisije koja se bavi problemima tržišta električne energije vezanim za prijenosnu mrežu koja prelazi državne granice (cross-border electricity trade).

Članovi novog europskog udruženja su:

- zapadno europske grupe UCPTE
- skandinavska grupa NORDEL
- vlasnici britanske i irske prijenosne mreže.

Hakon Hoelsaeter iz Norveške je predsjednik.

Prvi zadatak briselske grupe ETSO bit će priprema prijedloga za utvrđivanje cijene pan-europskog tranzita električne energije da bi se omogućilo stvarno uspostavljanje jedinstvenog tržišta. Rok za izradu ovog prijedloga je studeni ove godine, kada će se održati slijedeći sastanak u Firenci.

Power in Europe, 303/1999.

SBK

SPAJANJE KOMPANIJA ABB I ALSTOM

U prilog konsolidaciji globalnog tržišta opreme za proizvodnju energije ide i osnivanje zajedničke kompanije po principu joint venture kompanija ABB i Alstom. Kompanije su se dogovorile da ujedine svoje poslove vezane za energetsku opremu sa udjelom 50 : 50 %.

Nova kompanija imenom ABB ALSTOM POWER, sa sjedištem u Bruxellesu, preuzet će svu imovinu kompanije ABB vezanu za energetsku opremu osim nuklearnog dijela, servisa i financija. Također će preuzeti sve poslove energetskog sektora osim poslova vezanih za velike plinske turbine (heavy duty gas turbine) koji uključuje turbine kapaciteta preko 20 MW s godišnjim prihodom od oko 830 milijuna američkih dolara. Kompanija General Electric Power System želi natrag licencu za proizvodnju plinskih turbina te nudi 910 milijuna američkih dolara za njezinu prodaju i 10 % dionica kompanije General Electric u kompaniji European Gas Turbine.

ABB ALSTOM POWER je za 1998. godinu ostvarila prihod od približno 11 milijardi američkih dolara (ABB – 8 miljardi, ALSTOM 3 milijarde).

Kompanija ABB ALSTOM POWER, zahvaljujući komplementarnoj proizvodnji, geografskoj rasprostranjenosti i istraživačkim kapacitetima (R&D) roditeljskih kompanija, može lakše odgovarati promjenama u uvjetima deregulacije i privatizacije u energetskom tržištu. U 1998. godini u R&D investirano je 700 milijuna američkih dolara. Osnivači zahtijevaju poboljšanje efikasnosti i povećanje produktivnosti, što bi rezultiralo novčanim efektima od oko 450 milijuna američkih dolara za tri do četiri godine.

Global Private Power, 4/1999.

SBK

RESTRUKTURIRANJE KOMPANIJE RWE

RWE grupa želi postati glavni igrač u europskom energetskom sektoru. Odlučila je koncentrirati svoje aktivnosti na energetiku i opskrbu vodom da bi postala multi energetska i multi opskrbna kompanija. Da bi osigurala svoje pozicije u rastućem konkurentskom europskom i svjetskom tržištu mora implementirati radikalan program restrukturiranja. U posljednjih deset godina proširila je svoju djelatnost na područje nafte, upravljanja otpadom i telekominikacija. Trenutno je četvrta u europskom energetskom sektoru iza EdF-a, ENEL-a i Suez Lyonnaise grupe.

Prvi će korak biti iniciranje i provođenje u praksu strateških i operativnih projekata. Nova shema nazvana "10 metropolis multi-utility programme" usmjerena je na pridobivanje potrošača iz velikh gradova u zemlji i inozemstvu.

RWE širi svoje poslovanje kupovinom dionica drugih kompanija ili otvaranjem novih ili pak udruživanjem u konzorcije pojedinih svojih kompanija.

Tako RWE ima 49,9 % dionica u berlinskoj vodoopskrbnoj kompaniji Berliner Wasserbetriebe i u Budimpešti. Također će osnovati multi energetsku trgovačku kompaniju za trgovanje naftom (RWE-Dea), ugljenom (Rheinbraun), električnom energijom i plinom (RWE) te uranom (Nukem).

Restrukturiranje bi se moglo nastaviti kupovinom dionica Viag-a roditeljskom kompanijom njemačke treće po redu elektropskrbne kompanije Bayernwerk. RWE ima već udio u kompaniji VEW i nastoji ga povećati. Tako bi se povećao utjecaj na Ruhrgas njemačku najveću kompaniju za distribuciju plina. S obzirom na pravo glasa cilj je korporacije RWE da bude "jedan dionica jedan glas" i u prilog tome poništene su dionioce s višestrukim glasovima. Što se tiče financijske strane RWE grupa izvijestila je da je prihod veći za 0,9 % od prethodne godine.

