

IZDAVAČ – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda, Zagreb

ZA IZDAVAČA

Ivo Čović, dipl. ing.

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije
i informatike

UREĐIVAČKI 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.
Lektor: Šime Čagalj, prof.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6322-641 i 6322-083, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi
300,00 kn, a za poduzetca 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

Godište 52 (2003)

Zagreb 2003

Br. 3

SADRŽAJ

- Mateković I.*: Procjena rizika od prenapona u električnim
instalacijama (Prethodno priopćenje) 175 – 183
- Skansi R.*: GIS u javnoj rasvjeti grada Zagreba
(Stručni članak) 185 – 193
- Majstrovic M.* – *Sarajčev P.*: Naponske prilike uzduž
samonosivog optičkog kabela ovješeno na stupove
visokonaponskog voda (Pregledni članak) 195 – 199
- Uran V.*: Određivanje cijene pare i električne energije
(Prethodno priopćenje) 201 – 206
- Božičević Vrhovčak M.* – *Jakšić D.* – *Kovačević T.*:
Zeleni certifikati: tržišni mehanizam potpore
obnovljivim izvorima energije (Pregledni članak) 207 – 212
- Javornik Vončina S.*: Prikaz stanja normizacije i
regulative vezane uz komuniciranje elektroenergetskim
vodovima, PLC – I. dio: Normizacija PLC-a
(Pregledni članak) 213 – 236
- Vijesti iz elektroprivrede i okruženja** 237 – 247

Fotografije na omotu:

SITUACIJE NEKIH HIDROELEKTRANA

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sek-
tor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992.

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 "pre-sude" 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. Fizičke 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, originalnaja 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 svhaćanju, 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, Vorläufige Mitteilung) 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, professionalnaja 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 prilagodavanja 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

PROCJENA RIZIKA OD PRENAPONA U ELEKTRIČNIM INSTALACIJAMA

Mr. sc. Ivan Matković, Zagreb

UDK 621.316.93:614.8
PRETHODNO PRIOPĆENJE

Sve veća osjetljivost el. uređaja na pojavu prenapona te sve veća umreženost el. instalacija zahtijeva proučavanje vjerojatnosti pojave prenapona u el. instalacijama te, sukladno tome, procjenu rizika od prenapona. Da bi se procijenio rizik od prenapona u el. instalacijama identificirana je opasnost od prenapona, prenaponi su promatrani prema uzrocima nastanka, dani su iznosi i vjerojatnosti pojave prenapona u el. instalacijama, upozoreno je koje se štete od prenapona u el. instalacijama mogu očekivati, povezane su vjerojatnosti pojave prenapona s vjerojatnostima nastanka šteta od prenapona, te napravljena procjena rizika od prenapona. Na osnovi te procjene zaključeno je da se skoro svaku el. instalaciju isplati štiti uređajima za zaštitu od prenapona.

Ključne riječi: prenapon, vjerojatnost pojave prenapona, šteta od prenapona, prenaponska kategorija, vjerojatnost nastanka šteta od prenapona, procjena rizika od prenapona.

1. UVOD

Cilj ovog uratka je procijeniti koliki je rizik od prenapona u električnim instalacijama te odrediti opravdanost zaštite električne instalacije uređajima za zaštitu od prenapona. Kod toga je pretpostavljeno da su visokonaponska, srednjonaponska i niskonaponska postrojenja opremljena svom propisanom opremom za zaštitu od prenapona. Korištena je metoda procjene rizika koja se zasniva na šest osnovnih koraka: identifikaciji opasnosti od nastanka prenapona u električnim instalacijama, učestalosti pojave prenapona s obzirom na načine i uzroke nastanka, razdvajanju potencijalno opasnih prenapona od onih za koje se ocijeni da su potencijalno neopasni, povezivanju učestalosti pojave prenapona s učestalošću pojave štete od prenapona, procjeni šteta od potencijalno opasnih prenapona i procjeni rizika od prenapona.

2. IDENTIFIKACIJA OPASNOSTI OD PRENAPONA U ELEKTRIČNIM INSTALACIJAMA

Prenapon se najčešće definira kao "kratkotrajno nastupajući napon između dva vodiča ili vodiča i zemlje koji prekoračuje najviši dozvoljeni iznos pogonskog napona". Negativni utjecaji prenapona očituju se u naprezanju izolacije električne opreme ugrađene u električnu instalaciju i u naprezanju izolacije uređaja priključenih na električnu instalaciju. U krajnjoj liniji sve to može dovesti ili do proboja izolacije ili do preskoka u zraku ili do kliznog proboja preko površine izolacije.

Do prije tridesetak godina smatralo se da je klasična (vanjska) zaštita od munje dovoljna i za zaštitu od prenapona. Unutar građevina se nalazila jednostavna električna instalacija, električni uređaji i u električnu instalaciju ugrađena oprema bili su s mehaničkim kontaktima, energetski uređaji su bili bez elektroničkih dijelova, zračni razmaci veliki, dijelovi unutar sklopnih uređaja robustni i često predimenzionirani, rasvjetna tehnika klasična i slično. Tada je došlo do naglog prodora elektronike u sve pore ljudske djelatnosti; elektronika je postala primarna u području radio- i TV-tehnike, u telekomunikacijama i informatici. Daljnjim razvojem i intenziviranjem računalne tehnologije, mjernih, upravljačkih i regulacijskih uređaja došlo je do sve veće uporabe mikroprocesora. Kako su elektronički dijelovi koji se primjenjuju za te svrhe sve osjetljiviji na prenapone to je i opasnost od štetnog djelovanja prenapona na njih sve veća. To je dovelo do toga da danas već relativno mali prenapon od nekoliko desetaka volti na informatičkom kabelu može dovesti do razaranja nekog dijela u osobnom računalu. Za razaranje nekog električnog uređaja dovoljna je višestruko manja energija u odnosu na energiju dovoljnu za razaranje prvih, robustnih električnih uređaja.

Drugi razlog sve većem značenju prenapona je u sve većem korištenju upravljačkih komponenata u uređajima koji se koriste u kućanstvima i proizvodnji. U elektronički upravljanim ili s elektronikom povezanim uređajima postoje različiti spojevi kao ispravljači, regulatori s primjenom tiristora i trijaka i slično. Kod njihovog rada dolazi do stvaranja prenapona koji utječu na ostale korištene uređaje. Tako je s jedne strane došlo

do smanjenja otpornosti električnih uređaja na smetnje uzrokovane prenaponima, a s druge strane došlo je do povećanog broja smetnji.

Nekoliko karakterističnih primjera šteta nastalih zbog djelovanja prenapona su:

- prenapon koji uđe u objekt preko elektroenergetske instalacije može utjecati na loše upravljanje tijekom proizvodnog procesa, a posljedica može biti škartni proizvod, požar, eksplozija, ...
- djelovanjem prenapona na mjernu, upravljačku i regulacijsku tehniku robota može doći do opasnog tijeka njegovog rada,
- informacijski vodovi mogu biti zbog prenapona djelomično ili potpuno uništeni što može dovesti do problema s nadziranjem, javljanjem i regulacijom u proizvodnom procesu,
- zbog djelovanja prenapona mogu uređaji za zaštitu od opasnog napona dodira postati nedjelotvorni, što je opasno za život korisnika električnih uređaja,
- alarmni uređaji mogu biti djelovanjem prenapona uništeni, odnosno njihovi vodovi mogu biti onesposobljeni, što može posredno dovesti do opasnosti za čovjeka, odnosno objekte koje nadziru.

Iako razaranje samih uređaja zbog prenapona može biti dojmljivo, veće štete nastaju zbog dugotrajnih prekida u proizvodnji ili u poslovanju. Štete se mjere u milijardama bilo koje novčane jedinice. Prema nekim procjenama [1] od svih istraživanih 7737 šteta nastalih na elektronici tijekom 1998. godine u jednom osiguravajućem društvu njih 27,4 % bilo je uzrokovano prenaponima. S obzirom na sve šire korištenje elektroničkih uređaja, sve niže razine signala koji se koriste u njima i sve veće širenje informacijske tehnologije za očekivati je da će štete od prenapona biti sve veće.

3. UZROCI, IZNOSI I UČESTALOSTI POJAVE PRENAPONA

Prenaponi u električnim instalacijama mogu se pojaviti zbog različitih vrsta događaja ili mehanizama, njihovi iznosi mogu biti veći ili manji, učestalost njihove pojave može biti veća ili manja, njihov utjecaj na električnu instalaciju može biti znatan ili nikakav. U daljnjem će ih se promatrati prema uzrocima nastanka s time da će se odmah navoditi i ostale karakteristike bitne za procjenu rizika. Prema uzrocima nastanka prenaponi se u osnovi mogu podijeliti u tri osnovne kategorije:

- prenaponi uzrokovani munjom,
- prenaponi uzrokovani sklapanjima,
- prenaponi nastali zbog međudjelovanja različitih instalacija.

3.1. Prenaponi uzrokovani munjom

Munja je prirodni i neizbježni događaj koji svojom pojavom može uzrokovati nastanak prenapona u električnoj instalaciji. Najznačajniji parametri koji

određuju utjecaj munje na nastanak prenapona u električnoj instalaciji su njezin valni oblik, tjemena vrijednost i učestalost pojavljivanja. Prema podrijetlu prenaponi uzrokovani munjom mogu se klasificirati u:

- prenapone zbog direktnog udara munje u nadzemne vodove srednjeg i niskog napona,
- prenapone inducirane u nadzemnim vodovima srednjeg i niskog napona zbog bliskog udara munje,
- prenapone uzrokovane udarom munje u zgradu ili neposredno uz nju.

Prenaponi nastali direktnim (iznosa do 180 kV) odnosno bliskim udarom munje (iznosa do 30 kV) u nadzemnim vodovima srednjeg napona šire se kroz srednjonaponsko postrojenje i prenose u vodove niskog napona. Kod širenja uzduž vodova dolazi do njihovog gušenja zbog gubitaka na vodovima, odnosno zbog proboja na izolatorima. Drugo ograničenje prenapona se događa pomoću uređaja za zaštitu od prenapona koji se ugrađuju na primarnoj strani transformatora srednji/niski napon ili na ulazu u mrežu niskog napona.

Prenaponi proizvedeni u srednjonaponskom postrojenju prenose se u niskonaponsku mrežu ili kapacitivnim i magnetskim povezivanjem preko transformatora srednji/niski napon ili povezivanjem preko zemlje. Visina prenesenog prenapona ovisi o mnogo parametara; izvedbi niskonaponske mreže, izvedbi transformatora, uvjetima povezivanja i sl. Između faznog i neutralnog vodiča u niskonaponskoj mreži može se prenijeti prenapon iznosa do 2 % nazivnog napona srednjonaponskog postrojenja, dok se između faznog vodiča i zemlje može prenijeti do 8 % nazivnog napona srednjonaponskog postrojenja. Širenjem uzduž vodova niskog napona dolazi do gušenja tih prenapona. Iz ovog je vidljivo da su prenaponi nastali zbog direktnog udara munje u srednjonaponski nadzemni vod ili zbog bliskog udara munje uz srednjonaponski nadzemni vod relativno neopasni za električnu instalaciju.

Prenaponi nastali u niskonaponskoj nadzemnoj mreži zbog direktnih ili bliskih udara munje su, također, visokih tjemena vrijednosti i često imaju za posljedicu preskok između vodiča ili preskok prema zemlji preko stupova nadzemne mreže. U niskonaponskoj mreži kombiniranoj iz nadzemnih i kablskih vodova dolazi do smanjenja visine prenapona kod ulaska u kablsku mrežu, ali ono nije dovoljno. Ovi prenaponi, ako nisu ničim ograničeni, su najveća opasnost za električnu instalaciju.

U slučaju direktnog udara munje u zemlju na mjestu udara se povećava potencijal te točke (do nekoliko stotina kV) zbog udarnog otpora zemlje koja se u tom slučaju javlja kao uzemljivač. Sličan je slučaj kad munja udari u gromobranksku instalaciju zgrade; svi dijelovi objekta koji su električki povezani s gromobrankskom instalacijom dolaze na visoki potencijal prema zemlji. Između gromobrankske instalacije i električne instalacije koja se nalazi u objektu dolazi do razlike potenci-

jala koja može uzrokovati preskoke ili proboje. Dodatno je kod udara munje u gromobransku instalaciju potrebno uzeti u obzir da struja munje zbog brze promjene stvara napon na induktivitetu munjovoda. Uz prosječne vrijednosti induktiviteta munjovoda od $1,5 \mu\text{H/m}$ i brzine promjene struje munje od $1 \text{ kA}/\mu\text{s}$ dobiva se iznos pada napona od $1,5 \text{ kV/m}$ koji se pribraja naponu nastalom na uzemljivaču zbog udarnog otpora uzemljivača.

3.2. Prenaponi uzrokovani sklapanjem

Prenaponi sklapanja su događaji koji mogu nastupiti:

- zbog namjernih radnji u elektroenergetskim postrojenjima (sklapanje tereta ili kapaciteta u prijenosnom ili razdjelnom dijelu),
- zbog namjernih radnji u električnim instalacijama (uklapanja i isklapanja električnih pogonskih sredstava),
- zbog nenamjernih radnji u elektroenergetskim postrojenjima (isklapanje prekidača zbog struje kvara i njezinog otklanjanja),
- zbog nenamjernih radnji u električnoj instalaciji (isklapanje automatskih prekidača, odnosno osigurača zbog struje kvara).

Općenito, sklapanje je svaka iznenadna promjena unutar mreže koja prevodi mrežu iz jednog stabilnog stanja u drugo stabilno stanje. U pravilu, ta promjena je povezana s nastupanjem prenapona, čiji iznos ovisi o mnogo faktora kao što su: vrsta električnog sustava, vrsta sklapanja (uklapanje, isklapanje, ponovno paljenje), vrsta tereta te način sklapanja. S obzirom na kompleksnost teoretskih studija kojima bi se trebalo obraditi svako pojedino sklapanje u nastavku su iznesene samo osnovne postavke potrebne za razumijevanje nastanka prenapona, a njegov iznos i učestalost ponavljanja su potkrijepljeni rezultatima mjerenja.

Sklopke se u svakom dijelu elektroenergetskog postrojenja vrlo široko primjenjuju za upravljanje električnim uređajima. Učestalost sklapanja zavisi o mjestu korištenja; visoka je učestalost u industrijskom pogonu i niža u kućanstvima. Isklapanjem mehaničkog sklopnog aparata (bilo da se odvija ručno ili elektromehanički) dolazi do pojave električnog luka. Iznenadna promjena struje zajedno s induktivitetima i kapacitetima koji su uvijek prisutni u svakom dijelu postrojenja uzrokuje pojavu visokofrekventnih titraja. Mjerenja provedena u industrijskim i drugim postrojenjima [2] pokazuju da je statističko očekivanje prenapona iznosa većeg od $2,5 \text{ kV}$ samo $0,1 \%$ od svih nastupajućih prenapona. No, i to je puno uzimajući u obzir veliku učestalost sklapanja u, naprimjer, industrijskim postrojenjima.

Sve veća uporaba posebnih proizvodnih sredstava, kao što su strojevi za erodiranje metala kod izrade alata ili robota za zavarivanje, uzrokuje veliki broj sklopnih prenapona koji, iako nisu tako visokog iznosa da mogu

oštetiti elektroničke uređaje, mogu uzrokovati smetnje u njihovom radu.

Automatski prekidač se koristi u niskonaponskoj instalaciji za zaštitu od preopterećenja i od kratkog spoja. Za iznos nastalog prenapona interesantno je isklapanje automatskog prekidača u slučaju kratkog spoja; prema [3] nastali prenaponi su iznosa do 400 V . No, još je interesantniji odgovor automatskog prekidača na uklapanje elektromotora s visokom uklopnom strujom. To je slučaj kad je automatski prekidač loše dimenzioniran s obzirom na struju uklapanja motora ili ako je istodobno na tom strujnom krugu priključeno više trošila tako da je trenutna struja puno veća od nazivne struje automatskog prekidača. Prema [3] u takvim slučajevima mogu nastati prenaponi iznosa do $2,7 \text{ kV}$ koji su opasni jer se nalaze direktno u električnoj instalaciji.

Rastalni osigurač se također u električnoj instalaciji koristi za zaštitu od preopterećenja i kratkog spoja. Zbog mehanizma prekidanja struje kratkog spoja nastali prenapon iznosi do $2,6 \text{ kV}$ [3] i relativno je visok s obzirom da je uzročnik nastanka u električnoj instalaciji.

Svi električni uređaji koje se koriste kao pogonska sredstva proizvode prenapon većeg ili manjeg iznosa. Kod većine prenosivih električnih alata (električna bušilica, električna pila, električna blanjalica i slično) koristi se univerzalni elektromotor čije isklapanje prema [3] u strujnom maksimumu može prouzročiti prenapon iznosa do $1,9 \text{ kV}$ na njegovoj priključnoj strani. To je visoka vrijednost s obzirom da se taj prenapon direktno (bez gušenja) prenosi u električnu instalaciju.

3.3. Prenaponi nastali zbog međudjelovanja različitih instalacija

U kućanstvu, poslovnim uredima i tehničkim uredima za vođenje proizvodnje postoji velik broj elektroničkih uređaja koji imaju, osim priključka na elektroenergetsku instalaciju, i druge priključke. Takvi uređaji su:

- telefax-uređaji, automatske tajnice i osobna računala priključeni i na telekomunikacijsku mrežu,
- osobna računala priključena i na informatičku mrežu,
- mjerni-, regulacijski- i upravljački uređaji priključeni i na signalne vodove,
- radio-, tv- i video uređaji priključeni i na antensku instalaciju ili kablensku mrežu,
- alarmni uređaji priključeni i na dojavne vodove.

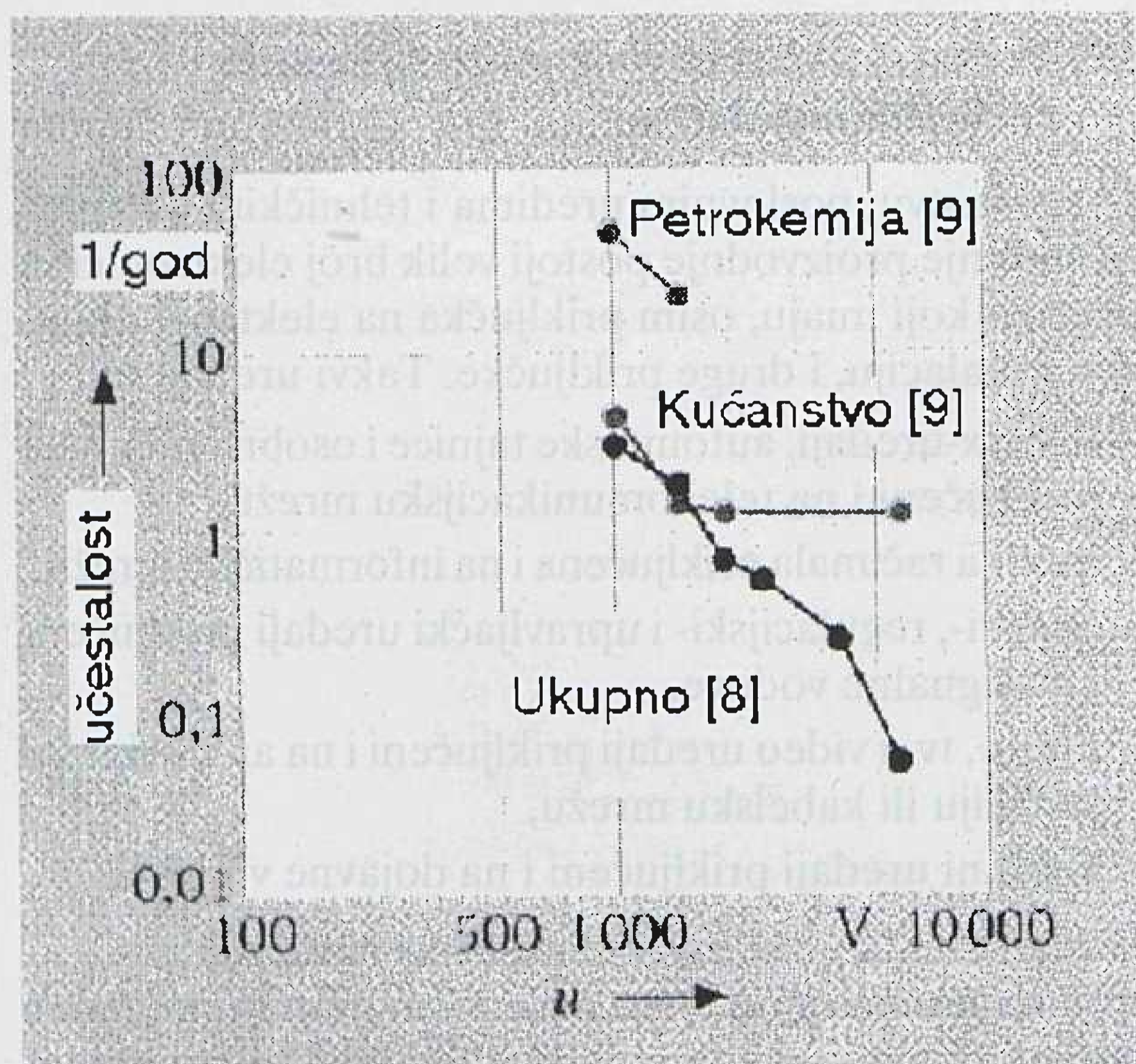
U mrežama koje su položene slično nadzemnim elektroenergetskim mrežama nastaje prenapon na sličan način kako je opisano već prije kod prenapona nastalog zbog izravnog ili bliskog udara munje u elektroenergetsku mrežu. Na sličan način može npr. prenapon "prodrijeti" u kućnu telekomunikacijsku instalaciju gdje može uzrokovati oštećenje uređaja priključenih na nju.

4. POTENCIJALNO OPASNI PRENAPONI U ELEKTRIČNIM INSTALACIJAMA

Ako je ostali dio elektroenergetске mreže i rasklopnog postrojenja izveden uvažavajući sva pravila struke [4], tada se može uzeti da su za električne uređaje priključene na električnu instalaciju i za električnu opremu ugrađenu u električnu instalaciju zbog svojeg iznosa i učestalosti najopasniji prenaponi koji nastaju zbog bliskih udara munje uz štice objekta, jer značajno i učestalo oštećuju izolaciju smanjujući vijek trajanja električnih uređaja. Prenaponi nastali zbog direktnih udara munje u gromobranksku instalaciju po svojem iznosu su relativno visoki, značajno oštećuju izolaciju električnih uređaja, ali im je učestalost manja. Prenaponi sklapanja vrlo su značajni ne toliko zbog svojeg iznosa koliko zbog učestalosti (malo pomalo oštećujući izolaciju električnog uređaja).

Da bi se dobili podaci o stvarnim prenaponima koji se pojavljuju u elektroenergetskim instalacijama organizirana je serija mjerenja prenapona [5] i [6]. Mjerenje je trajalo neprestano skoro dvije godine; u zbroju mjernog vremena od skoro 700 mjeseci registrirano je više od 5000 prenapona. Prema izvješćima o tim mjerenjima [7] i [8] najveći broj registriranih prenapona nije prekoračio iznos od 1000 V. Vrlo rijetko je prenapon prekoračio tjemenu vrijednost od nekoliko kV.

U slici 1 iz [8] prikazane su srednje učestalosti nastanka prenapona različitih tjemenuh vrijednosti za sva mjerna mjesta u 400-voltnoj električnoj instalaciji (dobivene tako da je zbroj svih impulsa iste veličine u svim mjernim mjestima podijeljen sa zbrojem trajanja mjerenja u svim mjernim mjestima).