Power in Europe, 304/1999.

SBK

SKANDINAVSKI PROJEKTI PLINOVODA

U Europi, sjevernoj i južnoj, vrijeme je gradnje plinovoda. U sjevernoj Europi planovi pod nazivom Baltic Gas Interconnector umjereni su na baltičko povezivanje na plin iz Rusije i Norveške do Danske i Švedske preko Njemačke (slika 1). U izradi je fizibiliti studija koja bi trebala utvrditi koji je najbolji način opskrbe plinom danske elektrane blizu Copenhagena te elektrane na suprotnoj obali blizu Malmöa preko terminala u Rostoku. Plin bi mogao dobavljati iz Rusije Wingas ili Ruhrgas. Druge mogućnosti su da se plin dobavlja iz Norveške preko Emdena u Nizozemskoj ili iz Velike Britanije preko kanala La Manche.

Baltičko povezivanje vidi se kao preteča ambicioznije nordijske plinske mreže koja bi eventualno povezivala postojeću plinsku mrežu Finske, Švedske i danske direktno s dobavljačima plina iz Rusije i Norveške. Prema studiji takva bi se mreža ekonomski isplatila u roku od deset godina.

FT Energy Economist, 7/1999.

SBK

OLOVNE BATERIJE U SOLARNIM IZVORIMA ENERGIJE

Oko 80 % fotovoltaičkih modula u uporabi samostojeće je izvedbe. Kontinurano dobivanje energije iz solarnog sustava znači uporabu aku-baterija. To je tipičan način punjenja i pražnjenja olovnih akumulatora s kiselinom. U svakodnevnoj uporabi životni vijek baterije je značajno smanjen, što zbog konvencionalne izrade baterije, što zbog posebnih uvjeta korištenja. Novijom izvedbom te teškoće su prevladane. Naime, Akku Geselschaft je razvio posebne solarne baterije 12V/240 Ah. Njihov kapacitet odgovara gustoći kiseline u aku bateriji od 1,22g/cm^3. Povećanje gustoće na 1,28 g/cm^3 poveća se kapacitet na 260 Ah. Baterija ima očekivani životni vijek od 5 do 6 godina.

Power Industry Development, Autumn 1999.

SBK

SVJETSKA BANKA ODOBRILA FOND ZA UGLJIK

Vijeće direktora Svjetske banke odobrilo je oko 120 miljuna američkih dolara za osnivanje fonda za ugljik Prototype Carbon Fund – PCF. No, kritičari prigovaraju ovakvoj odluci. Oni smatraju da je dosadašnji odnos investicija u fosilna goriva i obnovljive izvore u omjeru 25:1 u korist fosilnog goriva dovoljno dobar. Osnivanje ovog projekta potakao je Kyoto protokol zahtijevajući uvođenje mehanizama za verifikaciju smanjenja emisije stakleničkih plinova.

Fond PCF usmjeravat će financijska sredstva u projekte zemalja koje ostvaruju smanjenje emisije stakleničkih plinova. Trošenje sredstava pratit će poseban komitet Svjetske banke prema utvrđenim kriterijima.

Učinak ovog fonda pratit će se sedam godina. Iza toga na temelju dobivenih rezulatata formirat će se nova strategija investiranja Svjetske banke. Ovo je svakako signal globalnom tržištu da će Svjetska banka imati jednu od glavnih uloga u njemu.

Renewable Energy Report, 6/1999.

SBK

FRANCUSKE VJETROELEKTRANE

U sjevernoj Francuskoj u mjestu Widehem postavljena je polovicom 1999. godine prva od šest vjetroturbina, snage 750 kW. Kada bude vjetrofarma dovršena, u 2000. godini, ukupna snaga farme iznosit će 4,5 MW.

Turbine su tipa J48s proizvođača Jeumont Industries iz Jeumonta blizu belgijske granice. Proizvođač je podružnica kompanije Framatom iz Francuske.

Lopatice turbine imaju 48 m i postavljene su na stup visine 45 metara. Genaratori su promjenljive brzine, imaju direktan pogon preko reduktora te zahtijevaju minimalno održavanje. Jedinica, teška 80 t, konstruirana je za pogon kod brzine vjetra 3 – 25 m/s. Očekuje se da će šest turbina proizvoditi godišnje 126 GWh. Ova investicija teška je 33,5 miljuna francuskih franaka, dok je za razvojni projekt i izradu prototipa turbine ranije utrošeno 19 milijuna.

Projekt podržava EdF kao i ministarstvo industrije koje garantira cijenu struje od 33,7 c/kWh kroz idućih 15 godina.

Ovo je najveća turbina izgrađena u Francuskoj te prethodi novoj genaraciji turbina jedinične snage od 2 MW.