Slika 1. Mjerenjima dobivene učestalosti prenapona

U drugoj seriji mjerenja prenapona [9] na 25 mjernih mjesta provedena su mjerenja isključivo na 400 V-noj električnoj instalaciji u ukupnom trajanju mjerenja od

500 mjeseci. Dobiveni rezultati učestalosti prenapona uglavnom potvrđuju prijašnje mjerenje uz primjedbu da je učestalost pojave prenapona kod obiteljskih kuća povećana kod tjemenuh vrijednosti 2,5 kV i 6 kV, slika 1, podaci iz [9].

5. ŠTETE NASTALE OD PRENAPONA I UČESTALOST NJIHOVA NASTANKA

Prema posljedicama štete od prenapona mogu biti štete zbog zamjene ili popravka električnih uređaja ili opreme, štete zbog smanjene funkcije pogona ili štete zbog ispada pogona.

Popravak ili zamjena električnih uređaja ili opreme. To je najvidljivija posljedica prenapona; o uzroku štete može se odmah zaključiti znajući da je bilo nevrijeme s grmljavinom, a šteta je vidljiva i laiku. Radi li se o kućanstvu tada su najčešće štete na kućnom priključku, na razdjelnicima, kućnim električnim uređajima za primanje i obradu slike i tona te na osobnim računalima. Osiguravajuća društva te vrste šteta isplaćuju bez daljnjih istraživanja.

Smanjenje funkcije pogona. Prekid proizvodnje ili problemi u proizvodnji su najčešće štete koje se javljaju zbog relativno niskih prenapona od kojih nisu štice sve osjetljiviji uređaji za vođenje i upravljanje proizvodnjom. Sa sofisticiranošću proizvodnog pogona utjecaj tih šteta je sve veći.

Ispad pogona. Ovo su najteže posljedice prenapona jer dolazi do potpunog ispadanja funkcije poduzeća; osobna računala, telekomunikacijski uređaji i uređaji za upravljanje više ne funkcioniraju ili nisu više međusobno povezani. Za osposobljavanje funkcije cijelog sustava potrebno je određeno vrijeme te su gubici znatni.

Da bi se provela procjena troškova šteta nastalih zbog prenapona uzimaju se u obzir:

- troškovi popravka ili zamjene električnih uređaja i električne opreme,
- troškovi zbog zastoja u proizvodnji, smanjene otpreme i prodaje proizvedene robe (uzima se u obzir smanjenje dobiti),
- uštede zbog smanjenih troškova proizvodnje za vrijeme dok pogon nije radio.

Prenaponi mogu prouzročiti različite vrste šteta zavisno o tome u kakvom prostoru se električne instalacije nalaze i za što je taj prostor namijenjen.

Tipične štete koje nastaju zbog prenapona u kućanstvima su:

- elektroinstalacijski vodovi su isčupani iz zidova,
- uređaji za antenski prijam su razoreni (satelitski i obični),
- razdjelnici s opremom su razoreni,
- električni uređaji su razoreni.

Male ili srednje velike obrtničke radionice ili industrijski pogoni obično imaju jednostavne uređaje i alate za rad (fiksne bušilice i glodalice većih snaga, uređaji za zavarivanje,...) ili za vođenje poslova (osobno računalo, telefax, automatska tajnica,...). Štete koje nastaju odnose se na popravak ili zamjenu električnih uređaja ili električne opreme, ali se mogu pojaviti i štete zbog smanjene funkcije pogona.

Veliki industrijski pogoni u slučaju prenapona mogu imati iste ili slične probleme kao i male ili srednje obrtničke radionice ako je djelovanje prenapona bilo lokalizirano. Ako je prenapon bio naročito visok, a zaštita od njega nije bila dosljedno provedena osim troškova popravka i zamjene električnih uređaja i električne opreme mogu nastati dodatni troškovi zbog ispada pogona i vremena potrebnog za obnovu kakvog-takvog poslovanja. Prema jednoj procjeni [10] ponovno osposobljavanje sustava kod ispada informatičke mreže u banci traje 2 dana, kod prodajno orijentiranog poduzeća 3,3 dana, kod proizvodnog pogona 4,9 dana, kod osiguravajućeg poduzeća 5,6 dana.

U poslovnim uredima nezamisliv je rad bez osobnih računala sa svim svojim perifernim uređajima priključenim na telekomunikacijsku mrežu i međusobno umreženim preko interne informatičke mreže, telefaksa, uređaja za kopiranje, ... Štete samo na uređajima zbog zamjene ili popravka mogu biti znatne, ali su nemjerljivo veće štete zbog prekida poslovanja.

Osobito kritična postrojenja su ona kod kojih može, osim troškova popravka ili zamjene uređaja i opreme, doći do direktne opasnosti po život (naprimjer bolnice), doći do posredne opasnosti po život (naprimjer petrokemijska postrojenja) ili doći do opasnosti po okolinu (također petrokemijska postrojenja).

Nakon što su sakupljeni podaci o učestalosti pojave prenapona i opisane štete prema posljedicama i mjestima pojavljivanja potrebno je povezati učestalost pojave prenapona s učestalošću nastanka šteta.

Zbog pojave prenapona električna instalacija je napregnuta i između električki aktivnih dijelova može doći do proboja, preskoka u zraku, odnosno kliznog proboja preko površine izolacijskog materijala. Prema otpornosti na udarne prenapone električni uređaji moraju biti projektirani, izrađeni i ispitani s obzirom na prenaponske kategorije [11]. Postoje četiri prenaponske kategorije; za svaki projektirani napon uređaja definira se za određenu prenaponsku kategoriju podnosivi udarni napon (oblika $1,2/50\mu s$) koji taj uređaj mora zadovoljiti (tablica 1). Podnosivi udarni napon je podatak o otpornosti električne izolacije električnog uređaja na prenapon.

Četiri prenaponske kategorije na primjeru električne instalacije 230/400 V znače sljedeće:

- IV. prenaponska kategorija predstavlja područje napajanja električnom energijom i vrijedi za električno brojilo, glavne osigurače i ostalu opremu na ili u blizini točke priključka. Električna oprema mora biti projektirana s obzirom na udarni napon od 6 kV.

Tablica 1.

Projektirani pogonski napon prema zemlji (V)	Prenaponska kategorija			
	I.	II.	III.	IV.
	Podnosivi udarni napon (V)			
230/400 i 277/480	1500	2500	4000	6000
400/690	2500	4000	6000	8000

- III. prenaponska kategorija predstavlja područje fiksnih električnih instalacija koje se nastavlja na prenaponsku kategoriju IV i predstavlja područje razdjelbe električne energije; vrijedi za razdjelnike, instalacijske vodove i kabele, sklopke, utičnice i sličnu opremu električne instalacije koja se fiksno postavlja. Električna oprema mora biti projektirana s obzirom na udarni napon od 4 kV.
- II. prenaponska kategorija predstavlja područje korištenja električne energije koje se nastavlja na prenaponsku kategoriju III. Vrijedi za kućanske uređaje i prenosiva pogonska sredstva, a električni uređaji i pogonska sredstva moraju biti projektirani s obzirom na udarni napon iznosa od 2,5 kV.
- I. prenaponska kategorija predstavlja područje za osobito osjetljive električne uređaje. Uređaji moraju biti projektirani za udarne napone od 1,5 kV.

Pretpostavke i ograničenja koja su uzeta u obzir kod procjene učestalosti nastanka šteta zbog prenapona:

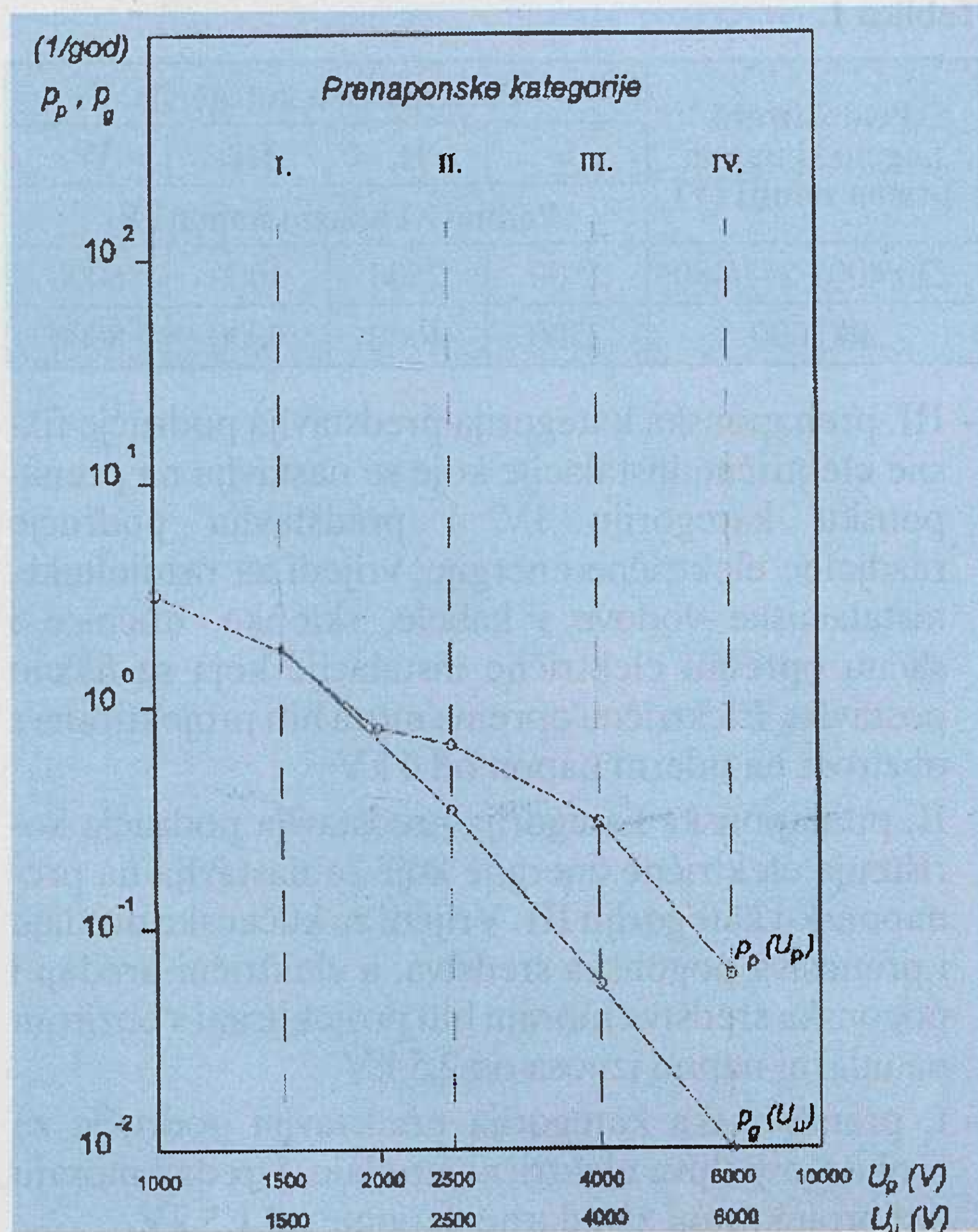
- životna dob izolacije ne utječe na visinu probojnog napona električnih uređaja i opreme,
- oblik prenapona ne utječe na visinu probojnog napona električnih uređaja i opreme,
- električna izolacija svih uređaja i opreme izvedena je tako da izdrži sve prenapone iznosa manjeg od podnosivog udarnog napona, a nakon prekoračenja tog iznosa sigurno dolazi do proboja.

Na osnovi učestalosti prenapona iz slike 1 (mjerenje prema [8]) u slici 2 prikazana je učestalost pojave prenapona p_{pi} u zavisnosti o tjemenoj vrijednosti prenapona U_{pi} . Zatim su u tu sliku uneseni podaci o podnosivim udarnim naponima U_{ui} za svaku od prenaponskih kategorija. Sada se može povezati učestalost nastanka šteta od prenapona s učestalošću pojave prenapona; do pojave štete zbog prenapona na električnom uređaju doći će sigurno ako je prenapon koji je narinut na uređaj veći od podnosivog udarnog napona za koji je projektiran taj uređaj. Sukladno tome, može se definirati i učestalost nastanka štete p_{gi} za uređaje i opremu određene prenaponske kategorije (za koju je definiran podnosivi udarni napon U_{ui}):

$$p_{gi}(U_{ui}) = \sum_{U_u > U_{ui}} p_{pi}(U_{pi}) \quad (1)$$

pri čemu je p_{pi} učestalost pojave prenapona kod određenog iznosa prenapona U_{pi} .

Na taj način je nastala krivulja učestalosti nastanka šteta o podnosivom udarnom naponu $p_g(U_u)$ električnog uređaja ili opreme u slici 2.



Slika 2. Veza između učestalosti pojave prenapona i učestalosti nastanka šteta u električnoj instalaciji

Sada se svaka šteta može povezati s određenim električnim uređajem ili opremom. Svaki električni uređaj ili oprema pripada određenoj prenaponskoj kategoriji. Kako je već prije došlo do povezivanja učestalosti nastanka štete s iznosima prenapona, to se sada može za svaki pojedini promatrani slučaj (obiteljska kuća, poslovni ured, obrtničku radionicu, proizvodni pogon) povezati iznos šteta T_{pi} u zavisnosti o iznosu prenapona U_{ui} .

6. PROCJENA RIZIKA OD PRENAPONA, PRIHVATLJIVOST RIZIKA I PROCIJENJENA NEODREĐENOST IZRAČUNATOG RIZIKA

Iz dosadašnjeg razmatranja je vidljivo da treba pristupiti na sasvim osobit način procjeni rizika od prenapona koji može nastupiti u električnoj instalaciji. U prvom koraku je potrebno odrediti u kojoj kerauničkoj zoni je smješten objekt u kojem se nalazi električna instalacija. Zatim je potrebno provjeriti da li objekt ima izvedenu gromobransku zaštitu, da li se antenski sustav nalazi na krovu zgrade, da li je priključak na elektroenergetsku mrežu izveden preko zračnih vodova ili preko kabela, te da li se u neposrednoj blizini zgrade nalaze drugi objekti s ugrađenom gromobranskom zaštitom ili s antenskim sustavom. Uzimajući u obzir sve te podatke može se procijeniti učestalost pojave prenapona u električnoj instalaciji te njegova tjemena vrijednost. U drugom koraku je potrebno napraviti popis uređaja na koje može prenapon djelovati razara-

juće, njihovu međusobnu povezanost i procijeniti međusobne utjecaje. U trećem koraku je potrebno procijeniti zastoje u poslovanju te štete zbog toga, kao i direktne štete zbog uništenja uređaja te troškove zbog otklanjanja tih šteta.

Kod same procjene rizika od prenapona u električnim instalacijama nije prikladno koristiti tzv. Vjerojatnostnu procjenu rizika [12] jer ona procjenjuje rizik malo vjerojatnih događaja na jednom izoliranom i tehnički kompliciranom postrojenju s potencijalno velikim ili potencijalno pogubnim posljedicama u kratkom vremenskom razdoblju na relativno velikom prostoru (na primjer rizik zbog rada nuklearnih elektrana). Isto tako nije prikladno koristiti tzv. Metodu brze procjene rizika [13] jer ona procjenjuje rizik od velikih nezgoda na više stacionarnih industrijskih postrojenja smještenih na relativno velikom prostoru u različitim vremenskim razdobljima s potencijalno velikim i pogubnim posljedicama na relativno velikom prostoru (naprimjer zbog događanja u različitim rizičnim postrojenjima u kojima može doći do požara, eksplozija ili ispuštanja opasnih tvari).

Procjeni rizika od prenapona u električnoj instalaciji treba pristupiti kao vrlo vjerojatnom događaju koji se može dogoditi u svakoj električnoj instalaciji, uzimajući u obzir da iznos šteta ovisi o puno parametara. Svaka promatrana električna instalacija predstavlja posebni problem koji treba rješavati od slučaja do slučaja. No, ipak je moguće odrediti osnovne postavke za rješavanje problema.

Rizik od prenapona u električnoj instalaciji se može definirati kao zbroj umnožaka učestalosti pojave štete zbog prenapona u određenoj prenaponskoj kategoriji i procijenjene štete na uređajima i opremi te zastoja zbog otklanjanja šteta na toj istoj prenaponskoj kategoriji:

$$R_i = \sum_i P_{gi} * T_{pi} \quad (2)$$

Za potpuno razumijevanje problema, a da se ne izgubi osnovna nit, dobro je međusobno povezati podnosive udarne napone za svaku od prenaponskih kategorija U_{ui} , učestalost pojave prenapona p_{pp} , učestalost pojave štete od prenapona p_{gi} , procijenjeni iznos nastale štete od prenapona T_{pi} i rizik od prenapona R_i . To je sve (uz procjene šteta dane od autora) napravljeno u tablici 2 za poslovne prostore sa servisom jednog srednje velikog prodavatelja automobila, a u tablici 3. za primjer jedne srednje velike obiteljske kuće.

Prema [14] troškovi ugradnje zaštite od prenapona u sva tri stupnja zaštite bili bi oko 13000 EUR-a, a time bi se vjerojatnost pojave prenapona svela praktični na nulu.

U tablici 3 izračunat je rizik od prenapona u električnoj instalaciji jedne srednje velike obiteljske kuće.

Želi li se smanjiti rizik od prenapona troškovi ugradnje zaštite od prenapona u sva tri stupnja bi iznosili oko 1400 EUR-a [14], a time bi se smanjila vjerojatnost pojave prenapona praktički na nulu.

Tablica 2.

U_p (V)	p_p (1/god)	U_n (V)	p_g (1/god)	Uređaji koji bi bili uništeni	Troškovi (EUR)			Rizik od prenapona (EUR/god)
					uređaja	ostali	ukupni	
1000	3							
1500	1,73	1500	1,78	fax, aut. tajnica, kopirni uređaji, PC+perif.,	25000	100000	125000	222500
2000	0,8							
2500	0,65	2500	0,33	utikači, svjetiljke,	4000	800	4800	1584
4000	0,27	4000	0,06	razdjelnici + oprema,	3000	900	3900	234
				sklopke, utičnice				
6000	0,06	6000	0	KPMO + ugrađena oprema	4500	800	5300	0
Ukupni rizik :								224318

Tablica 3.

U_p (V)	p_p (1/god)	U_n (V)	p_g (1/god)	Uređaji koji bi bili uništeni	Troškovi (EUR)			Rizik od prenapona (EUR/god)
					uređaja	ostali	ukupni	
1000	3							
1500	1,73	1500	1,78	TV+satelit, fax, video+audio PC+perif.,	6000	0	6000	10680
2000	0,8							
2500	0,65	2500	0,33	utikači, svjetiljke,	1000	300	1300	429
4000	0,27	4000	0,06	razdjelnici + oprema,	1000	500	1500	90
				utičnice, sklopke				
6000	0,06	6000	0	KPMO + ugrađena oprema (NH osig., brojilo)	1300	400	1700	0
Ukupni rizik :								11199

Time su dane osnove za procjenu prihvatljivosti rizika; ako je rizik (prikazan kroz EUR/god) da se dogodi šteta zbog neugrađene zaštite od prenapona veći od troškova ugradnje zaštite od prenapona (u EUR) tada je rizik neprihvatljiv! Iz gornjeg je vidljivo da je procijenjeni rizik od prenapona u odnosu na troškove ugradnje zaštite u oba slučaja puno veći, tako da svakako treba pristupiti smanjenju rizika od nastanka prenapona. Kako se to radi i na koji način nije više tema ovog uratka.

Potrebno je još istražiti kolika je neodređenost procijenjenog rizika. U tu svrhu može se postaviti nekoliko pitanja:

1. pitanje: je li primijenjeni model procjene rizika dobro izabran? Autor je postavio njemu nigdje poznati i opisani model procjene rizika od prenapona u električnim instalacijama. Naročita originalnost se sastoji u povezivanju učestalosti pojave prenapona i učestalosti nastanka šteta zbog prenapona. Autoru je poznat jedan rad koji se bavio ovom problematikom [15], no on se zasniva na mjerenjima izdržljivosti izolacija na prenapone koja su provedena radi ispitivanja pouzdanosti izolacije na prenapone.

2. pitanje: koliko su točni iznosi učestalosti prenapona s kojima se ušlo u proračun? To je najslabija točka ovog rada. Već je u t. 3 rečeno s kojim ograničenjima se može uzeti rezultate mjerenja učestalosti.

3. pitanje: koliko kod procjene učestalosti pojave šteta zbog prenapona utječu pretpostavke dane u t. 4 na iznos procijenjenog rizika:

- Nema utjecaja životne dobi izolacije na visinu probojnog napona električnih uređaja i opreme, što svakako nije točno, jer se probojni napon smanjuje sa životnom dobi izolacije.
- Oblik prenapona nema utjecaja na visinu probojnog napona električnog uređaja i opreme, što također nije točno, jer brzina porasta prenapona utječe na iznos probojnog napona.
- Električna izolacija svih uređaja i opreme izvedena je tako da do podnosivog udarnog napona sigurno izdrži prenapon, a nakon prekoračenja podnosivog udarnog napona sigurno dolazi do proboja; to također nije točno jer se uređaji i oprema u stvarnosti ne mogu proizvesti s takvom izolacijom.

Kako je najsporniji podatak onaj o učestalosti pojave prenapona određenog iznosa, a on najviše utječe na

neodređenost procijenjenog iznosa to je ponovljen cijeli izračun za obiteljsku kuću uz pretpostavku da je učestalost prenapona veća za tjemene vrijednosti prenapona 4000 V, 6000 V i novouvedenu vrijednost 10000 V (tablica 4). To se može obrazložiti time da međudjelovanje različitih mreža može biti znatno i vrijednosti prenapona nastalih na taj način znatne.

Također je ponovljen cijeli proračun za slučaj da uopće nema prenapona tjemene vrijednosti većih od 2000 V (tablica 5). Iz dobivenih podataka vidljivo je a) da je procijenjeni rizik jako zavisao o učestalosti pojave prenapona te b) da je i uz male učestalosti pojave prenapona opravdano ugraditi zaštitu od prenapona u električne instalacije.

rištenjem relativno malog broja elektroničkih uređaja i električne opreme). Na osnovu ovih zaključaka o nužnosti i opravdanosti ugradnje zaštite od prenapona u električnim instalacijama slijedeći korak koji se nameće je postaviti osnovne zahtjeve da se to riješi.

LITERATURA

- [1] F. GRONEMEIER: "Vermeidung von Blitz- und Überspannungsschäden an elektrischen und elektronischen Anlagen unter EMV-Gesichtspunkten", DE Der Elektro- und Gebäudetechniker Nr.6/97
- [2] E Beiblatt1 zu DIN VDE 0100-534/07.1999: Elektrische Anlagen von Gebäuden, Allgemeine Grundinforma-

Tablica 4.

U_p (V)	p_p (1/god)	U_u (V)	p_g (1/god)	Uređaji koji bi bili uništeni	Troškovi (EUR)			Rizik od prenapona (EUR/god)
					uređaja	ostali	ukupni	
1000	3							
1500	1,73	1500	2,95	TV + satelit, fax, video + audio	6000	0	6000	17700
				PC + perif.,				
2000	0,8							
2500	0,65	2500	1,5	utikači, svjetiljke,	1000	300	1300	1950
4000	0,6	4000	0,9	razdjelnici + oprema,	1000	500	1500	1350
				Utičnice, sklopke				
6000	0,5	6000	0,4	KPMO + ugrađena oprema (NH osig., brojilo)	1300	400	1700	680
10000	0,4							
Ukupni rizik.:								21680

Tablica 5.

U_p (V)	p_p (1/god)	U_u (V)	p_g (1/god)	Uređaji koji bi bili uništeni	Troškovi (EUR)			Rizik od prenapona (EUR/god)
					uređaja	ostali	ukupni	
1000	3							
1500	1,73	1500	0,85	TV + satelit, fax, video + audio	6000	0	6000	5100
				PC + perif.,				
2000	0,8							
Ukupni rizik :								5100

7. ZAKLJUČAK

U radu je na originalan način povezana učestalost pojave prenapona s učestalošću nastanka štete od prenapona i mogućim štetama zbog prenapona u električnoj instalaciji. Procjena rizika od prenapona u električnim instalacijama pokazuje da je opravdana ugradnja zaštite od prenapona (čak i za obiteljske kuće s ko-

tionen zu Überspannungen und Schutz bei Überspannungen in Niederspannungs-Starkstromanlagen mit Wechselfspannungen

- [3] W. PFEIFFER, F. SCHEUERER: "Überspannungserzeugende Betriebsmittel", etz Elektrotechnik + Automation Heft 3/1993
- [4] DIN EN 60099-5/2000-09: Überspannungsableiter – Teil 5: Anleitung für die Auswahl und die Anwendung

- [5] K. STIMPER, S. SCHWETZ: "Der DKE-Rundversuch 'Überspannungsmessungen', etz Elektrotechnik + Automation Heft 3/1991
- [6] K. STIMPER: "Rundversuch zur Messung transientser Überspannungen beginnt im Herbst", etz Elektrotechnik + Automation Heft 18/1988
- [7] G. ACKERMANN, M. HUDASCH, S. SCHWETZ, K. STIMPER: "Überspannungen in Niederspannungsanlagen", etz Elektrotechnik + Automation Heft 3 / 1993
- [8] S. SCHWETZ: "Gefahren am Arbeitsplatz durch transiente Überspannungen", etz Elektrotechnik + Automation Heft 3/1993
- [9] G. ACKERMANN, K. SCHEIBE, K. STIMPER: "Isolationsgefährdende Überspannungen im Niederspannungsbereich", etz Elektrotechnik + Automation Heft 1-2/1997
- [10] P. HASSE: "Blitzschutz mit integriertem Störschutz als Massnahme der EMV", de Der Elektro- und Gebäudetechniker Nr.4/1994
- [11] DIN VDE 0100-443/2002-01: Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4: Schutzmassnahmen; Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen; Hauptabschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen
- [12] V. MIKULIČIĆ, Z. ŠIMIĆ, I. VRBANIĆ: "Vjerojatnostna procjena tehničkih rizika", Energija 51/2002
- [13] D. ŠKANATA, N. MALBAŠA i drugi: "Procjena rizika od energetske i drugih kompleksnih gospodarskih sustava na području grada Zagreba", Gospodarstvo i okoliš 1/1995
- [14] O. BOM: "Mehr Sicherheit mit Überspannungsschutz", Sonderdruck Nr.49 Dehn + Sohne
- [15] H. KÜTTNER: "Zuverlässigkeitsisolierungen von Niederspannungsisolierungen bei transienten Spannungen", etz Elektrotechnik + Automation Heft 113/1992

OVERVOLTAGE RISK ASSESSMENT OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

Growing sensitivity of electrical equipment on overvoltage occurrence and electrical installation network requires probability assessment of overvoltage occurrence in electrical installations as well as risk assessment. In order to evaluate overvoltage risk in electrical installations, the dan-

ger of overvoltage is identified, and its causes observed. Values are given as well as probabilities of overvoltage occurrence in electrical installations, including damages caused by overvoltage. Probability of overvoltage is brought into relation with possibility of damage, and risk assessment is done. Based on that evaluation it is concluded that almost all electrical installations could be protected by overvoltage equipment in a cost-effective way.

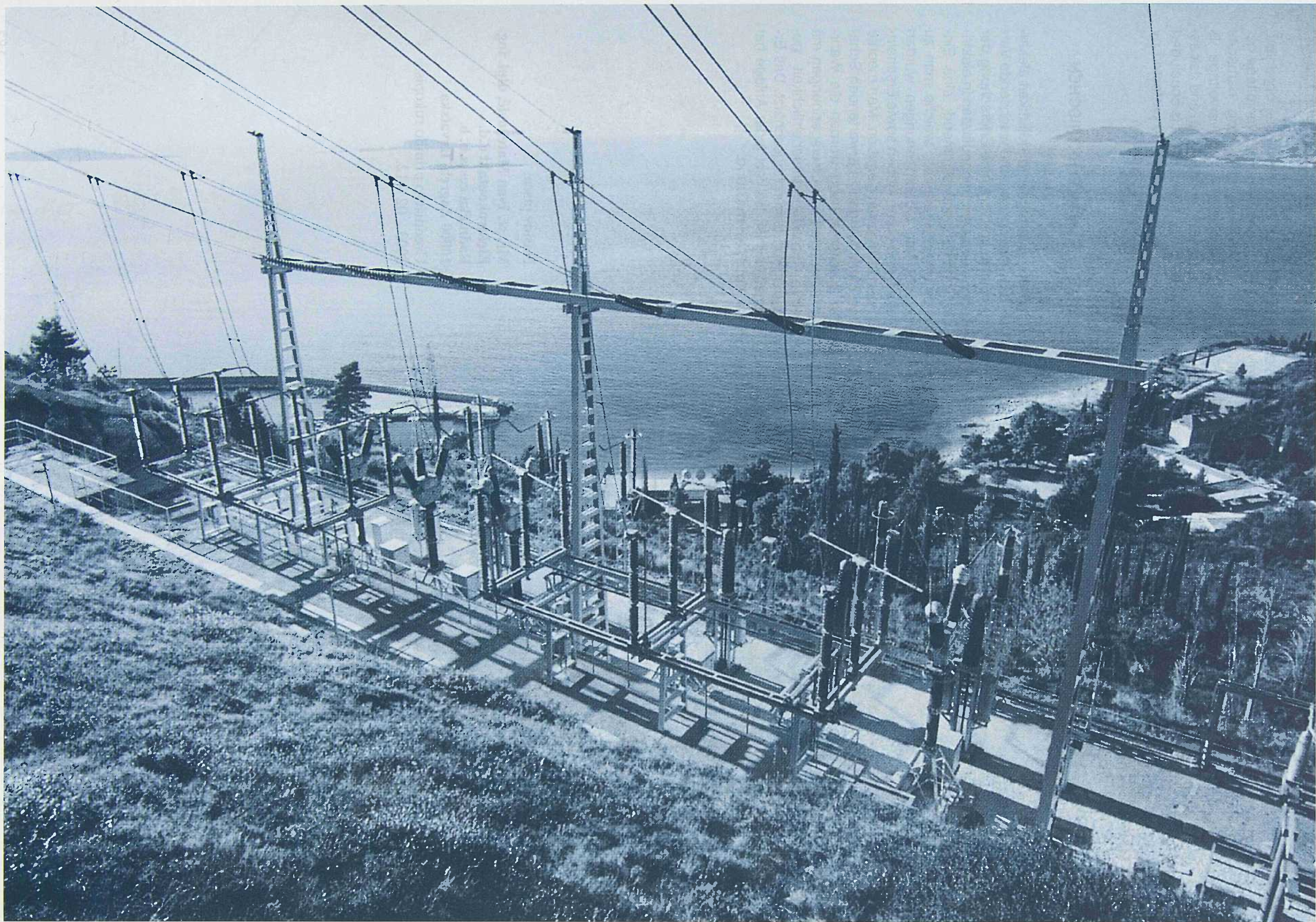
DIE EINSCHÄTZUNG DER ÜBERSPANNUNGSGEFAHREN IN ELEKTRISCHEN ANLAGEN

Die immer grössere Überspannungsempfindlichkeit elektrischer Einrichtungen, sowie die andauernd wachsende Verknüpfung der Anlagennetze verlangt eine Erforschung der Wahrscheinlichkeit vom Überspannungsaufreten in elektrischen Anlagen, und damit übereinstimmend, eine Einschätzung der Überspannungsgefahren, welche man zu diesem Zweck erforscht hat. Überspannungen wurden nach Ursachen unterteilt und deren Höhen sowie Erscheinungserwartungen in den Anlagen angegeben. Man machte auf die in elektrischen Einrichtungen zu erwartenden Schäden aufmerksam; in Zusammenhang wurden die Wahrscheinlichkeiten der Entstehung von Überspannungen mit der daherstammenden Schadenwahrscheinlichkeit gebracht, und die Schaden von denen abgeschätzt. Das Ergebniss dieser Abschätzung ist: bei fast jeder Anlage hat der Überspannungsschutz seinen Grund.

Naslov pisca:

**Mr. sc. Ivan Mateković, dipl. ing.
Elektrokontakt d.d.
Radnička cesta b. b.
10000 Zagreb, Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:
2003 – 02 – 12.



GIS U JAVNOJ RASVJETI GRADA ZAGREBA

Ranko S k a n s i, Zagreb

UDK 621.328
STRUČNI ČLANAK

U skladu s premisama modernog poslovanja te spoznaje o kvaliteti tehnologija koje su danas dostupne, razvijen je pilot projekt GIS-a iz domene javne rasvjete za područje Sv. Klare kraj Zagreba. Pri tome je korištena ESRI GIS tehnologija na razini ArcView 8 programskog paketa. Od sklopovske tehnologije, korišteno je računalo na bazi Pentium IV (1.6 GHz) procesora te ručni GPS uređaj tvrtke Trimble povezan s ručnim računalom Compaq IPAQ. Radi što preglednije i konciznije obrade, razvijena je osnovna baza podataka koja sadrži temeljne geografske podatke kao i temeljne tehnološke attribute. Za prikaz trenutnog stanja, proizveden je multimedijalni film trajanja 7,5 min. Film prikazuje kompoziciju od tri kadra. Veći je dio dedican noćnoj vožnji kroz Sv. Klaru, gornji manji, dnevnoj vožnji istom trasom, te manji donji prikazuje trenutnu poziciju na planu Sv. Klare.

Ključne riječi: GIS, Geografski Informacijski Sustav, podatak, karta, javna rasvjeta, GPS, Global Positioning System, Sv. Klara, ESRI, ArcView, Compaq IPAQ, Trident, parametri, prostorni podaci, atributni podaci, projekt.

1. UVOD

Čovjek odavna želi putem matematičkih i simboličkih alata prikazati i opisati zbivanja i događaje u prirodi. Iz te se potrebe razvio cijeli niz znanosti. Prihvaćajući premisu o čovjeku kao najsavršenijem biću, moramo prihvatiti činjenicu da su ga upravo razum i komunikacijske sposobnosti, te različite metode prenošenja informacija drugim ljudima, postavile u razred savršenih bića. Velike napore, čovjek je od početaka svojeg postojanja, ulagao u potrebu opisivanja svojih osjećaja, misli i znanja, a sve sa svrhom da život učini jednostavnijim kao i da te informacije prenese drugim ljudima. Mnogo stvari, događaja, misli, moguće je prikazati simbolima ili matematičkim relacijama, međutim, postoje i stvari koje iziskuju veće napore u tom kontekstu. Jedna od tih je znanje.

Ako se složimo s činjenicom da je veliko znanje potrebno kako bi se sustavi javne rasvjete izgrađivali, održavali ili jednostavno "održavali na životu", složiti ćemo se i da je potrebno odabrati odgovarajuću tehnologiju koja će nas zadovoljiti u svim aspektima znanja koji su potrebni u kontekstu javne rasvjete. Bez puno razmišljanja, a nakon provjere danas dostupnih tehnologija, odlučili smo se za GIS platformu. Svjesni delikatnosti domene javne rasvjete kao i svih popratnih aspekata ove ljudske djelatnosti, te opsežnih konzultacija, a u isto vrijeme imajući na umu krajnji cilj domene javne rasvjete, a to je daljinsko upravljanje i nadzor, potvrđeno je da se GIS alati današnjice uz parcijalne dopune, definitivno mogu shvatiti kao najadekvatnije sredstvo za postizanje željenog cilja.

2. GIS

2.1. Općenito

Recimo najprije neke osnovne stvari o GIS tehnologiji. GIS je skraćenica od: **Geografski Informacijski Sustav (Geographic Information System)**.

Primarno služi za potrebe planiranja i za inženjerske tvrtke, geodete i kartografe, komunalna poduzeća te organizacije koje se bave zaštitom okoliša.

Nova tržišta za GIS tehnologiju se strahovito brzo otvaraju gdje god organizacije shvate da rade s informacijama koje se odnose na prostor. Uporaba GIS tehnologije za upravljanje prostornim podacima je postala odlučujući faktor konkurentnosti.

Tradicionalni ručni način u upravljanju ovih podataka je postao prespor i preskup. Ovaj ekonomski pritisak nas je doveo do nagle ekspanzije GIS tehnologije.

U najširem smislu riječi GIS je svaka ručna ili kompjutorizirana grupa procedura koja se koristi za pohranjivanje i upravljanje geografski referenciranim podacima.

GIS daje značenje geografskim informacijama kako bi bile korištene za veliki broj aplikacija od korisnika koji imaju širok spektar znanja i vještina. Da bi se ovi podaci koristili u odlučivanju, njihova kvaliteta mora biti pouzdana.

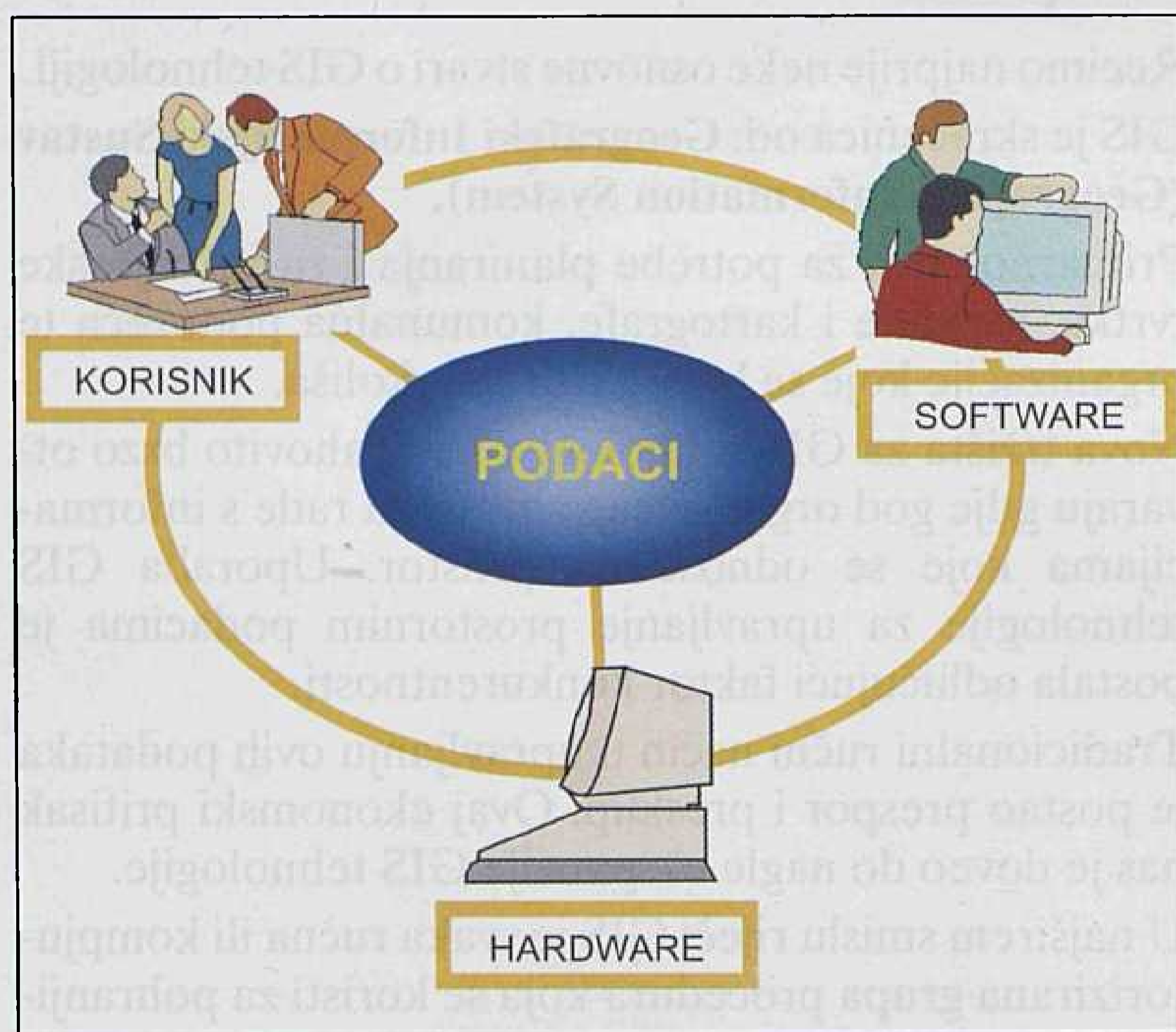
Osnovna definicija GIS-a bila bi: "Računalna tehnologija koja omogućava upravljanje i gospodarenje prostornim (geografskim) informacijama." Proširenije i preciznije tumačenje ove definicije govori da se radi o zbirci strojne opreme, programske podrške, geograf-

skih podataka i školovanih korisnika sa zadaćom bilježenja, pohranjivanja, posadašnjenja (ažuriranja), obrade, analize i prikaza svih detalja zemljopisnih informacija. Također, može se reći da se radi o tehnologiji koja korisniku predstavlja stvarni svijet u obliku informacija povezanih s određenom ciljanom lokacijom.

Osim toga, GIS je sustav za planiranje, upravljanje, procjenu korištenja zemljišta, njenih resursa i infrastrukture.

GIS, općenito, može biti (strogih granica nema): ručni (analogni podaci), uz djelomičnu podršku računala (analogni i digitalni), te uz isključivu podršku računala (digitalni), no bez obzira na svoju osnovnu karakteristiku i modalnost, radi se o pohranjivanju i upravljanju geografski referenciranim podacima. Drugim riječima, GIS je svaka ručna ili automatizirana grupa procedura koja se koristi za pohranjivanje i upravljanje geografski referenciranim (prostornim) podacima.

Za razliku od dosadašnjih projektantskih i programerskih tehnologija, osnovni entitet GIS tehnologije je podatak, a ne karta ili neki drugi oblik grafičkog prikaza. Ovdje se govori o aspektu tzv. "inteligentne kartografije" koja počiva na kvalitetnim i posadašnjenim podacima, čime je pogodna za precizno grafičko prikazivanje situacije iz stvarnog svijeta. Iz ove premise proizlazi činjenica da su podaci središnji subjekt u tehnologiji koja se zove GIS.



Slijedeći ideju o podacima, kao središnjem subjektu GIS tehnologije, recimo i nešto o njima općenito. U svojoj osnovi, pohranjivanje podataka je:

pretvorba analognih podataka u digitalne, digitalizacija karata (pretvorba crteža na papiru u digitalni zapis u računalu), te unos pisanih podataka u tablične forme u računalu. Osim toga radi se i o pretvorbi digitalnih podataka iz jedne forme u drugu ili iz jednog načina zapisa na računalu u drugi način zapisa. Također, pod upravljanjem podacima se podrazumijeva: obnavljanje podataka, obrada podataka i njihovo oblikovanje.

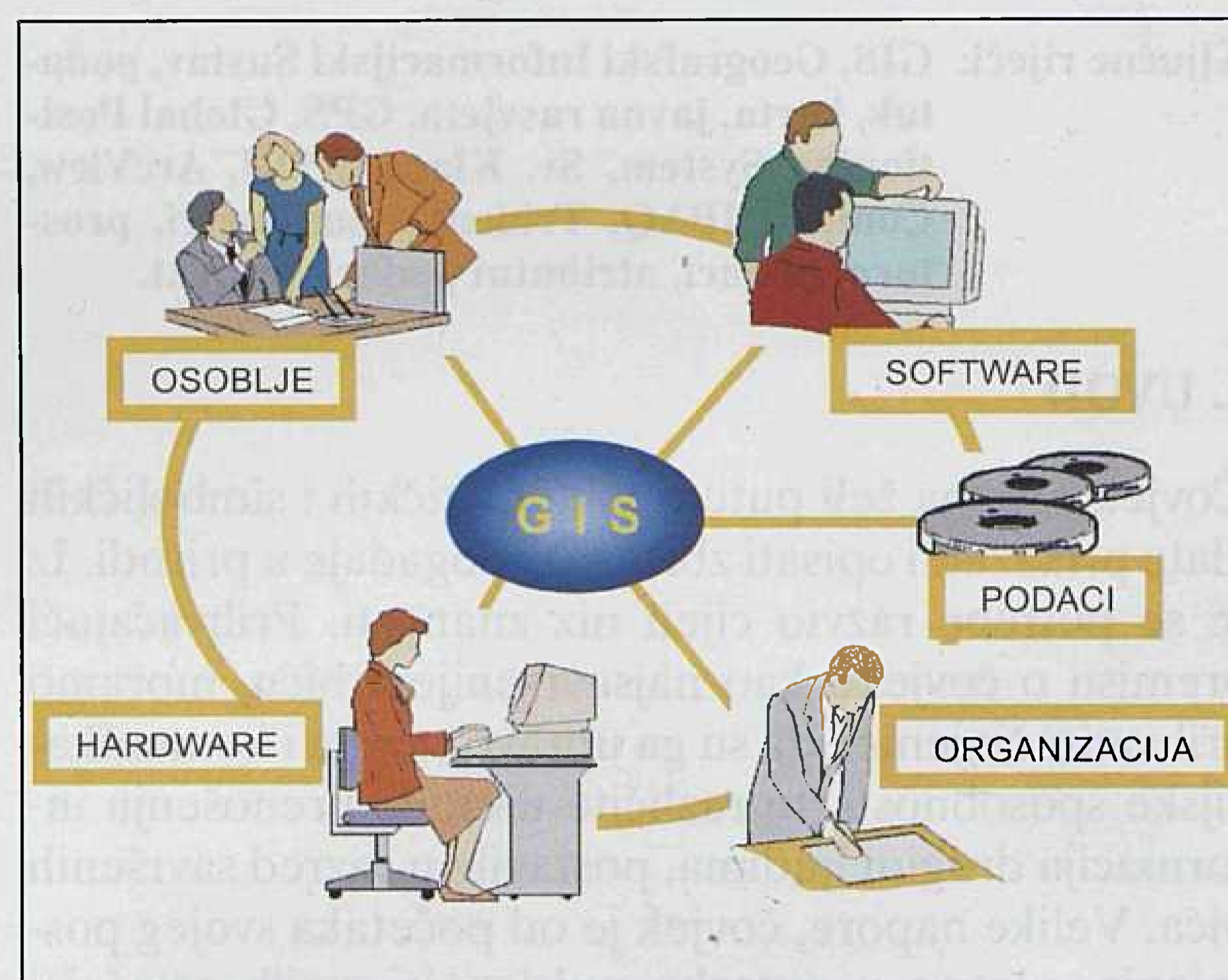
Temeljni podaci GIS-a su dvovrsni:

digitalne karte	prostorni podaci
tablice	atributivni podaci

GIS objedinjuje u logičku cjelinu digitalne karte raznih izvora (grafički podaci) i tablične podatke (atributni podaci). Grafički podaci i atributni podaci zajedno čine **GIS BAZU PODATAKA**.

Napomena: GIS nije digitalna kartografija, što se često pogrešno tumači. Digitalna kartografija je jedan od izlaza GIS-a. Eventualno se može smatrati inteligentnom interaktivnom kartografijom kod koje su osnova podaci u bazi, a prikazi u grafičkom obliku vezani uz sustav zaključivanja i pretraživanja tih podataka.