Renewable Energy Report, 6/1999.

SBK

NJEMAČKA POVEĆAVA KAPACITETE VJETROENERGETSKIH IZVORA

U prvoj polovici 1999. godine instalirana snaga vjetroelektrana u Njemačkoj povećana je za 606 turbina ukupne snage 511 MW. Danas je u pogonu 6809 vjetroturbina sa snagom od 3388 MW. Prosječna snaga turbine iznosi 843 kW. Ove godine investirano je u vjetroelektrane 1,13 milijardi njemačkih maraka.

Korištenje vjetroenergije najviše je koncentrirano u obalnim područjima Donje Saksonije gdje je instalirano 1, 17 MW u prvoj polovici 1999. godine te u Schleswig-Holstein sa 74 MW novih kapaciteta.

Krajem 1999. godine njemačke vjetroelektrane prelaze 4000 MW instalirane snage.

Renewable Energy Report, 6/1999.

SBK

ELEKTRANE NA OTPAD

Norveška kompanija Energos, koja projektira, gradi i vodi pogon malih termoelektrana na otpad, zaključila je partnerstvo sa švedskim Vattenfalom na sličan način kako je to učinila s njemačkom kompanijom KSE godinu dana ranije.

Prema dogovoru norveška i švedska kompanija planiraju osnovati novu kompaniju na principu joint venture. Ova nova kompanija bi trebala izgraditi 40 do 80 jedinica za Energos u Švedskoj. Pogon ovih jedinica vodit će norveški Energos, dok će Vattenfal otkupljivati energiju koju ove jedinice proizvedu. Vattenfal smatra da će se u švedskoj povećati potreba za ovakvim jedinicama, gdje će se efekti takse na otpad osjetiti iduće godine, jer EU zahtijeva smanjenje volumena otpada koji se odlaže na smetlišta.

Energos smatra da je jedini u mogućnosti spaljivati relativno male količine otpada na takav način da efikasno iskorištava energiju otpada i u isto vrijeme udovoljava poraslim zakonskim zahtjevima emisija. Elektrane na čijem se razvoju radi u

istraživačkom institutu SINTIF u Trodheimu, može spaliti do 30000 tona otpada na godinu uz uklapanje u zahtjeve EU o ograničavanju emisija. Energos smatra da će uslijediti i daljnje sklapanje poslova sličnih opisanom.

Power in Europe, 303/1999.

SBK

TURSKA POSLIJE POTRESA

Petnaest tisuća mrtvih, šteta na infrastrukturi, gubitak domova, industrijske proizvodnje i radnih mjesta, neisplaćene plaće posljedice su potresa u Turskoj. Preračunato u dolare procjenjuje se iznos od približno 12 milijardi američkih dolara. Takav će po prilici zahtjev Turska uputiti MMF-u i drugim donatorima.

U takvoj situaciji Turska ipak ne povlači planove za izgradnju nuklearne elektrane u Akkuyu. Ranih osamdesetih godina bili su osigurani fondovi za početak izgradnje. Zbog neriješenih pravnih pitanja zaustavljen je rad na gradilištu. Od vlade se očekuje da ta pitanja riješi te da se nastavi s gradnjom.

Nakon potresa postala je upitna lokacija ove nuklearne elektrane iz geoloških razloga. Prema izjavama stručnjaka s turskih sveučilišta s odjela za geofiziku bez daljnjih istraživanja bila bi potpuna neodgovornost vlade graditi elektranu na tom mjestu.

Vladi bi kao primjer trebalo poslužiti iskustvo sa Filipina. Naime, javnost Filipina saznala je da se rasprodaje nuklearna elektrana Bataan, izgrađena kasnih osamdesetih i ranih devedesetih godina. Elektranu je dao izgraditi diktator Ferdinand Marcos. Troškovi izgradnje iznose 2,3 milijarde američkih dolara. Elektrana nikad nije bila u pogonu. Smještena je u podnožju ugaslog vulkana. Međunarodne nezavisne institucije su ispitale sigurnost elektrane i opisale ju kao nesigurnu. Godine 1986. postmarkosova vlada tražila je procjenu vrijednosti elektrane. Prema sadašnjoj procjeni siromašni filipinski porezni obveznici morat će otplaćivati za elektranu godišnji iznos od 62 milijuna američkih dolara sve do 2018. godine. Vjeruje se da turska vlada neće svoje porezne obveznike opteretiti sličnim nametom.

FT – Energy Economist, 8/1999.