Drugi koncept percepcije GIS tehnologije je onaj s GIS platformom u centru, oko koje se nalaze važni elementi ukupne GIS ideje:



Rasčlanjujući ovaj koncept definiraju se sljedeći elementi:

STROJNA OPREMA (HARDWARE)

- Računala
- Mreže
- Grafički uređaji

PROGRAMSKA PODRŠKA (SOFTWARE)

- GIS programski paketi
- Baze podataka
- Operativni sustav
- Mrežni programski paketi

PODACI

- Vektorski podaci (točke, linije, poligoni)
- Rasterski podaci (fotografije, rasterske podloge, ...)
- Slike (fotografije pojedinih objekata ili njihovih dijelova)
- Atributne informacije (dodatni podaci vezani uz neki objekt)

OSOBLJE

- Manageri
- Administratori
- GIS tehničari / operateri
- Programeri
- Krajnji korisnici
- Potrošači

ORGANIZACIJA

- Planski pristup
- Standardizacija
- Specifikacije
- Procedure.

Tipična organizacija podataka je prema njihovoj svrsi i namjeni, te grupacija prema vrstama parametara, pa tako razlikujemo:

- geodetske parametre
- zemljopisne parametre
- komunalne parametre
- energetske parametre
- socijalne parametre
- fiskalne parametre.
- ..

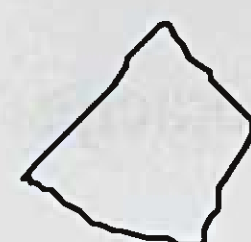
2.2. Kako GIS radi

Već je ranije rečeno, podatke možemo podijeliti u dvije osnovne kategorije. To su **PROSTORNI PODACI** i **ATRIBUTNI PODACI**. Iz sljedeće tablice bit će jasnije o čemu se radi:

Prostorni podaci:

X točka – predstavlja npr. Geodetsku točku, hidrant, javni telefon

— linija – predstavlja obalu, cestu, vodovod, plinovod,...

 poligon – predstavlja parcelu, zonu, granicu,...

Atributni podaci:

tablice:

broj parcele	vlasnik	površina

Brojne svjetske studije su pokazale:

80% podataka koje koriste Uprave gradova u svakodnevnom radu su **prostorni podaci**, stoga ne treba čuditi brza ekspanzija GIS tehnologije u mnoge sfere ljudskog djelovanja.

GIS kao tehnologija ima osobine (prednosti):

- vizualiziranja podataka
- organiziranja podataka
- integriranja podataka iz raznih izvora
- analiziranja podataka
- postavljanja pitanja
- otkrivanja onoga što je bilo “skriveno”.

2.3. Svrha GIS-a

Temeljna zadaća Državnih i lokalnih uprava i samouprava za gospodarenje zemljištem je vrlo složena u stručnom, tehnološkom i organizacijskom smislu.

GIS kao tehnologija pomaže ostvarenju temeljne zadaće Uprava za gospodarenje zemljištem za:

- unos podataka
- upravljanje podacima
- planiranje
- analizu podataka
- brzinu obrade
- donošenje odluka.

GIS aplikacija istodobno obrađuje vrlo mnogo podataka, i gdje god se traži istodobno vrlo mnogo točnih podataka, GIS je nezamjenjiv.

Do sada smo govorili o površinama, odnosno o dvodimenzionalnim relacijama. Stvarni svijet je, međutim, trodimenzionalan, pa je ovdje nužno spomenuti cjelokupnu domenu iz koje nastaju podaci, a to je prostor. Realni prostor današnjice, pogotovo u urbanim sredinama, svakodnevno je podlozan promjenama, kako u prostornom smislu tako i u atributnom smislu. Osnovne osobine realnog prostora koji nas okružuje su:

- stanje u prostoru nije konstantno
- postojeći podaci nisu dovoljni
- postojeći i potrebni podaci nisu uravnoteženi
- postojeći i potrebni podaci nisu ažurni.

Iz toga slijedi još veća potreba za obradom podataka na jedinstveni i transparentan način, kako bi se sve negativne konotacije iz gornje liste umanjile ili eliminirale.

GIS tehnologija omogućava ulazak u virtualni svijet podataka, koji je vjerna kopija stvarnog realnog svijeta koji nas interesira. O ovom, virtualnom svijetu, moguće su operacije koje su teže izvedive u stvarnom svijetu. Naprimjer, moguće je kretanje kartom duž neke zadane linije smjera (engl. path), udaljavanje od površine (promjena mjerila prikaza), prikaz elemenata prostora prema našem zahtjevu, kombinatorika s prostornim i atributnim elementima lokacije koja nas zanima itd. Također, moguće je mijenjati kartografske projekcije, osigurana je dobra orijentacija na površini ili u prostoru, i osim toga, mogući su precizni prikazi u bilo kojem zadanom mjerilu. Osim toga, ova tehnologija omogućava prikaz atributnih podataka vezanih uz neki prostorni podatak, zaista samo uz pomoć jednog klika mišem.

Jedna od karakteristika GIS tehnologija, je svakako sposobnost razlikovanja različitih "slojeva". Poput drugih kvalitetnijih grafičkih aplikacija, i u okviru ove tehnologije moguća je definicija korisničkih katova podataka, čime se omogućava grupiranje i selektivni prokaz jedne, više ili svih tako organiziranih grupa podataka. Općenito možemo okarakterizirati sloj kao:

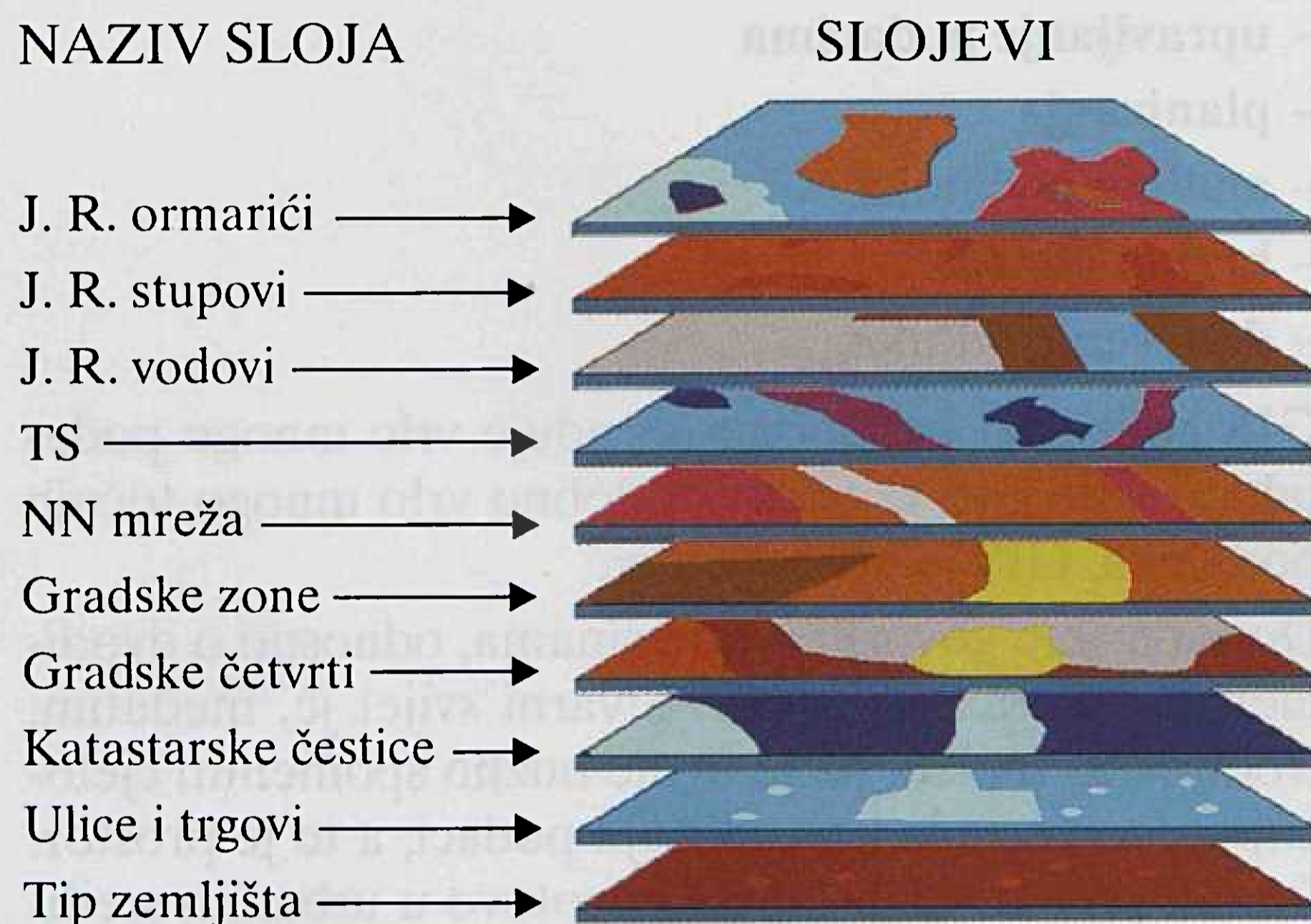
SLOJ = lokacije + informacije

SLOJ = objekti + atributi

a oni se u okviru normalnog rada:

- mogu uključiti ili isključiti
- mogu poredati jedan preko drugog
- mogu uključiti ili isključiti u ovisnosti o mjerilu.

Jedan primjer koji će na zoran način objasniti što su to slojevi u GIS tehnologiji, dan je sljedećom slikom:



Obučeni korisnik, osim isključivanja i uključivanja slojeva, može postavljati složene upite prema bazi podataka te tražiti iscrtavanje rezultata na nekoj preddefiniranoj podlozi, sloju ili grupi slojeva. Tako se u osnovi razlikuju:

PROSTORNI UPITI I SELEKCIJE

Selekcija prema prostornim odnosima

Koji strujni krugovi prelaze preko zadanog trga?

LOGIČKI UPITI I SELEKCIJE

Selekcija prema atributnoj informaciji

Koja rasvjetna tijela imaju regulaciju?

Također, GIS tehnologija omogućava primjenu jednostavnih i složenih analitičkih relacija, tako da je moguće npr:

- klasifikacija slojeva prema atributima
- usporedba slojeva
- presjeci slojeva
- preklapanja slojeva
- prostorno modeliranje
- itd.

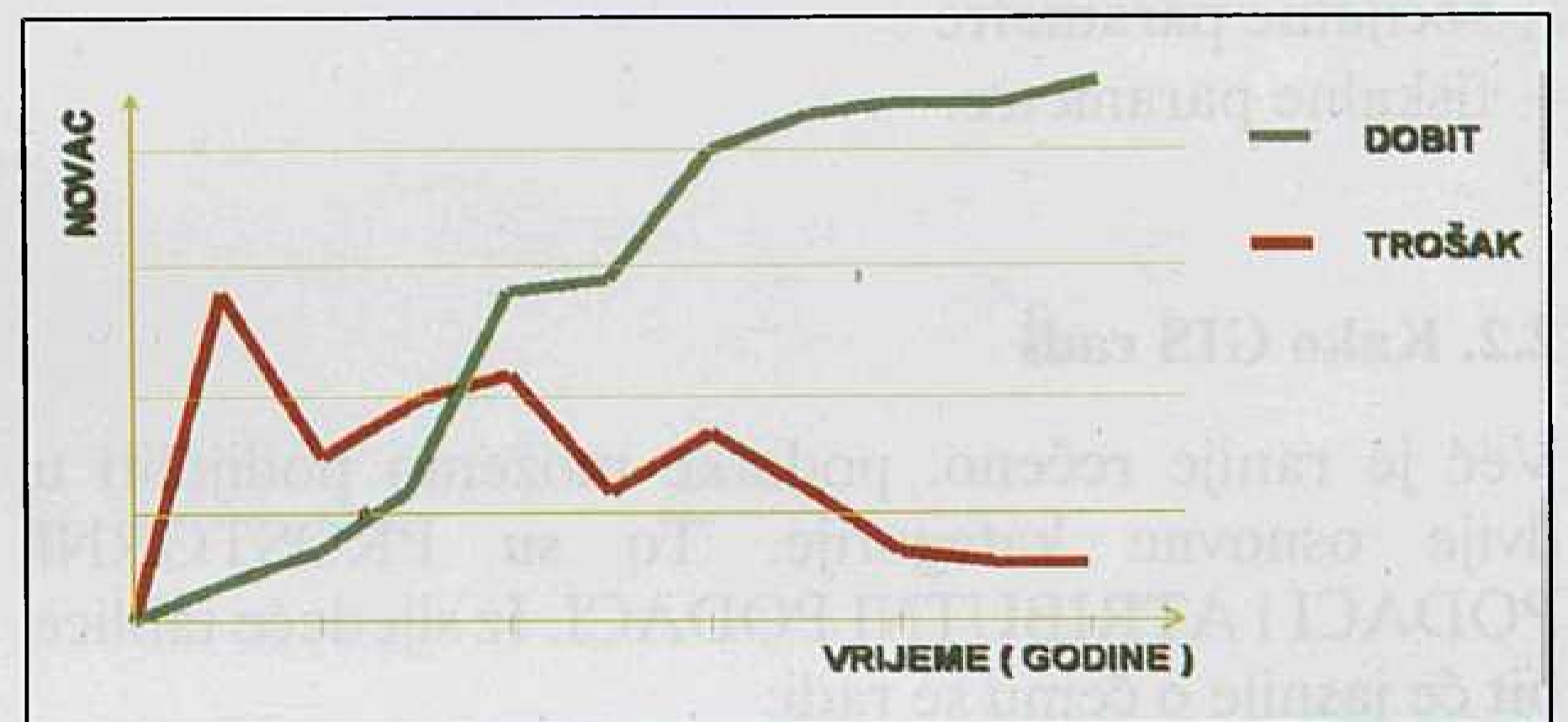
Zaključimo, GIS tehnologiji ćemo pristupiti tek kada smo postali dovoljno svjesni tehnoloških mogućnosti, opravdanosti investicije te unaprjeđenja poslovanja.

Stoga ponovimo koje premise je potrebno zadovoljiti kako bismo "pribavili ulaznicu za GIS":

- JASNI CILJEVI
- RAD
- OSOBLJE
- STROJNA OPREMA
- PROGRAMSKA OPREMA
- PODACI
- AUTORITET I DOSLJEDNOST VODSTVA.

Svako poslovanje, pa i onaj dio poslovne aktivnosti koji se bavi unaprjeđenjem poslovanja, mora voditi velikog računa o troškovima, kako svojim tako i troškovima cjelokupnog pravnog subjekta u sklopu kojega funkcionira. Stoga je ovo zgodno mjesto za navesti i neke ekonomske aspekte GIS tehnologije. Na sljedećem dijagramu dan je shematski odnos uloženog (troškovi) i vraćenog (dobit) na osnovi velikog broja poslovnih analiza (izvor: GIS World, 12. 2001.).

TROŠAK NASUPROT DOBITI



Navedimo i pojedine opće kategorije koje dovode do stvaranja odnosa kakav je prikazan na prethodnom dijagramu:

TROŠKOVI

- prikupljanje i pretvaranje informacija
- programska oprema, informacijski sustav i aplikacije
- osposobljavanje osoblja
- nabava i održavanje strojne opreme

DOBIT

- brži i učinkovitiji pristup informacija
- djelotvornija obrada podataka, evidencija informacija
- utemeljenje odluke, ekološka svijest
- ažurno stanje informacija
- obrazovano osoblje
- vlastiti i kvalitetni kartografski i grafički prikazi.

Podsjetimo se stare talijanske izreke "Uomo informato; uomo mezzo salvato" (informirani čovjek je na pola spašen čovjek), te recimo glasno, odluke je lako donositi ako nema informacija:

Alice: "Kojim od ovih puteva moram krenuti?"

Mačak: "Kamo namjeravaš doći?"

Alice: "Ne znam!"

Mačak: "Onda je svejedno!"

2.4. Što mora zadovoljiti GIS tehnologija

Da bismo uopće razmatrali ulazak u svijet GIS-a, moramo biti odlučni u svojim prohtjevima. Osnovne stvari koje GIS tehnologija mora zadovoljiti su:

- JEDNOSTAVNOST UPORABE
- MOGUĆNOST USPOSTAVE PROCEDURA
- OSIGURANJE KVALITETE
- TRAJNOST U VREMENU
- ZAŠTITA INVESTICIJE.

Stoga, ako procijenimo nakon detaljnih pred-analiza da neka od ovih kategorija nije zadovoljena, treba odustati od nabave GIS tehnologije ili se uz savjetovanje s iskusnim korisnicima potruditi i načiniti nove analize te provjeriti njihove rezultate.

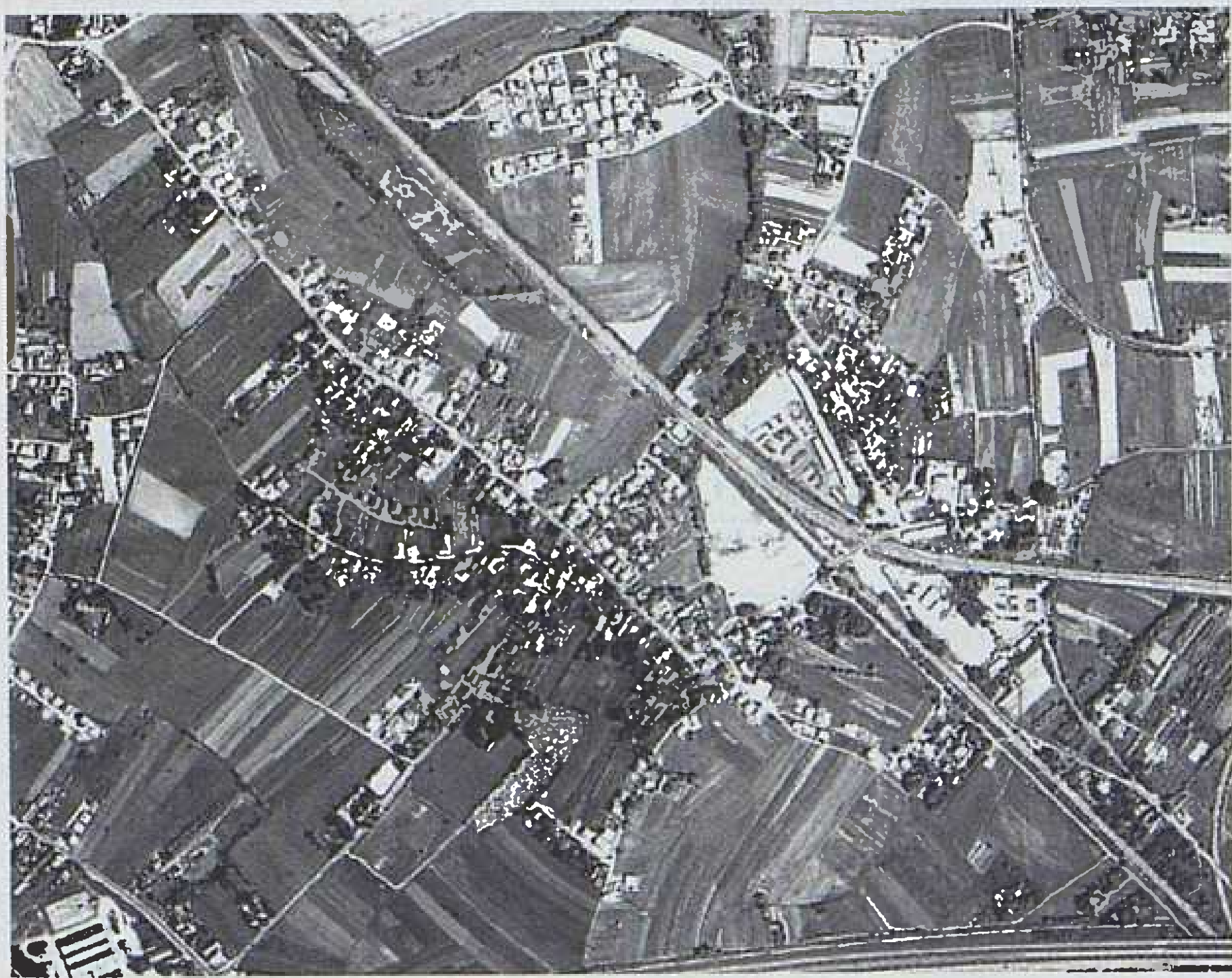
2.5. Osvrt na prostorne podatke kao temelj GIS-a

U svrhu što je moguće veće točnosti budućih podataka, idealno je osigurati brzu i točnu digitalizaciju prostornih koordinata. Ovaj postupak je dugotrajan i skup, pa treba imati na umu sljedeće:

- svrha podataka i uporabljivost za rješavanje konkretnih zadataka
- točnost i koločina postojećih podataka
- tehničko-tehnološke mogućnosti
- vremenske i financijske mogućnosti.

Prostorni podaci visoke točnosti su sadržani u katastarskim i topografskim planovima u mjerilu 1:1000. Ovo mjerilo je vrlo pogodno za formiranje i povezivanje mnogobrojnih atributnih podataka (broj parcele, vlasništvo, površina itd.). Proces dobivanja ovih karata digitalnom obliku je skup i dugotrajan.

Danas se, međutim, nalazimo i sa drugim tipovima podataka koji predstavljaju "digitalnu" podlogu prostora našeg interesa. Na tržištu su dostupni tzv. DOF (Digital Ortho Photo) podaci, koji su u stvari fotogra-



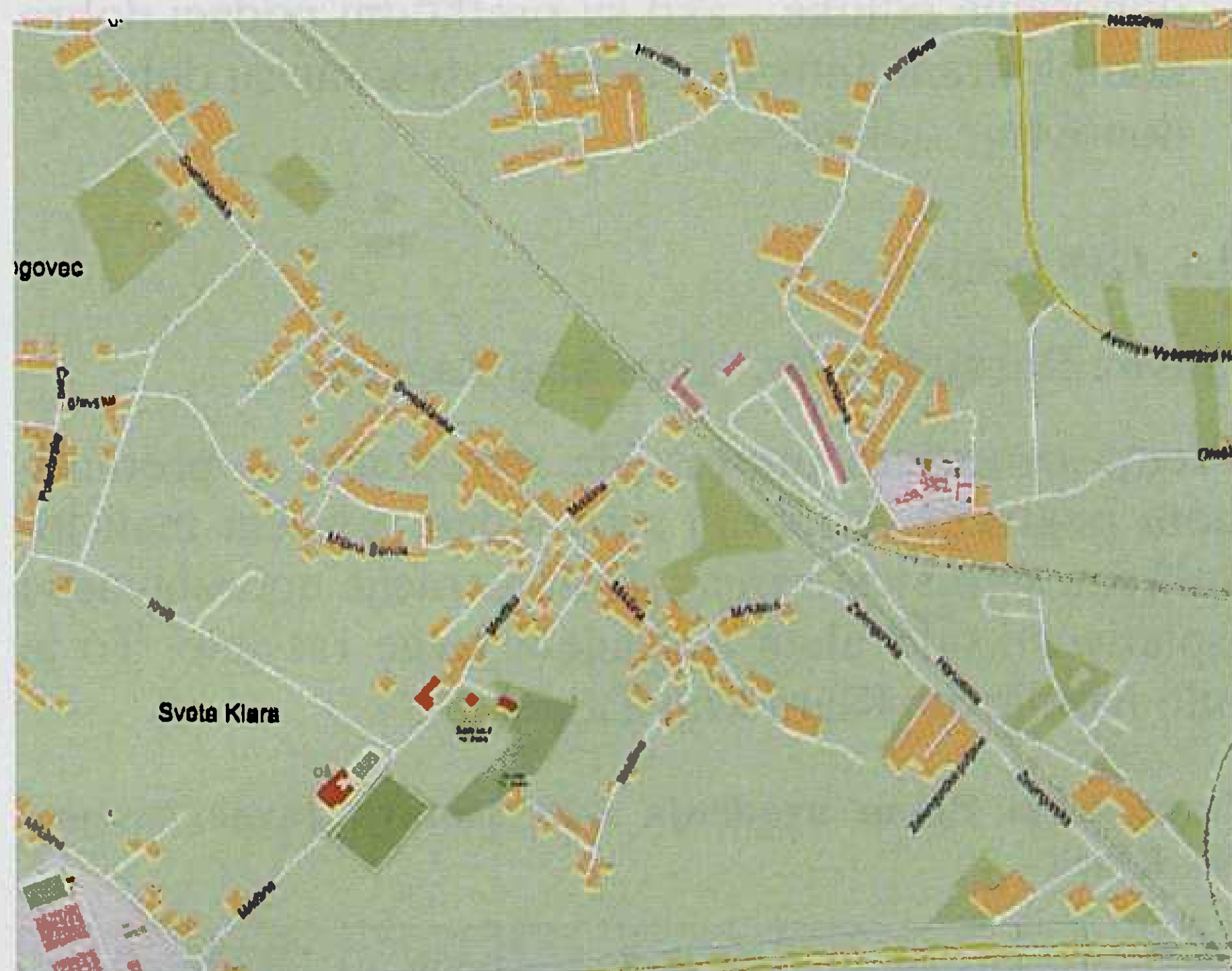
Slika prikazuje područje Sv. Klare kraj Zagreba, snimljeno iz zraka (DOF)

metrijske snimke površine našeg interesa iz zraka (avio, ne satelitske!).