SBK

RUMUNJSKA PRIVATIZACIJA

Slijedeće godine Rumunjska počinje privatizaciju u energetskom sektoru. Rumunjska elektroprivredna kompanija Compania Nationala De Electricitate (CONEL) privatizirat će distribuciju. To se obavlja u okviru vladinog plana rekonstrukcije energetskog sektor i uvođenja slobodnog tržišta. To će imati za posljedicu značajno smanjenje broja zaposlenih u tom sektoru. Posao bi moglo izgubiti oko deset tisuća zaposlenika u nekoliko tjedana, a preko petnaest tisuća tijekom jedne godine. Tako bi u CONEL-u ostalo zaposlenih oko 66 tisuća.To bi distribuciju trebalo učiniti efikasnijom i profitabilnijom.

Kao model privatizacije vlada računa na direktnu prodaju privatnim investitorima ili traženjem strateškog investitora. Organ uprave za električnu energiju (RENEL) također se privatizira, pa se traži privatni investitor.

Svjetska banka za razvoj i obnovu EBRD osigurat će financijsku potporu u iznosu do 200 milijuna američkih dolara za 400 MW, ugljenom loženu termoelektarnu u Bucharestu. Uz ostalu domaću financijsku pomoć osigurala su se sredstva za izgradnju, pa će kompanija Bucharest Nort East Energy započeti s gradnjom. Za isporuku prve jedinice izabran je ABB. Ova jedinica bi trebala biti u komercijalnom pogonu od 2002. godine.

Electric Utility Week International, 4/1999.

SBK

ESTONSKI PROGRAM PRIVATIZACIJE

Vlada Estonije upravo je zajedno s američkom energetskom grupom NRG Energy formulirala ključni dokument koji se odnosi na privatizaciju dviju najvećih elektrana u državi. Cilj je ovog programa da se glavni ugovori i sporazumi o financiranju potpišu do kraja 1999. godine.

Pregovara se o privatizaciji elektrana sjeverozapadno od grada Narva. Te dvije elektrane prošle godine su preuzete od kompanije Estonian Energy, ali ostaju funkcionirati kao samostalna kompanija iako pod Estonian Energy.

Ima indicija da će NRG Energy kupiti 43 % udjela u estonskoj kompaniji za približno 70 milijuna američkih dolara.

Electricty International, 5/1999.

SBK

ČETVRTO SAVJETOVANJE HRVATSKOG KOMITETA CIGRE

U Cavtatu je od 17. do 21. listopda 1999. godine održano IV. savjetovanje HK CIGRE, uz prisustvo preko četiri stotine sudionika. Svečano otvorenje savjetovanja održano je u nedjelju 17. listopada u 19 sati. Savjetovanje je otvorio predsjednik HK CIGRE g. Milan Bobetko, a zatim su sudionike pozdravili g. Damir Begović, predsjednik počasnog odbora i gen. direktor HEP-a, g. Pero Cvjetković ispred župe dubrovačko-neretvanske, g. Baldo Bečir ispred općine Konavle, g. Darinko Bago predsjednik uprave KONČAR d.d. ispred svih sponzora, g. akademik Božo Udovičić ispred Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, g. Lorenzo Thione ispred CIGRE Paris, gđa. Jasnimka Jakić ispred CIGRE BiH i g. Frano Tomšić direktor hotela CROATIA u kojem je održano sajvetovanje. Nakon pozdrava uvodno predavanje održao je Milan Bobetko - Hrvatska elektroprivreda i interkonekcije.

Nakon svečanog otvorenja održana je V. redovna skupština HK CIGRE. Izvješće o radu u proteklom periodu od III. Savjetovanja podnio je glavni tajnik HK CIGRE dr. sc. Zorko Cvetković, a zatim su predana priznanja koja je zaslužnim članovima CIGRE dodijelio Izvršni odbor HK CIGRE. Priznanja su dobili: g. dr. sc. Vladimir Kuterovac, g. Božidar Radmilović, g. Jozo Šuste, g. dr. sc. Mladen Begović i g. Josip Mužny. Osim toga predano je i posebno priznanje g. Lorenzu Thione predsjedniku Studijskog komiteta 33 CIGRE - Paris, za pomoć u organizaciji međunarodnog skupa Koordinacija izolacije u mrežama zemalja srednjoeuropske inicijative, održanog 1998. godine u Zagrebu.

Tijek savjetovanja

Savjetovanje se održavalo u 15 grupa i u jednoj zajedničkoj grupi. Ukupno je razmatrano 177 referata.

U okviru savjetovanja sudjelovali su prema tradiciji predstavnici domaćih i stranih firma - sponzori savjetovanja. Uz izložbu svojih proizvoda i usluga njihovi stručnjaci održali su zanimljiva predavanja iz područja svojih djelatnosti.