Tvrtke koje se bave obradom ovog tipa podataka, nerijetko vrše i interpretaciju istih, čime nastaje filtrirani prikaz površine, gdje su naznačeni samo bitni elementi (prometnice, vodotokovi, građevine i željezničke pruge).



Slika prikazuje preklopljene DOF i interpretiranu podlogu



Slika prikazuje samo interpretiranu podlogu istog lokaliteta

Druga, manje točna mjerila su također pogodna za GIS, ako u pogledu točnosti zadovoljavaju zahtjeve korisnika.

Odluka o kartama kao temeljnom podatku za GIS se ostvaruje suradnjom Ureda za katastar i geodetske poslove i Odjela Gradske uprave gdje se GIS koristi.

3. IZBOR MANJEG REALNOG GIS PROJEKTA

Kod implementacije GIS-a treba znati:

- Implementacija GIS-a je profitabilna
- Daje rezultate u razumnom roku.

Zbog gore navedenog, Projekt mora biti manjeg obima i realan, kako bismo investitora u što je moguće kraćem vremenu uvjerali u ispravnost odluke o nabavci GIS tehnologije te implementaciji iste u svojoj radnoj sredini. Već je prije rečeno da postoji i "ručni" GIS ili njegovi dijelovi. Zato, ako želimo automatizirati ručno rađene procese, potrebno je izvršiti sljedeće korake:

- odabrati mali realni (pilot) projekt
- specifikacija problema - koje informacije trebamo iz sustava i u kom obliku
- definiranje GIS baze podataka - koje informacije stavljamo u bazu
- specifikacija sustava - sw i hw
- prikupljanje podataka - digitalizacija karata i atributni dio
- obrada podataka - dolaze iz raznih izvora, pa ih treba prilagoditi
- analiza podataka - stavljamo "grube" analogne podatke u digitalnu formu pa je potrebna provjera
- upravljanje podacima - sigurnost i dopuna podataka, procedure (tko, kada, gdje, kako)
- prikaz podataka - tabele, grafikoni, karte, izvještaji
- ocjena greške i točnosti - računalo zna obraditi podatke, ali ne zna da li su podaci točni
- donošenje odluke - ako su prethodni podaci dobro kompletirani, informacije tako stvorene su dobre za donošenje odluke.

3.1. GIS projekt:

"Javna Rasvjeta u Sv. Klari kraj Zagreba"

Prema osnovnim premisama navedenim u prethodnom poglavlju, odabrali smo jedan priručni mali lokalitet u svrhu testiranja i demonstracije uporabivosti i isplativosti GIS alata u domeni javne rasvjete. To je bilo naselje Sv. Klara kraj Zagreba.

Gantogram Plana uvođenja GIS sustava Javne rasvjete Sv. Klare

veljača	ožujak	travanj	svibanj	srpanj
Nabavka hw, sw za prvi GIS projekt	obuka i priprema za početak rada	unos prikupljenih podataka u aplikaciju	izrada tematskih karata	povezivanje grafike i alfa-nerike

Svjesni činjenice da o ovom lokalitetu postoji malo digitalnih podataka tehničke naravi, a prvenstveno vezanih uz instalaciju javne rasvjete, pristupili smo definiranju procedura za ovaj radni zadatak. Prvi i osnovni korak u kontekstu kvalitetnog GIS rješenja, svakako je bio specificirati problem, tj. odlučiti koje sve informacije moramo prikupiti a koje su vezane uz sustav.

U prvom redu konzultirali smo sve direktno i indirektno koinvolvirane subjekte koji bi eventualno mogli raspolagati tehničkom dokumentacijom koja nam je trebala. Nakon uvida u dokumentaciju, odlučili smo

pribaviti DOF podlogu lokaliteta Sv. Klara, kao i interpretiranu DOF podlogu.

Model baze podataka definiran je prema sljedećim tablicama:

1. Tablica atributa: MJERNO MJESTO (MM) – TRAFOSTANICA

R. br.	Naziv atributa	Tip	Kodirana lista (+ = da)
1	Šifra	int	
2	Naziv	char	
3	Adresa	char	
4	Tip ploče	char	+
5	Max. br. struj. krugova	int	
6	Broj struj. krugova	int	
7	Upravljanje	char	+
8	God. Izgradnje	char	
9	Vršna snaga (kW)	float	
10	Šifra potrošača	char	
11	Serijski br.brojila	char	
12	Izvedba	char	+
13	Pristup	char	+
14	Vlasnik	char	+
15	Br. dosjea u arhivi	char	
16	Napomena 1	char	
17	Napomena 2	char	
18	Labela	char	

Napomena: U ovoj kao i u sljedećim tablicama, u stupcu "tip" oznake znače sljedeće: int – integer (cjelobrojni atribut); char – character (slovno brojčani atribut); float – floating point (atribut označen decimalnim brojem); obj – object (multimedijski objekt: slika, zvuk, film).

2. Tablica atributa: NAPOJNI VOD (NV)

R. br.	Naziv atributa	Tip	Kodirana lista (+ = da)
1	Šifra	int	+
2	Grupa	char	+
3	Naziv	char	+
4	Mjerno mjesto	char	
5	Strujni krug	int	
6	Naziv strujnog kruga	char	
7	Ring	char	+
8	Materijal	char	+
9	Broj žila	int	+
10	Presjek (mm ²)	float	+
11	Napon (v)	int	+
12	Napajanje	char	+
13	Regulacija	char	+
14	Br. osnovnog sredstva	char	

R. br.	Naziv atributa	Tip	Kodirana lista (+ = da)
15	Datum montaže	char	
16	Datum demontaže	char	
17	Duljina NV između stupova (m)	float	
18	Duljina NV iz arhive	float	
19	Vlasnik	char	+
20	Napomena 1	char	
21	Napomena 2	char	
22	Labela	char	

3. Tablica atributa: RASVJETNO MJESTO (RM)

U ovoj tablici kratice znače sljedeće:

- SN ...Stup Nosač
 SV ...SVjetiljka
 JR ...Javna Rasvjeta
 SN_NN_JR ...Stup Nosač_Nisko Naponska mreža na Stupu Nosaču Javne Rasvjete
 AKZ ...Anti Korozivna Zaštita
 KPO ...Kabelski priključni ormarić
 OP ...Ostali Potrošači na javnoj rasvjeti.

U tablici su grupirani atributi rasvjetnog mjesta i označeni u stupcu "Pripadnost", s obzirom na komponentu rasvjetnog mjesta.

R. br.	Naziv atributa	Tip	Pripadnost	Kodirana lista (+ = da)
1	Vrsta čvora			+
2	Broj mjernog mjesta	int	RM	
3	Broj strujnog kruga	int	RM	
4	Broj rasvjetnog mjesta	char	RM	
5	SN_Šifra	char	SN	+
6	SN_Grupa	char	SN	+
7	SN_Naziv elementa	char	SN	+
8	SN_Proizvođač	char	SN	
9	Materijal	char	SN	+
10	SN_Visina (m)	float	SN	+
11	SN_broj lukova			+
12	SN_Površina (m ²)	float	SN	
13	SN_Otpor uzemljenja	char	SN	
14	SN_datum mjerenja otpora uzemljenja	char	SN	
15	SN_datum zadnjeg AKZ-a	char	SN	
16	SN_Datum postavljanja	char	SN	
17	SN_NN_JR	char	SN	+
18	SN_Ring_JR	char	SN	+
19	SV_Broj žarulja	int	SV	
20	Režim rada	char	SV	+
21	SV_Snaga (kW)	float	SV	+

R. br.	Naziv atributa	Tip	Pripadnost	Kodirana lista (+ = da)
22	SV_Šifra	char	SV	+
23	SV_Grupa	char	SV	+
24	SV_Naziv	char	SV	+
25	SV_Proizvođač	char	SV	+
26	SV_vrsta žarulje	char	SV	+
27	SV_Inventarski broj	char	SV	
28	SV_Datum montaže	char	SV	
29	SV_Datum demontaže	char	SV	
30	SV_Datum zamjene žarulje	char	SV	
31	Napajanje	char	SV	+
32	Šifra vlasništva	char	RM	+
33	Opis vlasništva	char	RM	+
34	Tip potrošača	char	OP	+
35	Opis	char	OP	
36	Snaga (kW)	float	OP	
37	KPO	char	SN	+
38	Fotografija	obj	RM	
39	Napomena 1	char	RM	
40	Labela	char	RM	

Naknadnim provjerama i redefinicijom, utvrđena je mogućnost redukcije atributa baze podataka, budući se radi o pilot projektu. Unatoč pojednostavljenju, obaveza je bila zadržati sve one attribute koji bi omogućili proširenje baze kada se za to ukaže potreba.

Osim alfanumeričkih podataka, lokaciju smo dopunili i fotografskim podacima vezanim uz svako rasvjetno tijelo, te se i taj slikovni atribut našao u bazi podataka. U nastavku je dano nekoliko sličica koje dokumentiraju gore rečeno:



Specifikacija tehničkog sustava na kome će zaživjeti GIS platforma, sveo se na proučavanje potrebnih tehnologija kako sklopovskih (engl. hardware), tako i programskih (engl. software). Prema savjetu stručnjaka iz ovog područja, odabrano je moderno računalo bazirano na Pentium 4 procesoru (1.6 Ghz) te opskrbljeno RAM memorijom od 1 GB. Računalo je također opremljeno kvalitetnom Matrox Millennium G550 grafičkom karticom te multimedijским adapterom. Osim toga postavljena su dva 17" LCD monitora, prema načinu kako to podržava grafička kartica.

U svrhu dopunske akvizicije te provjere točnosti, nabavljen je Trident prijenosni GPS (Global Positioning System) uređaj koji se povezuje s ručnim računalom Compaq IPAQ. Ovaj uređaj doprinio je većoj točnosti očitavanja lokacije pojedinih točkastih entiteta, kao i provjeri lokacije već definiranih i unesenih entiteta.

Izbor programskog paketa, pao je na ESRI tehnologiju, preciznije na ArcView 8.1 programski paket.

Usljedila je prospekcija terena i ustanovljavanje realne situacije na terenu. Poslu smo pristupili planski, tako da je tijekom obilaska lokaliteta, vođen precizan dnevnik o svim parametrima koji su se mogli ovakvom prospekcijom utvrditi. Na osnovi prethodno definiranog modela baze podataka za koju smo procijenili da je dovoljno kompleksna za potrebe tehničke uporabe, uslijedilo je i prikupljanje terenskih podataka. Osim optičkog utvrđivanja lokacije pojedinog elementa javne rasvjete, GPS (Global Positioning System) uređajem, potvrdili smo precizno koordinate pojedinih entiteta. Očitavanja ovim uređajem nismo sprovodili kontinuirano, već samo za lokacije čija je pozicija bila upitna te za ključne lokacija na križanjima ili prijelazima preko pruge.

Programski paket omogućava sinkronizirano prikazivanje osnovnih atributnih i prostornih podataka, te prikaz dodatnih podataka prema zahtjevu korisnika. Tako se iz naše iscertane baze podataka u kojoj su pohranjeni svi stupovi koji su zatečeni na terenu, moglo logičkim upitima dobiti presjek baze te prikazeti samo neke karakteristične podatke, npr drvene stupove sa svjetiljkama Elektrokovine. Također je, koristeći alate GIS programa, moguće klikom na pojedini prostorni element, dobiti ispis tablice atributa koja tom elementu odgovara.

Naknadnim analizama pojedinih podataka, ustanovljena je velika točnost podataka u bazi te je odlučeno da se na temeljima ovog projekta mogu bez problema graditi kompleksniji sustavi ovog područja.

4. ZAKLJUČAK

Sukladno premisama modernog poslovanja te poznavajući problematiku javne rasvjete grada Zagreba, odlučili smo se za izvedbu GIS pilot projekta relativno malog lokaliteta: Sv. Klare kraj Zagreba. Na ovom području smo testirali sve do sada poznate spoznaje o ovoj tehnologiji, te smo se uvjerali kako je ona pogodna i za područja znatno većeg rasprostiranja, kao što je to grad Zagreb u cjelosti. Osim dopune baze, odnosno modela podataka, sva ostala, u ovom projektu uporabljena tehnologija, može se direktno i bez promjena koristiti i za veća područja. Osim svega do sada rečenog, a svjesni krajnjeg cilja moderne koncepcije javne rasvjete, a to je centralni dispečerski centar, možemo tvrditi kako smo odabrali zaista univerzalnu tehnologiju, primjenjivu do samog krajnjeg cilja. Naime, ESRI GIS platforma, uz dopunske programske modula,

podržava kontekst daljinskog upravljanja i nadzora. Preciznim projektiranjem od samog početka, te doradom sklopovlja na terenu (senzori i agenti daljinskog upravljanja), uspostavila bi se razina koja zadovoljava potrebe dispečerskog centra, a samim tim se gradu Zagrebu nudi mogućnost ekonomičnog upravljanja javnom rasvjetom.

LITERATURA

- [1] Uvod u GIS – GISDATA d.o.o., 1994.
- [2] **GIS Data Conversion Handbook** – Glenn E. Montgomery, Harold C. Schuch, 1993.
- [3] **The GIS Glossary** – ESRI Inc., 1996.
- [4] **Managing a GIS**, ARC/INFO Method – ESRI Inc., 1995.
- [5] **Inside ARC/INFO** – Michael Zeiler, Onword press, 1994.
- [6] **Introduction to ArcView GIS** – ESRI Inc., 1996.
- [7] **ONLINE SLIDE LIBRARY** – ESRI Inc., 1997
- [8] **WWW.ESRI.COM** – ESRI Inc., 1997
- [9] **Digital Earth Alpha Versions** – Mark E. Reichardt (mreichardt@usgs.gov) – Digital Earth Community Meeting, Oracle Corporation, 2-3 May 2000

GIS IN PUBLIC LIGHTING OF THE CITY OF ZAGREB

According to modern management as well as to the knowledge of the quality of today's technology, GIS pilot project for public lighting for the area of Sv. Klara near Zagreb has been developed. ESRI GIS technology on the level of ArcView 8 programming package has been used. As regards hardware Pentium IV (1,6 GHz) based computer has been used as well as GPS handy equipment from Trimble connected to handbook Compaq IPAQ. In order to get good insight and evaluation, basic data base has been developed that consists of fundamental geographic data and technological attributes. To grasp the current state a multimedia film has been developed lasting for 7.5 minutes. The film consists of three scenes. A larger part is devoted to a night drive through Sv. Klara, the upper smaller to a day's drive by the same route while the lower shows the current position on the map of Sv. Klara.

"GIS" IN DER STRASSENBELEUCHTUNG DER STADT ZAGREB

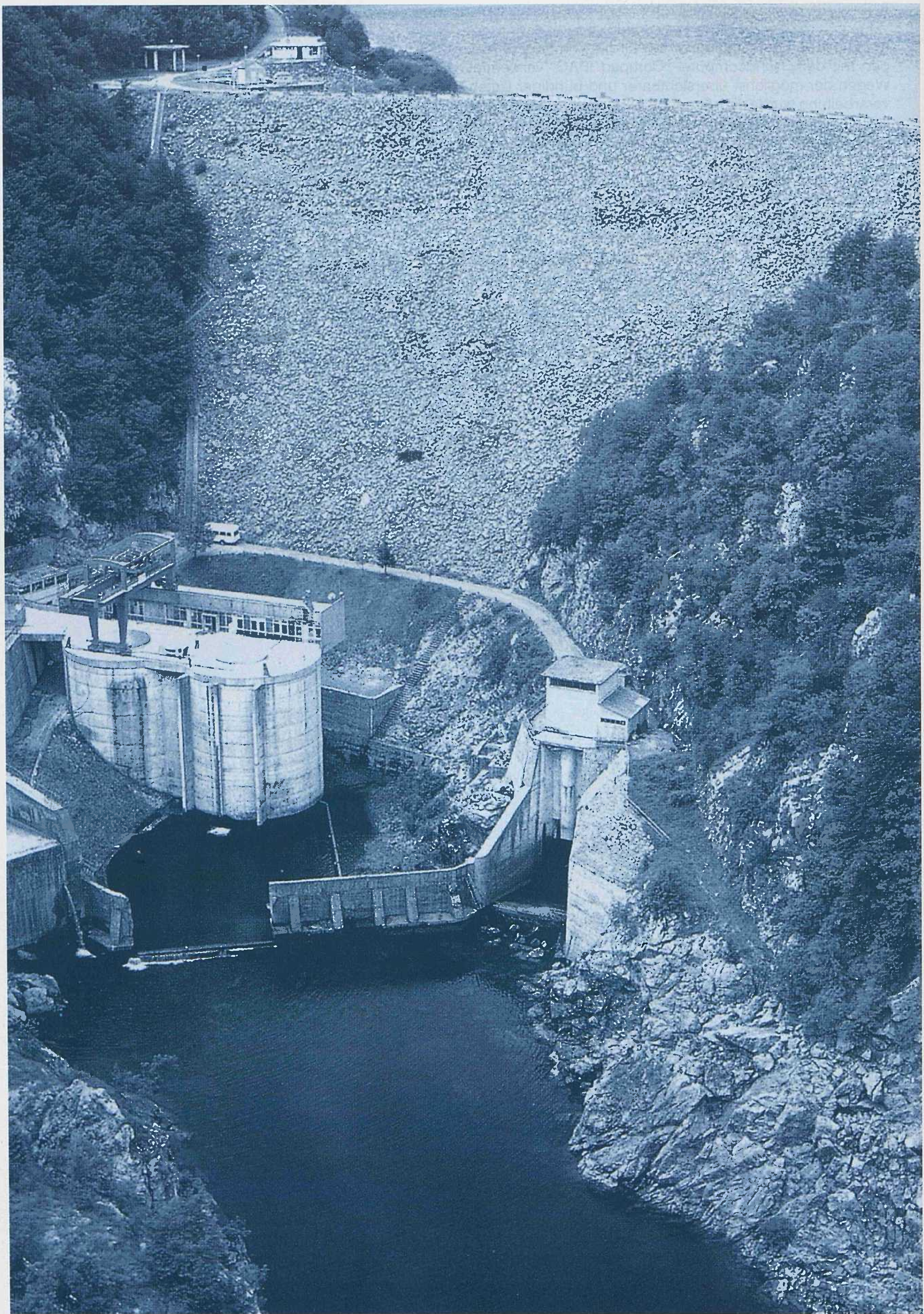
In Übereinstimmung sowohl mit den Voraussetzungen der zeitgenössischen Betriebsführung als auch mit den Kenntnissen bezüglich der Qualität der heuer zugänglichen Verfahrenskunden ist der Vorentwurf der Strassenbeleuchtung für den Bereich der zagreber Vorstadt Sveta Klara entwickelt worden. Dies geschah auf Grund des Programmes genannt: "System erdkundlicher Auskünfte" auf englisch "GIS" (Abkz. von: Geographic Information System). Er beruht auf dem vom Institut für die Untersuchung des Umgebungssystems "ESRI" (Abkz. in englisch: Environmental Systems Research Institute) auf der Stufe des "ArcView 8" Programmpaketes entwickelten Verfahren. Als Geräteausstattung wurde der Rechner mit Pentium IV Prozessor (1,6 GHz) und das Taschengerät GPS (Abkz. in englisch: Global Positioning System = digitales System der Standortbestim-

mung mittels Raumflugkörper) der Firma "Trimble", verbunden mit dem Handcomputer "Compaq IPAQ" verwendet. Wegen der möglichst übersichtbarer und bündiger Datenverarbeitung wurde eine Grunddatenbank mit wesentlichen erdkundlichen Angaben und grundsätzlichen Datensatzfeldern des Verfahrens geschaffen. Für die Darstellung des augenblicklichen Zustandes ist ein multimedialer Film in der Dauer von 6 Minuten erzeugt. Der Film zeigt eine Kombination von drei Aufnahmeteilen. Der grössere Teil des Leinwandes zeigt eine Nachtfahrt durch Sveta Klara. Der obere, kleinere Teil zeigt dieselbe Fahrt bei Tageslicht, und der untere den augenblicklichen Standort am Stadtteilplan von Sveta Klara.

Naslov pisca:

Ranko Skansi, dipl. ing,
ELICOM d.o.o., Nova ves 5,
10000 Zagreb, Hrvatska
e-mail: ranko.skansi@elicom.hr

Uredništvo primilo rukopis:
2002 – 12 – 02.



NAPONSKE PRILIKE UZDUŽ SAMONOSIVOG OPTIČKOG KABELA OVJEŠENOG NA STUPOVE VISOKONAPONSKOG VODA

Prof. dr. sc. Matislav Majstrovic, Zagreb – Petar Sarajcic, Kaštel Sućurac

UDK 621.515.5:621.3.05
PREGLEDNI ČLANAK

U novije vrijeme došlo je do demonopolizacije u elektroenergetskom i telekomunikacijskom sektoru, što je dodatno otežalo dobivanje novih ili proširenje postojećih koridora. Zbog toga se sve češće optički kabeli postavljaju na stupove visokonaponskih vodova. Ovi kabeli se nalaze u jakom električnom polju, pa svako onečišćenje njihovog plašta može dovesti do oštećenja istih. U članku se analiziraju naponske i strujne prilike uzduž onečišćenog plašta samonosivog optičkog kabela bez metalnih dijelova, koji je ovješena na čeličnorešetkaste stupove visokonaponskog voda.

Ključne riječi: dalekovod, optički kabel, napon, suha zona, preskok.