Koristeći veliki broj prisutnih stručnjaka, u ponedjeljak 18. listopada održan je u organizaciji Studijskog komiteta 37 Okrugli stol s temom ***Restrukturiranje i privatizacija hrvatskog elektroenergetskog sektora.***

Uvodno predavanje:

HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA I MEĐUNARODNE PRIJENOSNE VEZE (INTERKONEKCIJE)

Milan Bobetko

Općenito

Posljednjih godina svjedoci smo velikih i brzih promjena u gospodarskom životu, ne samo u Hrvatskoj već i u cijeloj Europi, koje imaju i određene posljedice na promjene i daljnji razvitak energetskog sektora. Na pitanje, kojim putem treba krenuti Hrvatska s obzirom na svoje potrebe i mogućnosti što se tiče elektroenergetskog sektora, ne može se jednostavno odgovoriti, jer ne postoji nikakav model koji bi mogli kopirati i primijeniti na našu stvarnost.

Isto tako bilo bi nepovoljno po hrvatsko gospodarstvo donošenje naprečac nesuvislih odluka i rješenja, a da se jasno ne prepoznaju okolnosti u kojima se nalazi hrvatska elektroprivreda i da se ne uzmu u obzir tendencije otvaranja tržišta električnom energijom.

Da bi se taj problem rasvijetlio potrebno je jasno uočiti tendencije gospodarskih načela globalizacije svjetske privrede, otvorenog tržišta, konkurencije itd.

S jedne strane pojavljuju se zemlje koje prelaze iz socijalističkog gospodarskog sustava (zemlje u tranziciji) u tržišni model gospodarenja, a s druge strane postoji težnja ujedinjenja i stvaranja većeg tržišta zemalja koje su i prije uvažavale tržišna načela gospodarenja. Pojavljuju se sve veći zahtjevi za privatizacijom, liberalizacijom, deregulacijom tržišta, pa tako i tržišta električnom energijom. Neoliberalizam kao nova ekonomska doktrina postaje imperativ našeg vremena.

Europska unija (EU) zadnjih godina razmatra pitanje otvorenog (konkurentnog) tržišta električnom energijom. Direktiva EU o liberalizaciji elektroenergetskog tržišta (96/92 EC) utvrđuje minimum zahtjeva za otvaranja elektroenergetskog tržišta svih zemalja članica Europske unije.

Električna energija je posljednja od velikih monopola diljem svijeta kojeg će zamijeniti konkurentna (kompetitivna) tržišta, slično kao kod telekomunikacija, zrakoplova, željeznice, prirodnog plina itd.

Objašnjenje za to nalazi se u činjenici da gotovo ne postoji privredna grana u kojoj su tradicionalna regulacija i ideje slobodnog tržišta tako direktno i snažno suprostavljene kao u privrednoj grani koju nazivamo Elektroprivreda. To suprostavljanje slijedi iz činjenica što el. energija (kWh) kao roba ima u odnosu na sve ostale robe bitno različit karakter, te što je Elektroprivreda kao infrastruktura potpuno različita od svih ostalih infrastruktura.

Ta specifičnost slijedi iz činjenice da je potreba za električnom energijom potreba kao za zrakom, vodom i hranom te da je ona **Dobro** od javnog interesa kojim se moraju opskrbiti građani, ustanove, tvrtke na cijelom državnom teritoriju danas i u sagledivom vremenu unaprijed.

Druga specifičnost proizlazi iz "prirodnog" monopola koji onemogućuje potpunu i slobodnu tržišnu konkurenciju, jer djelatnosti koje se bave prijenosom i distribucijom električne energije nisu povoljne za konkurenciju. S druge strane tu je prednost tog "monopola" jer je nepotrebno graditi više konkurentnih prijenosnih puteva (instalacija) i drugih elemenata elektroenergetskog sustava.

Cijena električne energije (kWh)

Uzevši sve to u obzir slijedi da je zapravo kompetitivno tržište električne energije, tržište za proizvodnju električne energije.

Jasno je da se buduća potrošnja mora pokrivati s najmanjim troškovima nabave el. energije od proizvođača u Hrvatskoj i od drugih partnera izvan Hrvatske. Radi toga je cijena proiz-

vodnje el. energije (kWh) najbitniji element u definiranju odnosa u hrvatskoj elektroprivredi. Cijena el. energije (kWh) determinirat će interese stranih ulagača. Ako oni nađu interes ulagat će u proizvodne objekte, a ako ne država će morati sama pronalaziti kapital i graditi svoje proizvodne objekte. Ni pod kakvim uvjetima ne bi se smjelo dopustiti da preko cijene kWh dolazi do **prelijevanja kapitala** iz hrvatskog gospodarstva izvan hrvatskih granica, ako to nije u funkciji viših interesa. Za nacionalno gospodarstvo nije svejedno koja će biti cijena proizvodnje kWh, jer cijena električne energije značajno utječe na cijenu svakog proizvoda.