1. UVOD

Zamjenom klasičnih telekomunikacijskih vodova (vodovi s metalnim vodičima (paricama)) s optičkim (bez metalnih dijelova) izostaje poznati elektromagnetski utjecaj elektroenergetskih vodova na vodove telekomunikacija. Zbog toga se danas oni često postavljaju relativno blizu visokonaponskih vodova. U nekim zemljama može ih se naći i na stupovima dalekovoda. Očekuje se da će u budućnosti ovakav način polaganja naći sve veću primjenu zbog ograničenosti prostora i sve težeg dobivanja pripadnih koridora. Zbog toga će se postojeći koridori koristiti maksimalno kako u energetskom, tako i telekomunikacijskom pogledu, tj. da se jedan koridor koristi za obje namjene. Današnja tehnološka dostignuća omogućavaju izradu optičkih kabela bez metalnih dijelova (engl.: all-dielectric self-supporting – ADSS) kojima se, ovisno o dodatnom teretu, mogu savladati rasponi od 800 do 1000 m. Posebna pozornost treba biti posvećena pri postavljanju ovih kabela na stupove visokonaponskih dalekovoda, naročito u sredinama u kojima se javljaju prirodna i/ili umjetna onečišćenja [2, 3, 4]. Onečišćenje plašta optičkog kabela nastaje taloženjem čestica nečistoće na njegovoj površini, te se pritom formira jedna tanka naslaga. Ovisno o njevoj strukturi i vremenskim uvjetima (vlažnosti zraka) ona postaje manje ili više vodljiva. Pri povećanoj vodljivosti ona postaje vodič drugog reda (ima svojstva elektrolita). S obzirom da se nalazi u električnom polju visokonaponskog voda, njome će teći uzdužna struja. Ova struja će biti veća što je veća vodljivost naslage i uzrokovat će toplinske gubitke. Zbog toga će doći do njenog zagrijavanja, a potom i sušenja. Sušenje je diskontinuirano, što dovodi

do toga da se uzduž plašta optičkog kabela javljaju suhe zone, a na njima razlike potencijala. Ove razlike potencijala mogu biti takvog iznosa da uzrokuju preskoke preko pripadnih suhih zona. Ovisno o lokalnim uvjetima, spomenuti se parcijalni preskoci mogu spontano ugasiti ili mogu prerasti u veći električni luk. U ovom radu će se analizirati elektrostatski utjecaj faznih vodiča visokonaponskog dalekovoda na optički kabel kojem je onečišćen plašt. Fazni vodiči, dozemna užad i optički kabel su ovješeni na istim stupovima. Prezentirat će se razvijeni matematički model koji omogućava proračun naponskih prilika uzduž onečišćenog plašta optičkog kabela. Na temelju ovog proračuna mogu se odrediti naponska naprezanja suhih zona, te tokovi struja i radni gubici snage (toplinski gubici) uzduž plašta optičkog kabela.

2. MATEMATIČKI MODEL

Potencijal na onečišćenom plaštu optičkog kabela javlja se zbog kapacitivne sprege između faznih vodiča i optičkog kabela. Ovi kapaciteti se određuju pomoću pripadne matrice potencijalnih koeficijenata P . Dimenzija ove kvadratne matrice jednaka je ukupnom broju vodiča koji utječu na električno polje u prostoru dalekovoda (fazni vodiči, dozemna užad i ADSS optički kabel s onečišćenim plaštem). Pretpostavi li se da dalekovod ima dva dozemna užeta (slika 1) slijedi da su elementi ove matrice po jedinici duljine [5]:

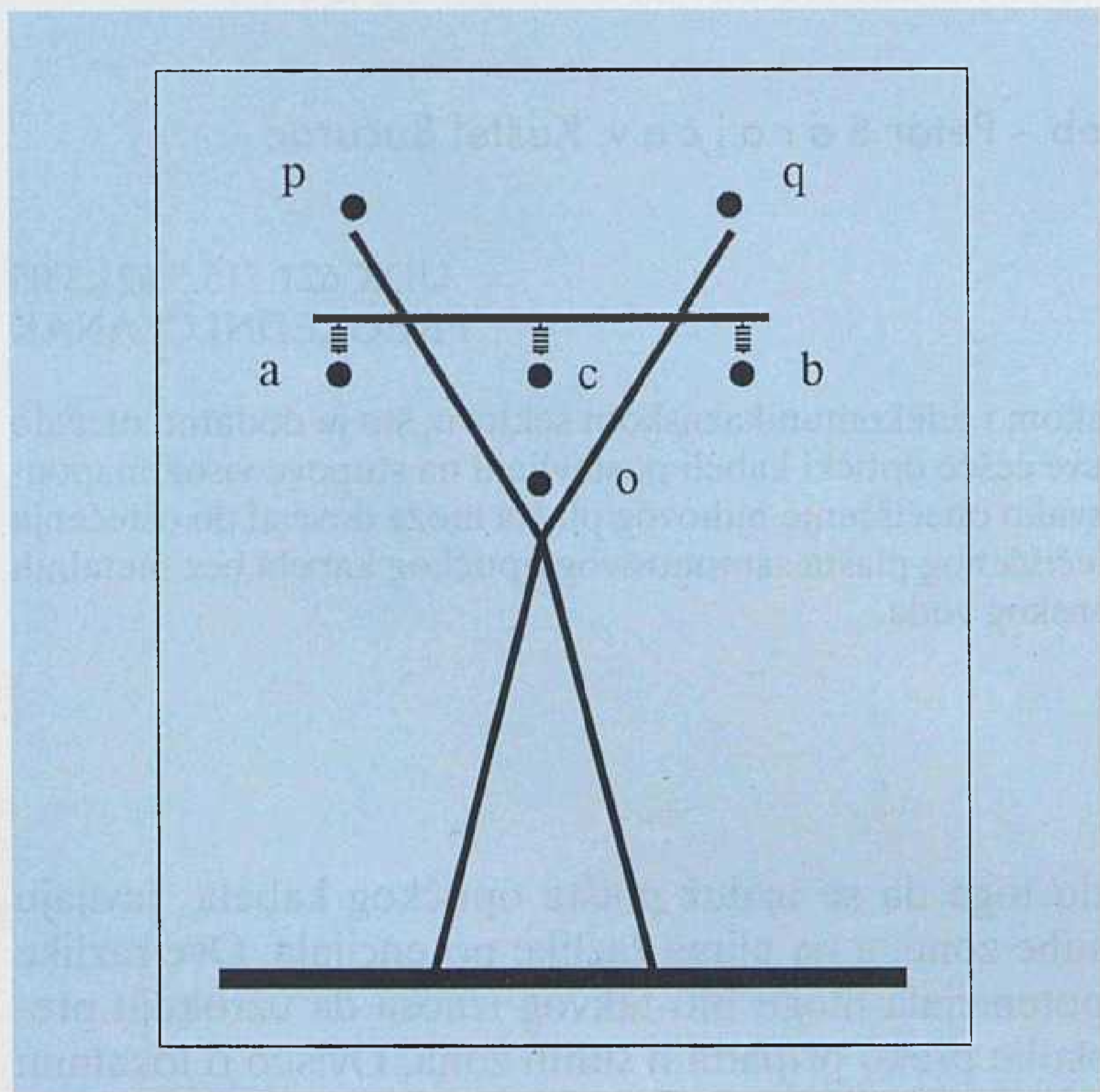
– dijagonalni elementi

$$P_{ii} = 18 \cdot 10^9 \ln \frac{2h_i}{r_i} \left[\frac{\text{Vm}}{\text{As}} \right] \quad (1)$$

$i = a, b, c, o, p, q$

gdje je:

- h_i – visina i-tog vodiča nad zemljom,
- r_i – radius i-tog vodiča
- a, b, c – fazni vodiči,
- p, q – dozemna užad,
- o – ADSS optički kabel s onečišćenim plaštom,



Slika 1. Dalekovod s dva dozemna užeta i onečišćenim optičkim kabelom

– izvandijagonalni elementi

$$P_{ik} = 18 \cdot 10^9 \ln \frac{D_{ik}}{d_{ik}} \left[\frac{\text{Vm}}{\text{As}} \right] \quad (2)$$

$$i = a, b, c, o, p, q$$

$$k = a, b, c, o, p, q,$$

$$i \neq k$$

gdje je:

d_{ik} – udaljenost između i-tog i k-tog vodiča,

D_{ik} – udaljenost između i-tog vodiča i zrcalne slike k-tog vodiča.

Slijedi da su naponi vodiča:

$$V^{abcopq} = P^{abcopq} \cdot \lambda^{abcopq} \quad (3)$$

gdje je:

P^{abcopq} – matrica potencijalnih koeficijenata vodiča,

λ^{abcopq} – stupčana matrica linijskih gustoća naboja vodiča.

Budući da su dozemna užad uzemljena na svakom stupu (njihovi naponi su jednaki nuli ($V^{pq} = 0$ (V))) slijedi da je:

$$\begin{bmatrix} V^{abco} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_I & P_{II} \\ P_{III} & P_{IV} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda^{abco} \\ \lambda^{pq} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Transformacijom ove matrične jednadžbe dobiva se:

$$V^{abco} = P^{abco} \cdot \lambda^{abco} \quad (5)$$

gdje je:

$$P^{abco} = P_I - P_{II} \cdot P_{IV}^{-1} \cdot P_{III} \quad (6)$$

Matrica kapacitivnih koeficijenata po jedinici duljine voda je:

$$K^{abco} = (P^{abco})^{-1} \quad (7)$$

Budući da je poznata matrica kapacitivnih koeficijenata slijedi da su:

– međusobni kapaciteti po jedinici duljine voda:

$$C_{ij} = -K_{ij} \quad (8)$$

$$i = a, b, c, o.$$

$$j = a, b, c, o.$$

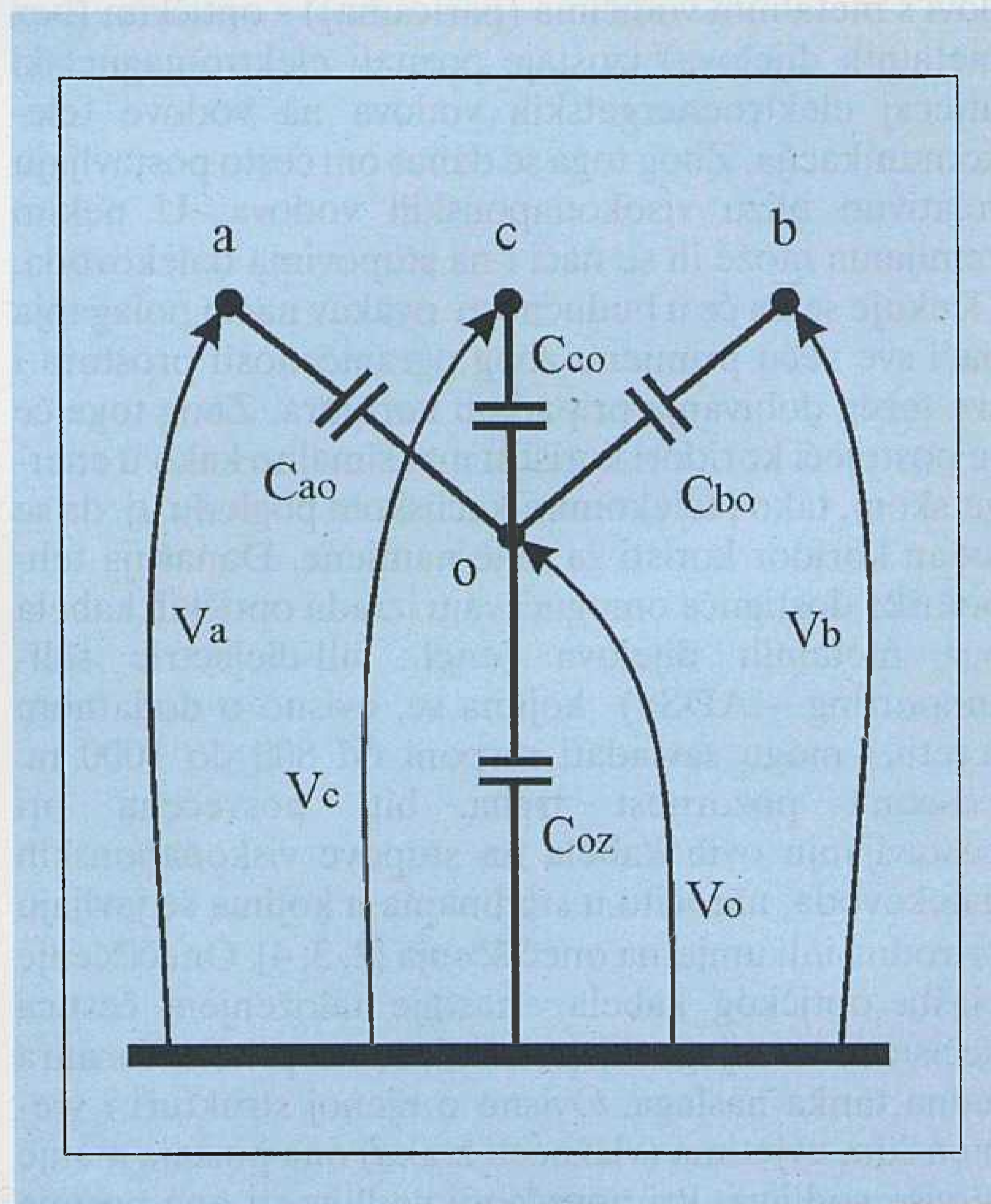
$$i \neq j$$

– dozemni kapaciteti po jedinici duljine voda:

$$C_{iz} = \sum_{j=a}^o K_{ij} \quad (9)$$

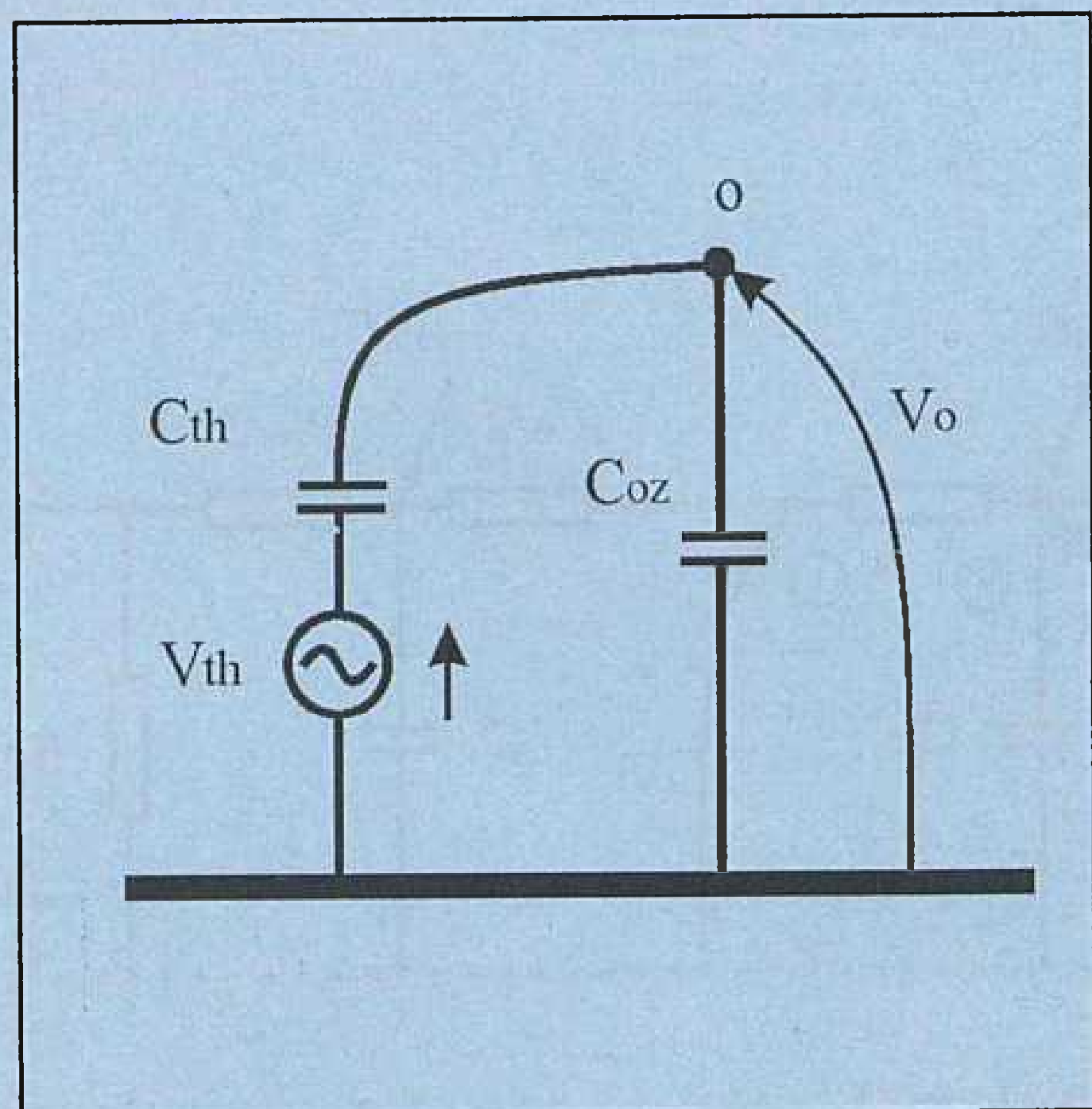
$$i = a, b, c, o.$$

Utjecaj faznih vodiča (a, b i c) na optički kabel s onečišćenim plaštom prikazan je na slici 2.



Slika 2. Kapacitivna veza faznih vodiča i optičkog kabela s onečišćenim plaštom

U skladu s Millman-ovim teoremom utjecaj faznih vodiča može se prikazati pomoću Thevenin-ovog ekvivalenta (slika 3).



Slika 3. Kapacitivna veza optičkog kabela s onečišćenim plaštem i Thevenin-ovog ekvivalentna faznih vodiča

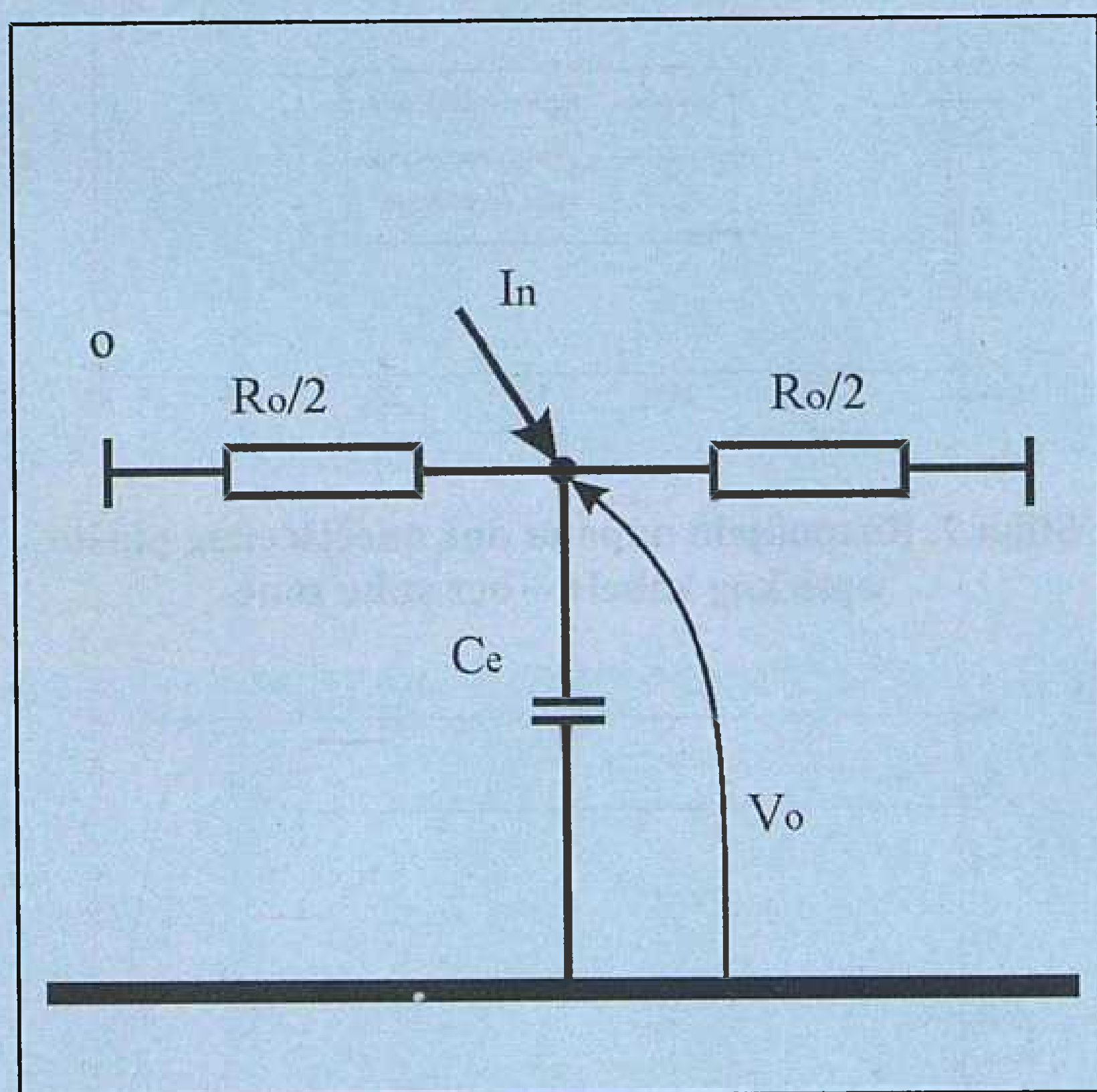
Pri tom je:

$$V_{th} = \frac{V_a C_{ao} + V_b C_{bo} + V_c C_{co}}{C_{ao} + C_{bo} + C_{co}} \quad (10)$$

Odnosno:

$$C_{th} = C_{ao} + C_{bo} + C_{co} \quad (11)$$

Nadomjesna shema dionice optičkog kabela jedinične duljine prikazana je na slici 4. Pri tom je Thevenin-ov ekvivalent prikazan pomoću Norton-ovog ekvivalenta.



Slika 4. Nadomjesna shema jedinične duljine optičkog kabela s onečišćenim plaštem

Nepoznate veličine na slici određuju se pomoću sljedećih izraza:

$$I_n = j 2 \pi f C_{th} V_{th} \quad (12)$$

$$C_e = C_{th} + C_{oz} \quad (13)$$

R_o je uzdužni radni otpor onečišćenog plašta optičkog kabela po jedinici duljine (?/m).

Da bismo dobili što vjerniju sliku o naponskom i strujnom stanju na onečišćenom plaštu optičkog kabela duž jednog raspona istog treba podijeliti na n dionica. Na plaštu optičkog kabela može postojati jedna ili više suhih zona. Na tim mjestima dolazi do porasta uzdužnog otpora (teoretski do beskonačne vrijednosti). Na slici 5 prikazana je nadomjesna shema optičkog kabela s onečišćenim plaštem duž jednog raspona s jednom suhom zonom. Pri tom je:

$$R'_o = R_o \cdot \ell_d \quad (14)$$

$$C'_e = C_e \cdot \ell_d \quad (15)$$

$$I'_n = I_n \cdot \ell_d \quad (16)$$

gdje je:

ℓ_d – duljina dionice, (m),

R_{z1} – otpor između onečišćenog plašta optičkog kabela i referentne osi na lijevoj strani raspona, (Ω),

R_{z2} – otpor između onečišćenog plašta optičkog kabela i referentne osi na desnoj strani raspona, (Ω).

Raspodjela napona duž optičkog kabela određuje se sljedećom matričnom jednadžbom:

$$V_c = Y_c^{-1} \cdot I_c \quad (17)$$

gdje je:

V_c – vektor napona čvorova, (V),

Y_c – matrica vlastitih i međusobnih admitancija čvorova, (S),

I_c – vektor struja čvorova, (A).

Ako je dobivena vrijednost napona na suhoj zoni veća od vrijednosti koja odgovara probojnoj čvrstoći zraka, doći će do njegovog proboja, odnosno do preskoka.

Raspodjela struja koje teku onečišćenim plaštem optičkog kabela može se lako odrediti. Za element $s-t$ (slika 5) struja je:

$$I_{s-t} = 2 \frac{V_s - V_t}{R_o} \quad (18)$$

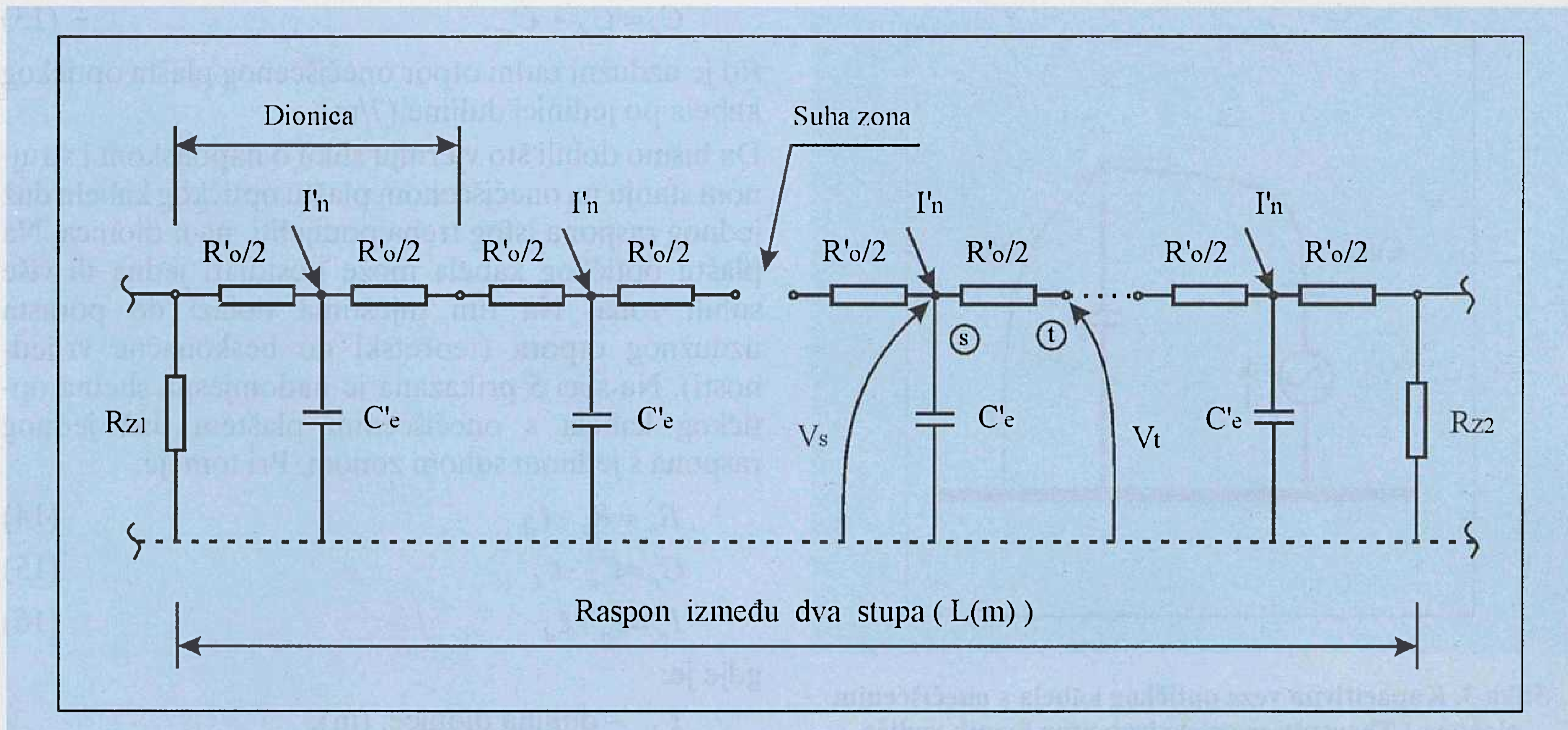
gdje su V_s i V_t naponi čvorova s i t između kojih se nalazi otpor $R_o/2$.

Gubitak radne snage na ovom elementu je:

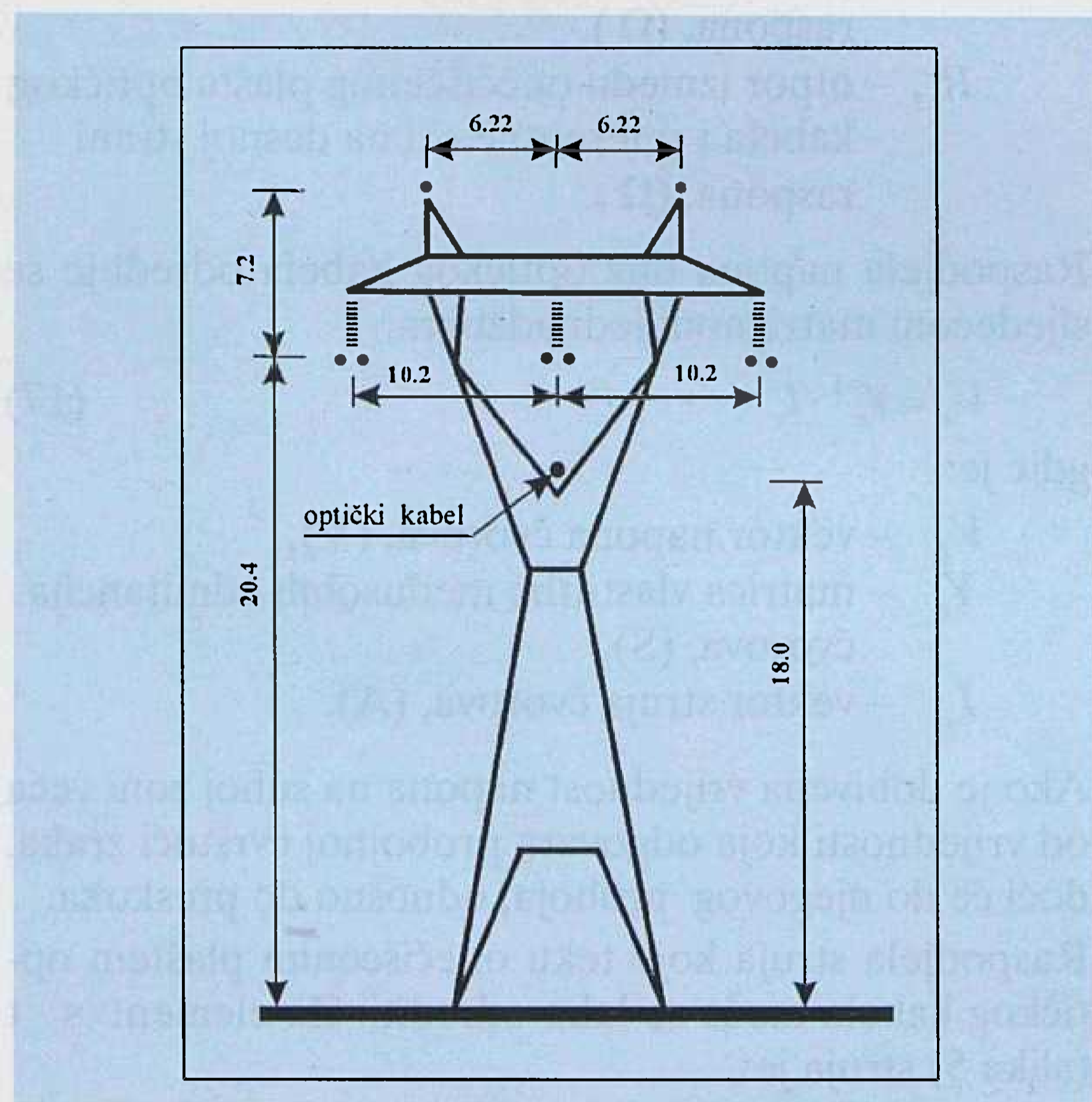
$$\Delta P_{s-t} = |I_{s-t}| \cdot \frac{R_o}{2} \quad (19)$$

3. PRIMJER

Izložena teorija primijenit će se na jednom konkretnom primjeru. Odabran je ADSS optički kabel tvrtke Alcatel tipa R-LT-144-A2J-SX. Isti je postavljen na čelično rešetkasti stup oblika "Y" 400 kV dalekovoda (slika 6).



Slika 5. Nadomjesna shema jednog raspona



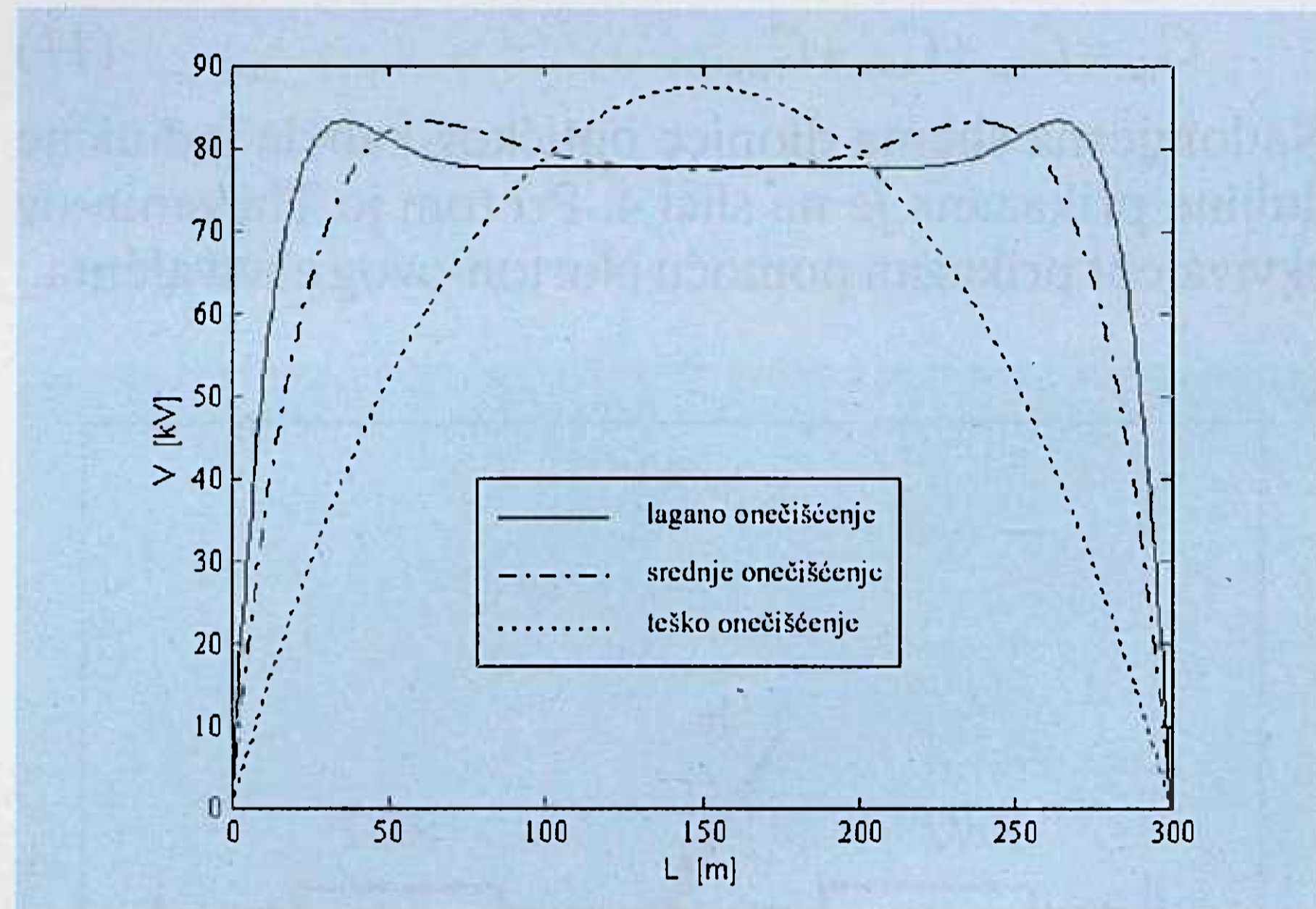
Slika 6. Stup DV 400 kV s ADSS optičkim kablom

Fazni naponi vodiča su:

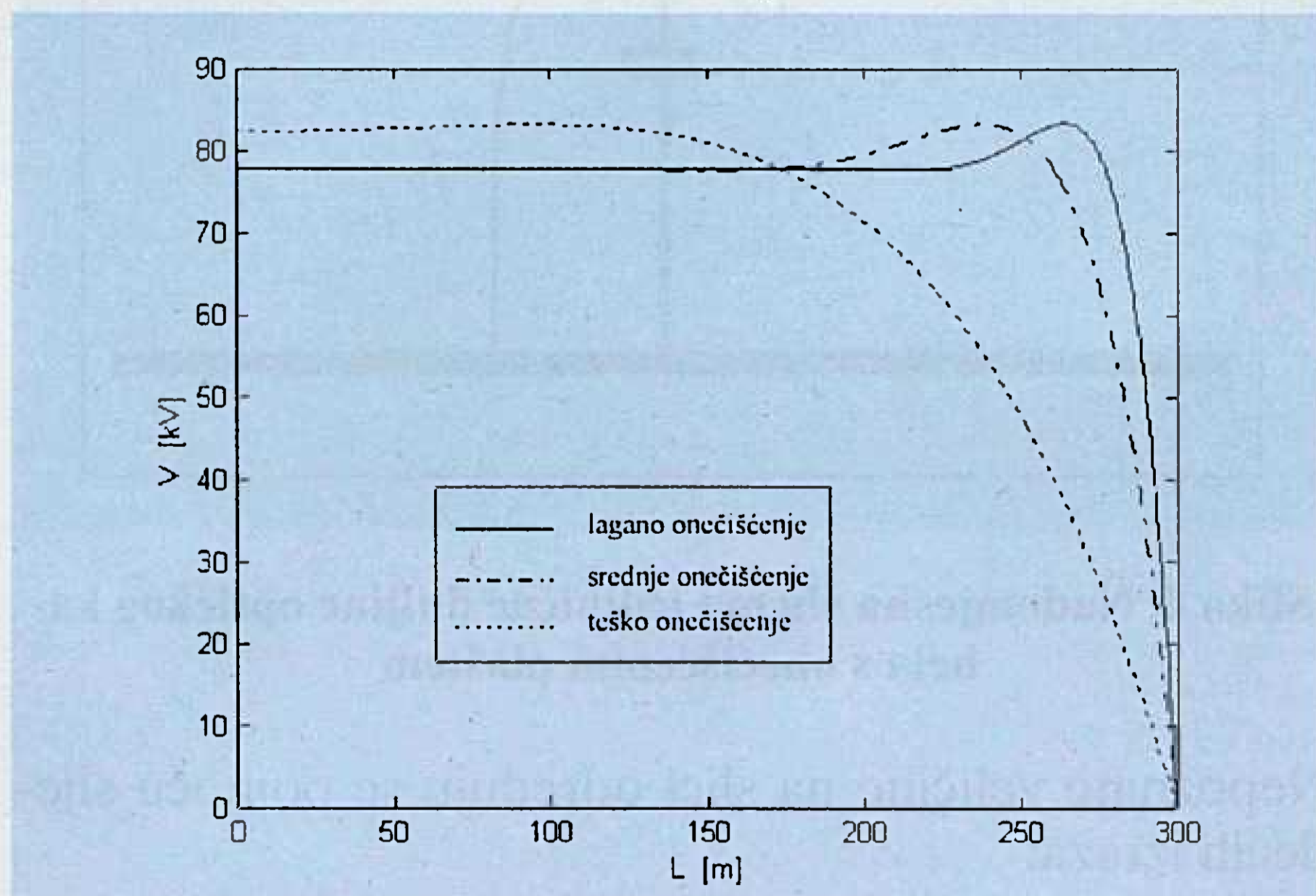
$$\begin{aligned} V_a &= 242 \angle 0^\circ \quad (\text{kV}) \\ V_b &= 242 \angle 240^\circ \quad (\text{kV}) \\ V_c &= 242 \angle 120^\circ \quad (\text{kV}). \end{aligned} \quad (20)$$

Analizirane su naponske prilike kod tri razine onečišćenja plašta optičkog kabela (lagano ($3 \text{ M}\Omega/\text{m}$), srednje ($1 \text{ M}\Omega/\text{m}$) i teško ($0.1 \text{ M}\Omega/\text{m}$)). Pritom su razmatrana tri slucaja: onečišćenje je kontinuirano - bez suhe zone (slika 7), suha zona je na početku raspona (slika 8) i suha zona je na prvoj trećini raspona (slika 9). Budući da je ukupni radni otpor prema referentnoj osi zanemarivo malen u usporedbi s uzdužnim, u ovom primjeru se uzima da je: $R_{z1} = 0(\Omega)$

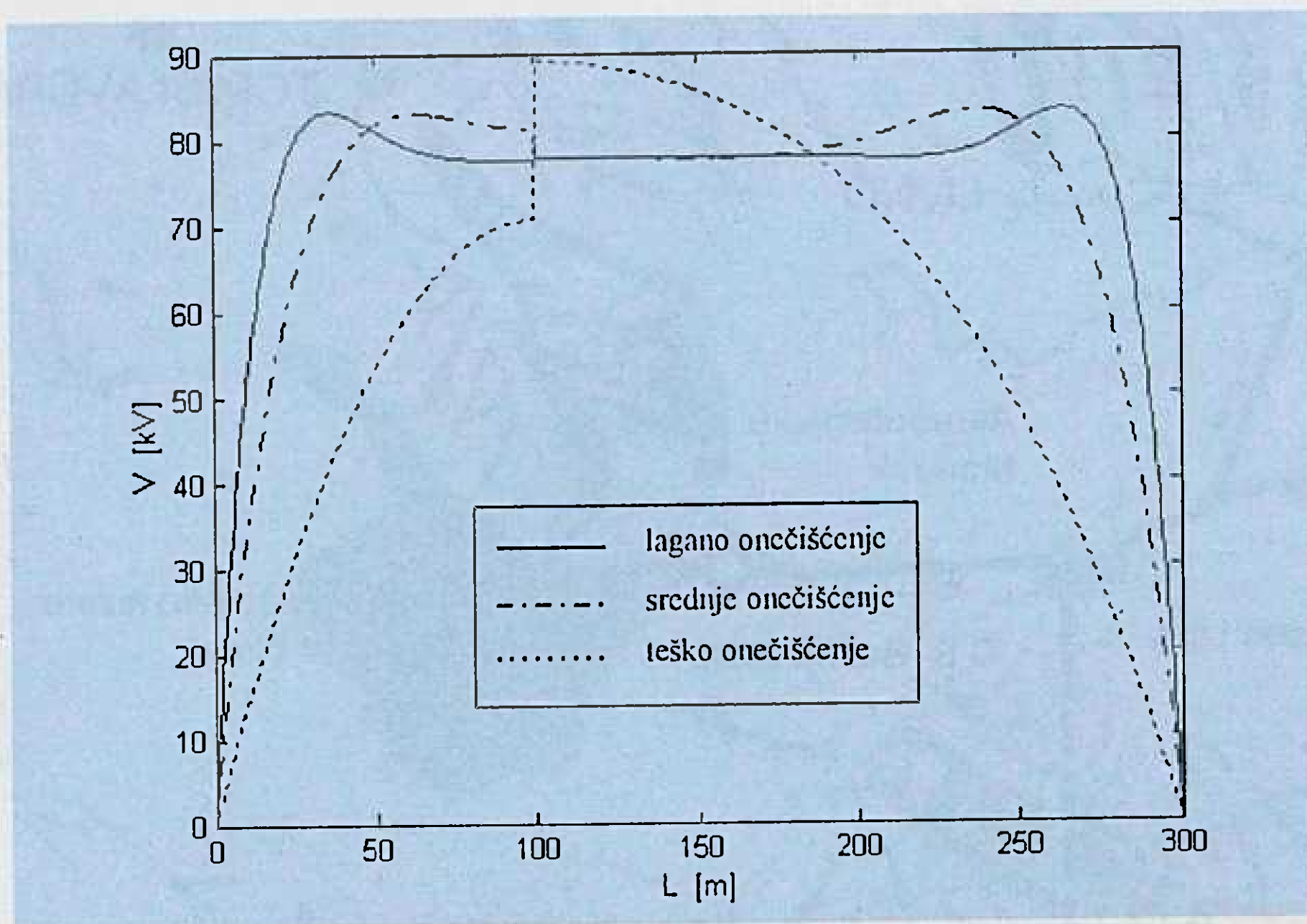
i $R_{z2} = 0(\Omega)$. U skladu s tim analiza naponskih prilika uzduž ukupne dužine voda se svodi na analizu naponskih prilika u jednom rasponu.



Slika 7. Raspodjela napona duž onečišćenog plašta optičkog kabela – bez suhe zone



Slika 8. Raspodjela napona duž onečišćenog plašta optičkog kabela – suha zona je na početku raspona



Slika 9. Raspodjela napona duž onečišćenog plašta optičkog kabela – suha zona je na prvoj trećini raspona

Analizirajući prethodne grafove uočava se da je u ovom primjeru najveći porast napona na krajevima raspona, te na mjestima suhih zona.

4. ZAKLJUČAK

Razvijeni matematički model omogućava proračun naponskih prilika uzduž onečišćenog plašta samonosivog optičkog kabela bez metalnih dijelova koji je ovješten na stupove viskonaponskog voda. Analiza naponskih prilika u funkciji intenziteta zagađenja, te o mjestu nastanka i veličini suhih zona je relativno jednostavna. Na temelju ovih analiza može se zaključiti o vjerojatnostima pojava parcijalnih preskoka.

LITERATURA

- [1] IEC T. C. 33: Guide for the section of insulators in respect of polluted condition, Geneve, 1983.
- [2] G. KARADY, S. DEVARAJAN, M. TUOMINEN: "Novel Technique to Predict Dry-Band Arcing Failure of Fiber-Optic Cables Installed on High Voltage Lines", IEEE Power Tech '99 Conference, Budapest, 1999.
- [3] G. KARADY, G. BESZTERCEY, M. W. TUOMINEN: "Corona Caused Deterioration of ADSS Fiber-optic Cables on High Voltage Lines", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 14, No.4, October 1999.
- [4] W. DEWITT, S. NEOGI, B. G. RISCH, P. COAT, D. AMMONS, G. KARADY and J. MADRID: "High Voltage ADSS Reliability Modeling: Environmental and Climatological Effects on Advanced Jacket Material Selection", Proceedings of the 49th IEEE International Wire and Cable Symposium.

- [5] M. OŽEGOVIĆ, K. OŽEGOVIĆ: "Električne energetske mreže I", Sveučilište u Splitu, ISBN: 953-6114-09-7, Split, 1996.
- [6] M. OŽEGOVIĆ, K. OŽEGOVIĆ: "Električne energetske mreže II", Sveučilište u Splitu, ISBN: 953-6114-11-9, Split, 1997.

VOLTAGE CIRCUMSTANCES ACROSS SELF-CARRYING OPTICAL CABLE SUPPORTED ON HIGH-VOLTAGE LINE TOWER

Recent demonopolisation of electric power and telecommunication systems has lead to additional problems when obtaining new or widening old corridors. Therefore there is a constant increase in putting optical cables on high-voltage line towers. These cables are situated within strong electrical fields and any pollution of their sheath could lead to their damage. The paper analyses voltage and current circumstances across polluted sheath of self-carrying optical cable supported by steel towers of high-voltage lines without metallic parts.

SPANNUNGSVERHÄLTNISSE TNISSE LÄNGS EINES SELBSTTRAGENDEN, AN DEN MASTEN EINER HOCHSPANNUNGSLEITUNG AUFGEHANGTEN OPTISCHEN KABELS

Neuerliche Monopolauflösung im Bereich des Stromversorgungs- und des Fernmeldewesens, hat zusätzlich die Erhaltung neuer und die Erweiterung bestehender Korridore erschwert. Deshalb werden immer häufiger optische Kabel auf Hochspannungsmaste aufgehängt. Diese Kabel befinden sich im starken elektrischen Feld und jede Verunreinigung kann Beschädigungen der Mäntel solcher Kabel verursachen. Im Artikel werden Strom- und Spannungsverhältnisse längs verunreinigter Mäntel selbsttragender, an Stahlgittermäste der Hochspannungsleitung angehängter optischer Kabel besprochen.