Na skupoj električnoj energiji ne može se očekivati brzi gospodarski razvoj i zato Hrvatska treba što jeftiniji kWh.

Osobito pomno treba razmotriti i oprezno prihvaćati ponude tzv. neovisnih proizvođača električne energije IPP (Independent Power Producer, sa svim svojim podvarijantama BOT, BOOT, BLT itd.) koji se javljaju s raznih strana nudeći kapital i znanje, radi izgradnje, korištenja u određenom razdoblju i predaji elektrane nakon toga Hrvatskoj elektroprivredi. Obično takvi ponuđači ne ulažu u visokonaponska postrojenja (prijenosna mreža) te se taj trošak prebacuje na domicilne elektroprivrede.

Ono što najviše interesira IPP je dugogodišnji ugovor o kupoprodaji električne energije PPA (Power Purchase Agreement) i što veći broj sati isporuke el. energije.

Taj bi zahtjev bio opravdan ako mu cijena proizvodnje kWh to dopusti, odnosno ako je jeftiniji od ostale proizvodnje u vlastitim izvorima ili uvezene električne energije.

Medutim, obično to nije tako. Takvi projekti umjesto da pridonose razvoju tržišta električne energije oni ga zapravo blokiraju, pogotovo ako je tržište malo. **Radi toga tvrdim da je Hrvatska zbog svog geopolitičkog položaja s budućim interkonekcijama u velikoj prednosti što se tiče cijene kWh i konkurencije na tržištu električne energije po modelu jednog kupca SBM (Single Buyer Model) ili modela otvorenog pristupa tržištu električne energije TPA (Third Party Access), a oba su prihvatljiva za HEP.**

Pri tome se ispravno mora tumačiti model "jedan kupac", jer za HEP IPP-ovi mogu biti i susjedni elektroenergetski sustavi. To je moguće ostvariti s izgrađenim interkonektivnim vodovima, odnosno dugoročnim ugovorima o kupnji električne energije za HEP. Bez izgrađenih interkonekcija i povezivanja sa susjednim državama to ne bi bilo moguće tehnički realizirati. Ako se dogodi da IPP kupi tržište HEP-a, onda je zapravo IPP jedan kupac i jedan proizvođač.

Veliki prijenosni sustavi - interkonekcije

Treba posebno naglasiti da je tijekom proteklog vremenskog razdoblja ostvareno povezivanje velikih prijenosnih mreža. Svaki elektroenergetski sustav (EES) ima interes da se poveže sa svojim susjedima zbog tehničkih, ekonomskih i strateških razloga.

Nije zanemarivo da se u slučaju poremećaja može dobiti pomoć, da se može značajno smanjiti investicija za vršnu proizvodnju i da se u svakom trenutku mogu koristiti elektrane s najmanjim troškovima proizvodnje.

Interkonekcijama se postiže veća fleksibilnost i sigurnost EES-a u smislu stabilnosti, veća sigurnost napajanja potrošača, efikasnije korištenje vlastitih izvora hidro i termo, mogućnost razmjene, omogućivanje tranzita itd.

Zbog spomenutih činjenica sve europske zemlje i mnogo izvaneuropskih zemalja su čvrsto povezale svoje EES-e.

Razvidno je da sve zemlje (na primjer Velika Britanija, jer je otok, za razliku od Hrvatske koja graniči sa pet, a preko njih s ostalim zemljama Europe) nemaju istu mogućnost radi svog geopolitičkog položaja. U ovom trenutku preko UCPTE-a radi se na povezivanju zemalja zapadne Europe i zemalja bivšeg socijalističkog lägera.

Države: Mađarska, Slovačka, Češka, Poljska rade sinkrono kao blok nazvan CENTREL u spoju na UCPTE. Pitanje je dana kada će i **pojedinačno** postati članice UCPTE. U ovom trenutku se radi i na tehničkim podlogama koje će stvoriti uvjete za povezivanje Rumunjske, Bugarske i Turske na sustav UCPTE-a.

U tim i takvim okolnostima Hrvatskoj državi, odnosno hrvatskoj elektroprivredi pružaju se nesagledive mogućnosti povezivanja sa zapadnom i istočnom Europom, a time i osiguravanje pristupa tržištu električne energije u tim dijelovima Europe. Da bi bilo to i fizički moguće potrebno je izgraditi 400 kV vodove. 400 kV vod (Žerjavinec - Tumbri - Heviz) već je pušten u pogon. Oko druge veze Ernestinovo - Pecs u tijeku su pregovori i dogovori s Mađarima.

Ova druga 400 kV veza bi dopustila pristup tržištu el. energije Rumunjskoj, Ukrajini, Bugarskoj, Srbiji i šire.

Dvije 400 kV veze zapravo znače otvaranje **dva energetska koridora** važna za Hrvatsku. Preko tih dviju veza moguće je dopremiti dovoljne količine el. energije i snage u svim kritičnim pogonskim situacijama u EES-u, te nabavljati energiju kada je to jeftinije nego proizvodnja u vlastitim izvorima.

Jasno je da s druge strane te veze osiguravaju nezavisan položaj Hrvatske države, te veću fleksibilnost rada elektroenergetskog sustava HEP-a.

Sve se to uklapa u energetsku povelju EU. Stvaraju se uvjeti za konkurenciju na tržištu el. energije koji su neostvarivi ako nema fizičke mogućnosti pristupa tim tržištima.

Hrvatska s tim vezama i postojećim interkonekcijama prema Sloveniji, Srbiji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini **postaje značajna tranzitna zemlja** električne energije što joj osigurava veliko značenje i korist na tržištu el. energijom u Europi.

Slijedeći korak koji bi morali poduzeti je iznalaženje mogućnosti direktnog povezivanja s Italijom. U slučaju realizacije takve veze Hrvatska bi bila električki povezana sa svim susjednim državama.

Restrukturiranje i privatizacija HEP-a

Uvažavajući sve izneseno razvidno je da će se HEP morati restrukturirati tako da se dijelovi HEP-a u koje se može uvesti konkurencija odvoje od onih koji ostaju kao prirodni monopol. Tamo gdje je moguća konkurencija poželjno je privatno vlasništvo.

Prijenosna mreža i upravljanje EES-om ne bi smjeli biti u privatnom vlasništvu.

Privatno vlasništvo bi moglo smanjiti nezavisnost pristupa energetskom tržištu el. energije, što je u suprotnosti s energetskom poveljom EU, a isto tako i fleksibilnost EES-a zbog različitih okolnosti i interesa.

Drugim riječima, **postoje nacionalne vrijednosti koje se nikada ne prodaju**, ako se želi zadržati nezavisnost elektroenergetskog sustava, odnosno države.

Okrugli stol HK CIGRE Cavtat, listopad 1999.

RESTRUKTURIRANJE I PRIVATIZACIJA HRVATSKOG ELEKTROENERGETSKOG SEKTORA

Dr. Zorko Cvetković

U Cavratu je od 17. do 21. listopada 1999. g. održano IV. Savjetovanje HK CIGRE. Koristeći prisustvo velikog broja stručnjaka iz elektroprivrede, elektroindustrije i znanstvenih ustanova **Studijski komitet 37 Planiranje i razvoj elektroenergetskog sistema** organizirao je u ponedjeljak 18. 10. Okrugli stol na navedenu temu. S obzirom na aktualnost razmatrane problematike ovaj skup je izazvao veliki interes, pa mu je prisustvovalo preko 300 sudionika. Skup je otvorio i pozdravio prisutne predsjednik STK 37. Ante Jelčić, dipl. ing., a moderator okruglog stola je bio glavni tajnik HK CIGRE Dr. sc. Zorko Cvetković.

Kao baza za diskusiju bila su predočena dva pozivna referata i to:

Reforma hrvatskog energetskog i elektroenergetskog sektora, iskustva drugih, analiza i moguća rješenja

Dr. sc. Goran Granić
Nada Jandrilović, dipl. oec.
Dr. sc. Mićo Klepo
Goran Majstorović, dipl. ing.
Mr. sc. Damir Pešut
Dr. sc. Srđan Žutobradić
Alenka Kinderman, dipl. ing.
Energetski institut Hrvoje Požar Zagreb, i

Uloga i mjesto hrvatske elektroprivrede kao buduće korporacije u djelomično privatnom vlasništvu

Mr. sc. Gordana Lučić
Mr. sc. Ivcia Toljan
Mladen Žunec, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda

Na početku su autori oba pozivna referata dali sažeti prikaz svojih referata nakon čega se razvila diskusija o pitanjima koja je postavio moderator Okruglog stola.

Pitanje 1

Oba referata izražavaju mišljenje da proces restrukturiranja, deregulacije i liberalizacije tržišta ide brže nego što to konzervativniji stručnjaci i interesne grupe očekuju i da se on ne može zaustaviti. Radi toga ni mi ne smijemo čekati, već trebamo pažljivo pratiti europsko energetsko okruženje. Realizacija tog procesa je jedan od uvjeta za pristup u EU, ali je put do realizacije dugačak. Uostalom, Hrvatska je članica UCPTE interkonekcije koju u većini čine zemlje EU pa nam približavanje standardima EU može samo olakšati suradnju u UCPTE. Nadalje, oba referata naglašavaju da u svijetu postoji široka lepeza modela restrukturiranja i privatizacije, ali se ni jedan ne može direktno kopirati. Naše se aktivnosti stoga moraju kretati unutar preporuka EU koje daju minimalne zahtjeve za otvaranje tržišta.

Slažu li se prisutni s ovim postavkama ili ima i različitih mišljenja?

Pitanje 2

HEP se je opredijelio za Single Buyer Model - **SBM** ili model jednog kupca. Time HEP ostaje vertikalno organizirana korporacija, a omogućena je i konkurencija na nivou proizvodnje. Ovo je model koji je izabrala francuska elektroprivreda EdF.

Institut HP se opredijelio za Third Party Access **TPA** ili model otvorenog pristupa. Po tom prijedlogu konkruencija na nivou proizvodnje i potrošnje se postiže u četiri koraka nakon čega se HEP gasi. Ovo je primjer velike većine europskih zemalja.

Kakvo je mišljenje prisutnih i koliki je rok za četiri koraka u prijedlogu Instituta HP?

Pitanje 3

U referatu HEP-a Transmission System Operator **TSO** (dispečer) je lociran na nivou korporacije.

U referatu Institut HP **TSO** je lociran u prijenosnu tvrtku što je bliže europskoj praksi. Također Marketing Operator **MO** (operator tržišta ili broker) u referatu HEP-a se podrazumijeva lociran u dispečingu ili **TSO** dok u referatu Instituta HP **MO** ne smije biti u **TSO** već je on u prijelaznoj fazi lociranoj u HEP-grupi da bi poslije postao neovisno tijelo (broker).

Kakva su razmišljanja o toj problematici?

Pitanje 4

Referat Instituta HP predviđa mrežu 110 kV u pravilu kao prijenosnu mrežu u okviru tvrtke za prijenos s nekim iznimkama u gradu Zagrebu. Referat HEP-a to nije definirao. U europskoj praksi ta se mreža nalazi bilo u prijenosu bilo u distribuciji, no treba naglasiti da već prema izabranom rješenju i elektranama u toj mreži upravlja dispečer prijenosa, odnosno dispečer distribucije. Treba reći i to da u zemljama s mrežom 110 kV u okviru distribucije proizvodnja na tom naponu iznosi oko 10% ukupne proizvodnje, dok kod nas taj iznos znatno prelazi 50%.

Kakva su mišljenja o tom problemu?

Pitanje 5

Referat HEP-a predviđa nekoliko, u pravilu regionalnih distributivnih tvrtki. Referat Instituta HP predviđa županijske distributivne tvrtke.

Kako opravdati prijelaz na regionalne distribucije?

O diskusiji koja se razvila o pojedinim postavljenim pitanjima mogu se izvući slijedeći naglasci:

- Osim autora oba referata koji su dali svoje mišljenje o postavljenim pitanjima u diskusijama su sudjelovali uglavnom članovi uprave HEP-a i predsjednik uprave KONČAR d.d. Sudjelovanje ostalih bilo je simbolično.
- Diskusija nije ulazila dublje u razmatranje pojedinih problema, već su iznošeni uglavnom opći stavovi.
- U diskusiji su prevladavala mišljenja o potrebi očuvanja jedinstvenog HEP-a kao uvjeta očuvanja financijskog boniteta firme kroz najmanje 5 godina.
- S privatizacijom ne treba žuriti, uostalom o tom odlučuje država kao vlasnik imovine HEP-a. Prioritetna je zaštita nacionalnih interesa.
- Za industriju nije važan izabrani model restrukturiranja i liberalizacije koliko je važno da cijena električne energije u njihovom proizvodu omogući konkurentnost na svjetskom tržištu.
- Što se tiče timinga nužnih promjena, razvoja u našem okruženju i naših ambicija (pool) trebalo bi produbiti diskusiju.

Time je Okrugli stol završen, iako je ostalo još interesantnih pitanja za raspravu, kao pristup privatizaciji, definiranje povlaštenih potrošača, pilot programi izdvajanja pomoćnih djelatnosti, središte Pool-a za srednji i jugoistočnu Europu u Zagrebu i sl. S obzirom na interes koji je pobudio ovaj skup HK CIGRE će nastaviti pratiti ovu aktualnu tematiku.

Ako na kraju treba reći opći dojam onda je sigurno da je ovaj skup bio interesantan i potreban. On je dao stavove, iako ponekad i vrlo različite o pojedinim važnim pitanjima daljnjeg razvoja elektroenergetike.

Zasigurno se nameće potreba organizacije daljnjih skupova koji bi ažurno pratili razvoj problematike vezane za restrukturiranje, liberalizaciju i privatizaciju elektroprivrede i tako pomogli pravodobnim odlukama ili eventualnim korekcijama već donešenih stavova.