Naslov pisaca:

Prof. dr. sc. Matislav Majstrovic, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Savska 163, 10000 Zagreb, Hrvatska
Petar Sarajcev, dipl. ing.
Kaštelanska cesta 105
21212 Kaštel Sućurac, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
 2002 – 01 – 02.



Prof. dr. sc. Matjaž Mijatović, dipl. ing.
 Energetski inženjer, Hrvatska
 Savska 103, 10000 Zagreb, Hrvatska
 Petar Štarić, dipl. ing.
 Kraljevačka cesta 103
 51113 Kraljevac, Hrvatska
 Uredništvu primilo rukopis
 2002-01-05

W. DEWITT, S. PROOL, B. G. RISCH, P. COAT, D. AMMONS, G. KARADY and J. MADRID: High Voltage Power Delivery, Vol. 14, No. 4, October 1997.

COAT, D. AMMONS, G. KARADY and J. MADRID: High Voltage Power Delivery, Vol. 14, No. 4, October 1997.

DEWITT, S. PROOL, B. G. RISCH, P. COAT, D. AMMONS, G. KARADY and J. MADRID: High Voltage Power Delivery, Vol. 14, No. 4, October 1997.

DEWITT, S. PROOL, B. G. RISCH, P. COAT, D. AMMONS, G. KARADY and J. MADRID: High Voltage Power Delivery, Vol. 14, No. 4, October 1997.

ODREĐIVANJE CIJENE PARE I ELEKTRIČNE ENERGIJE

Vedran U r a n, Rijeka

UDK 697.34:338.52:621.3
PRETHODNO PRIOPĆENJE

U radu je opisan način energetskeg i eksergetskeg vrednovanja pare te iznesene prednosti i nedostaci tih dvaju različitih načina vrednovanja pare. Za određivanje cijene pare i električne energije, i po jedinici energije, i po jedinici eksergije izrađena je bilanca troškova najvažnijih sudionika energetskeg sustava. Kao primjer za izračunavanje cijene pare i električne energije uzet je energetskeg sustav na bazi protutlačnog parnoturbinskeg postrojenja.

Ključne riječi: para, električna energija, jedinica energije, jedinica eksergije, bilanca troškova, energetskeg sustav, cijena, protutlačno parnoturbinskeg postrojenje.

1. UVOD

U praksi se prilikom analiziranja i optimiranja energetskeg procesa teži što racionalnijoj potrošnji energije, odnosno njezinoj štednji. Prema [1] odgovarajući pojam za potrošnju energije jest korištenje energije. Po istom izvoru [1] štedjeti se može samo u kvaliteti energije ili eksergiji¹ prilikom njene degradacije prema stanju okoline. Procesi degradacije povezani su sa zakonitošću neizbježnog i stalnog povećanja entropije u okolini. Takva konstatacija odgovara drugom zakonu termodinamike. Prema literaturama [3 – 5] težnja je tu generiranu entropiju u energetskeg procesima umanjivati. Stoga se u tim literaturama prilikom oblikovanja i optimiranja energetskeg procesa isključivo primjenjuje pristup eksergetskeg vrednovanja pare.

Cilj je ovog rada zbog različitih pristupa pri analiziranju energetskeg procesa opisati načine, i energetskeg i eksergetskeg vrednovanja pare. Razlika vrednovanja s termodinamskeg stajališta najbolje se prikazuje kroz entalpijske i eksergetske odnos promjenjivog stanja pare s početnim stanjem pare². Da bi ti opisi imali određenu težinu potrebno je ekonomski proanalizirati te različite načine vrednovanja pare. Pri tome se definira bilanca koja uključuje tekuće troškove struje, tvari energetskeg sustava te visinu tekućih troškova samog sustava. Na osnovi bilanci tekućih troškova te entalpijskeg i eksergetskeg odnosa promjenjivoga stanja pare s početnim stanjem pare određena je cijena pare i električne energije posebno po jedinici energije, a posebno po jedinici eksergije.

To će se vrednovanje pare i električne energije izvršiti na primjeru energetskeg sustava s protutlačnim parnoturbinskeg postrojenjem. Kod takovog sustava promjenjivo stanje pare odgovara promjeni stanja ekspanzirane pare, a početno stanje pare stanju svježeg pare na ulasku u protutlačni parnoturbinskeg agregat.

Rezultat termoeconomске (posebno energetske-ekonomске) analize i pristupa energetskeg, odnosno eksergetskeg vrednovanju pare očitovat će se u prednostima i nedostacima takovih pristupa koji su navedeni pri kraju rada.

2. NAČINI TERMODINAMSKOG VREDNOVANJA PARE

Termodinamska analiza energetskeg sustava obuhvaća prvi i drugi zakon termodinamike. Prvi zakon termodinamike govori o neuništivosti energije, tj. ona se ne može ni stvoriti ni uništiti. Prema zakonu termodinamike suma svih oblika energije u nekom zaokruženom sustavu jest nepromijenjena. Vrijednost svih tih oblika energije (unutarnje, kinetičke, toplinske, električne itd) se izjednačava.

Prvim se zakonom termodinamike ne objašnjava kvaliteta energije. Objašnjenje je potrebno naći kroz drugi zakon termodinamike. Taj zakon inosi da se degradiranoj eksergiji može vratiti kvaliteta na početnu razinu ali samo uz razinu koja je veća od one koja se ponovo može iskoristiti u obrnutom postupku [1]. Kvaliteta energije je veća što se njeni veći dio može pretvoriti u koristan rad.

Na osnovi razmotrenog potrebno je dakle u termodinamskeg analize energetskeg procesa uvesti veličinu koja upućuje na kvalitetu pojedine vrste energije.

¹ eksergija je pojam koji upućuje na kvalitetu pojedine vrste energije [1]

² u radu se entalpijske i eksergetske odnos pojavljuje kao entalpijske i eksergetske omjer

Takva je veličina definirana prema poznatom slovenskom termodinamičaru prof. dr. Zoranu Rantu koju je nazvao eksergija. A definicija eksergije jest: to je maksimalno iskoristiv rad koji se može izvesti iz nekog raspoloživog oblika energije pod određenim uvjetima okoline [1 – 3, 5].

Što je veći udio eksergije u nekoj energiji, veća je i kvaliteta te energije. Suprotna definicija eksergiji jest anergija. Što je udio anergije u nekoj energiji veći to je kvaliteta te energije manja. Prema tome vrijedi slijedeće:

$$\text{Energija} = \text{Eksergija} + \text{Anergija}$$

Neki se oblici energije (poput električne, potencijalne i kinetičke) mogu u idealnim uvjetima u potpunosti pretvoriti u druge oblike energije jer cjelokupan udio tih oblika energije čini eksergija. Kod unutarnje energije, tj. topline eksergija čini samo jedan njezin dio. Preostali dio energije se ne može iskoristiti za pretvorbu u koristan rad. Taj dio energije predstavlja anergija.

Objašnjenje prvog i drugog zakona termodinamike te pojma kvaliteta energije potrebno je radi utvrđivanja energetske i eksergetske vrijednosti pare. Te će vrijednosti pare odrediti razliku između cijene pare po jedinici energije te cijene pare po jedinici eksergije.

2.1. Energetsko vrednovanje pare

Promjena energetske vrijednosti pare najbrže se utvrđuje na temelju omjera količine topline (entalpije) ekspanzirane pare koja se predaje toplinskim potrošačima i količine topline (entalpije) svježere pare na ulazu u protutlačni parnoturbinski agregat. Ta je promjena energetske vrijednosti pare prikazana u tablici 1.

Tablica 1. Promjena stanja ekspanzirane pare prema početnom stanju svježere pare na ulazu u protutlačni parnoturbinski agregat

Tlak bar	Temperatura °C	Entalpija kJ/kg	Entalpijski omjer	Jedinična električna snaga kW
40	450	3328	1	0
30	405	3238	0,97	90
20	345	3125	0,94	203
10	255	2945	0,88	383
5	175	2800	0,84	528
2	zas.	2630	0,79	698
1	zas.	2520	0,76	808
0,2	zas.	2290	0,69	1038
0,1	zas.	2200	0,66	1128
0,04	zas.	2090	0,63	1238

Iz tablice 1 je vidljivo da entalpijski omjer relativno sporo opada u širokom rasponu tlaka pare koja ek-

spandira u protutlačnom parnoturbinskom agregatu. Što je omjer manji to je jedinična električna snaga postrojenja veća. Ta snaga jednaka je razlici entalpiji svježere pare i entalpiji ekspanzirane pare. Ovako vrednovanje pare ima karakteristike prvog zakona termodinamike jer jednako vrednuje »kvalitetu« toplinske i električne energije. U ovom slučaju toplinsku energiju predstavlja ekspanzirana para koja se predaje toplinskim potrošačima.

Iz ovakve se analize zaključuje da se relativnom sporiom promjenom energetske vrijednosti pare procjenjuje vrijednost pare niskih tlakova, odakle proizlazi i onovni nedostatak takvog vrednovanja pare.

2.2. Eksergetske vrednovanje pare

Promjena eksergetske vrijednosti pare utvrđuje se na analogan način kao i energetska vrijednost pare. Pri tome treba imati na umu da para u otvoreni strujni proces ulazi s nekim početnim stanjem (entalpija h , entropija s , temperatura T), a iz njega izlazi sa stanjem okoline (entalpija h_0 , entropija s_0 , temperatura T_0). Dobiveni tehnički rad odgovara jediničnoj eksergiji pare u strujanju, koja iznosi:

$$e = h - h_0 - T_0(s - s_0) \quad (1)$$

iz čega proizlazi jedinična anergija

$$a = h_0 + T_0(s - s_0). \quad (2)$$

U tablici 2 je prikazana promjena eksergetske vrijednosti ekspanzirane pare u odnosu na eksergetsku vrijednost svježere pare na ulazu u protutlačni parnoturbinski agregat.

Tablica 2. Promjena eksergije ekspanzirane pare prema eksergiji svježere pare na ulazu u protutlačni parnoturbinski agregat

Tlak bar	Temperatura °C	Entalpija kJ/kg	Entalpijski omjer	Jedinična električna snaga kW
40	450	1265	1	0
30	405	1175	0,93	90
20	345	1062	0,84	203
10	255	882	0,70	383
5	175	737	0,58	528
2	zas.	567	0,45	698
1	zas.	457	0,36	808
0,2	zas.	227	0,18	1038
0,1	zas.	137	0,11	1128
0,04	zas.	27	0,02	1238

Iz tablice 2 ustanovljuje se da eksergetski omjer relativno brzo opada u odnosu na entalpijski omjer u istom rasponu tlakova pare koja ekspankira. To je iz razloga što ovakva vrijednost pare postaje jednaka ničici kada se njeni parametri izjednačuju sa stanjem okoline.

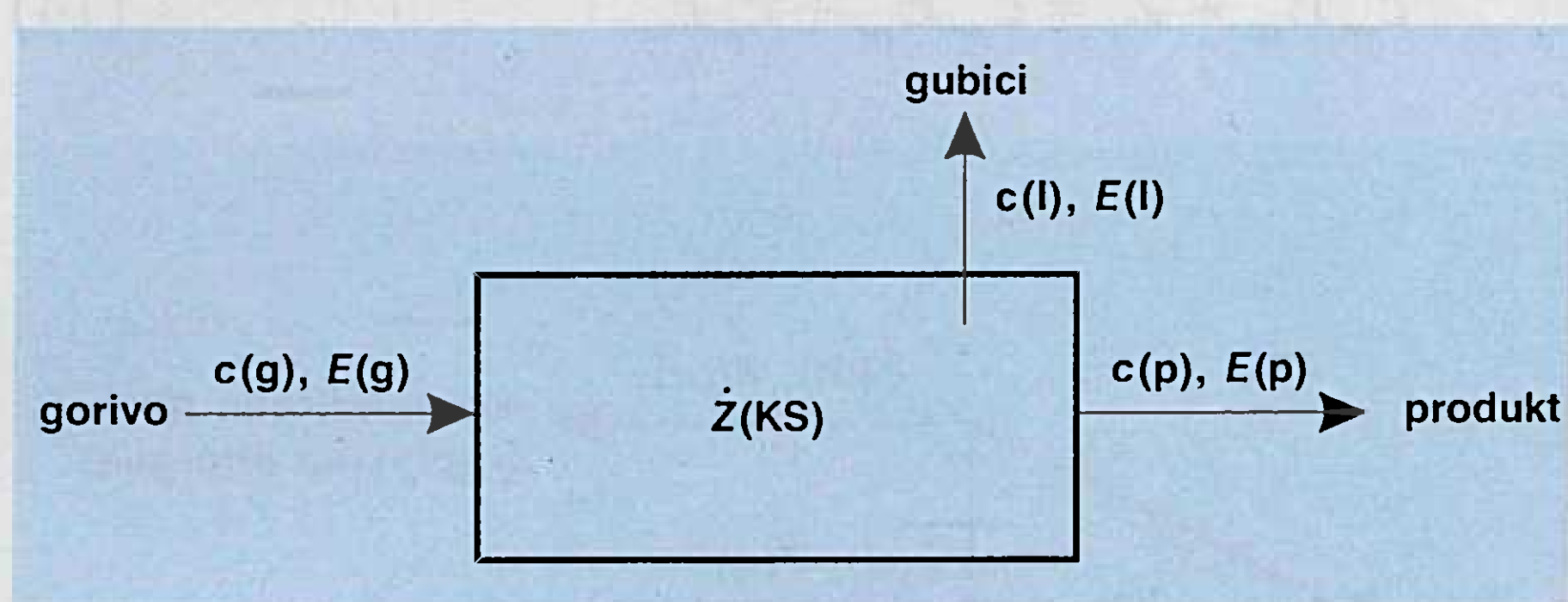
Takva postavka odgovara drugom zakonu termodinamike. Isto tako jedinična električna snaga ostaje nepromijenjena jer je električna energija po veličini jednaka kvaliteti električne energije. Zaključak je da se eksergetskim vrednovanjem pare kvalitetnije vrednuje proizvodnja toplinske i električne energije.

3. TERMOEKONOMSKA ANALIZA ENERGETSKOG SUSTAVA

Cijena proizvedene toplinske i električne energije iskazuje se posebno kroz cijenu energije, a posebno kroz cijenu eksergije pojedinih struja tvari koje ulaze i izlaze iz nekog energetskog sustava. Ta se cijena određuje na temelju bilance troškova izraženih u jedinici vremena. Takva bilanca uključuje cijenu pojedinih struja tvari unutar energetskog sustava, cijene produkta te cijene sastavnih dijelova razmatranog energetskog sustava. Pošto su cijene izražene u dvama različitim veličinama, energiji i eksergiji, posebno će se obrađivati energetsko-ekonomska analiza, a posebno eksergetsko-ekonomska analiza energetskog sustava.

3.1. Energetsko-ekonomska analiza energetskog sustava

Bilanca tekućih troškova goriva, produkta i gubitaka energetskog sustava prikazana je na slici 1.



Slika 1. Shema za određivanje bilanci tekućih troškova E energija po jedinici vremena (energetski tok), c cijena struje tvari po jedinici energije

Može se napisati jednačina za bilancu tekućih troškova:

$$c_g E_g + \dot{Z}_{KS} = c_p E_p + c_l E_l \quad (3)$$

gdje se redom sa lijeve strane jednačine (3): tekući troškovi za gorivo (c_g, E_g), visina tekućih troškova za energetski sustav, u ovom slučaju sustav za zajedničku

proizvodnju toplinske i električne energije (\dot{Z}_{KS}). S desne strane jednačine (3) slijede redom: tekući troškovi za produkt energetskog sustava ($c_p E_p$) i tekući troškovi za gubitke nastale u energetskom sustavu većinom nastale zbog nepotpune iskoristivosti unutarnje energije goriva ($c_l E_l$).

Produkt energetskog sustava predstavlja toplinska i električna energija. Tekući troškovi produkta jednaki su zbroju tekućih troškova toplinske ($c_t E_t$) i električne energije ($c_w E_w$), tj.

$$c_p E_p = c_t E_t + c_w E_w \quad (4)$$

Ako se (4) uvrsti u (3) dobiva se sljedeći oblik bilance tekućih troškova energetskog sustava:

$$c_g E_g + \dot{Z}_{KS} = c_t E_t + c_w E_w + c_l E_l \quad (5)$$

Na slici 2 prikazana je načelna shema bilance tekućih troškova energetskog sustava na bazi protutlačnog parnoturbinskog postrojenja.

Bilanca tekućih troškova prema shemi na slici 2 može se podijeliti u dvije grupe: jedna se grupa odnosi na bilancu tekućih troškova dijela postrojenja s generatorom pare, a druga na bilancu tekućih troškova dijela postrojenja s protutlačnim parnoturbinskim agregatom.

Može se napisati jednačina bilance tekućih troškova dijela postrojenja s generatorom pare:

$$c_g E_g + \dot{Z}_{GP} = c_{sp} E_{sp} + c_{dp} E_{dp} \quad (6)$$

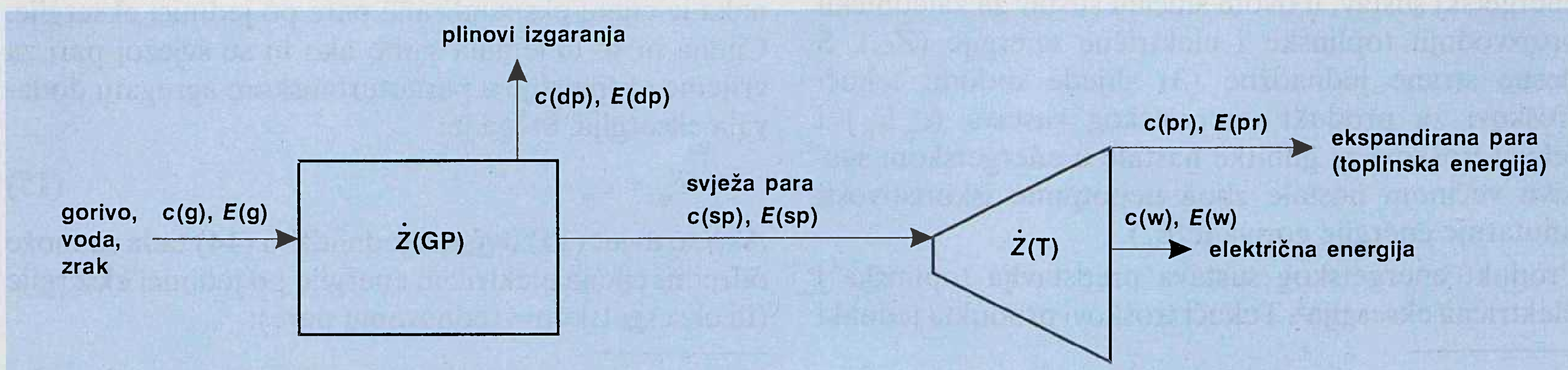
gdje su redom $c_g E_g$ tekući troškovi za gorivo \dot{Z}_{GP} visina tekućih troškova za generator pare, $c_{sp} E_{sp}$ tekući troškovi svježe pare, $c_{dp} E_{dp}$ tekući troškovi plinova izgaranja.

Jednačina bilance tekućih troškova dijela postrojenja s protutlačnim parnoturbinskim agregatom izgleda na sljedeći način:

$$c_{sp} E_{sp} + \dot{Z}_t = c_{pr} E_{pr} + c_w E_w \quad (7)$$

gdje su redom $c_{sp} E_{sp}$ tekući troškovi svježe pare, \dot{Z}_t visina tekućih troškova za protutlačni parnoturbinski agregat, $c_{pr} E_{pr}$ tekući troškovi ekspanzirane pare (toplinske energije), $c_w E_w$ tekući troškovi električne energije.

Prema [3] cijena svježe pare po jedinici energije jednaka je cijeni ekspanzirane pare po jedinici energije. Cijena bi se mijenjala samo ako bi se svježoj pari za



Slika 2. Načelna shema energetskog sustava na bazi protutlačnog parnoturbinskog postrojenja

vrijeme ekspanzije u parnoturbinskom agregatu dodavala energija. Stoga je:

$$c_{sp} = c_{pr}. \quad (8)$$

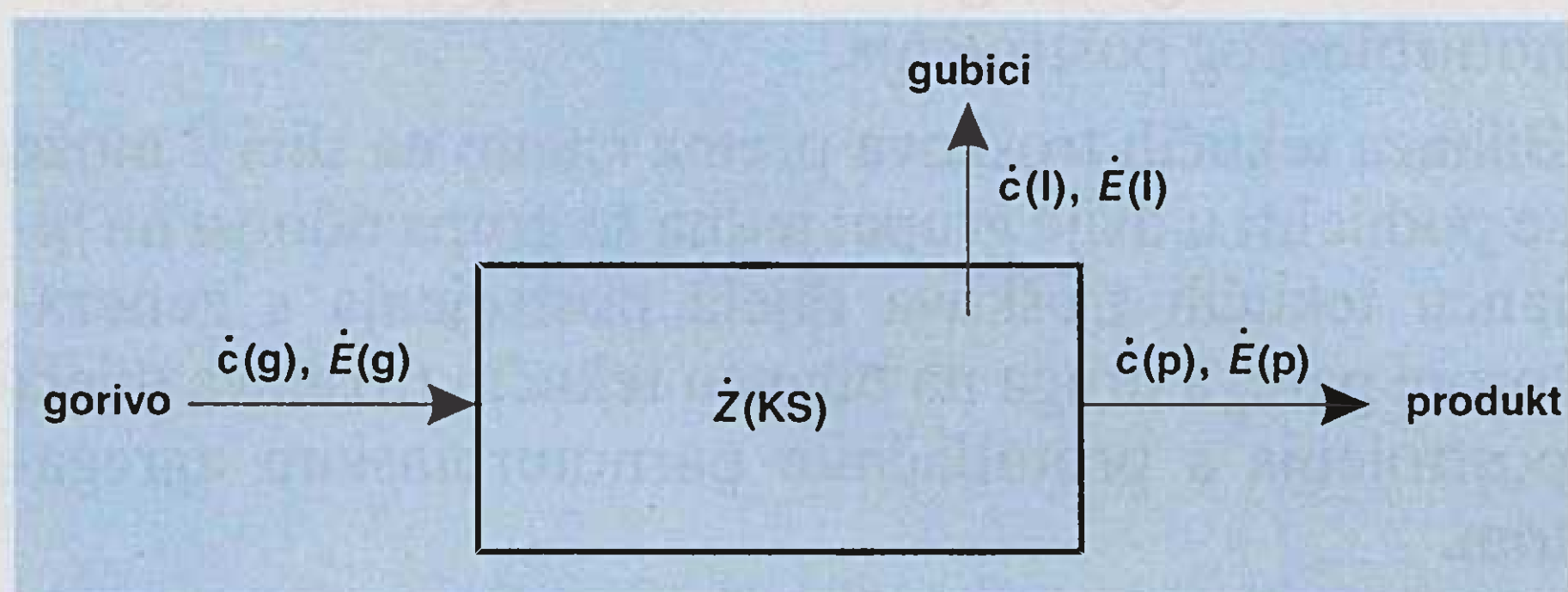
Ako se uvjet (8) uvrsti u jednadžbu (7) tada se može odrediti cijena električne energije po jedinici energije (ili energetsom vrednovanju pare):

$$c_w = \frac{c_{pr}(E_{sp} - E_{pr}) + Z_t}{E_w} \quad (9)$$

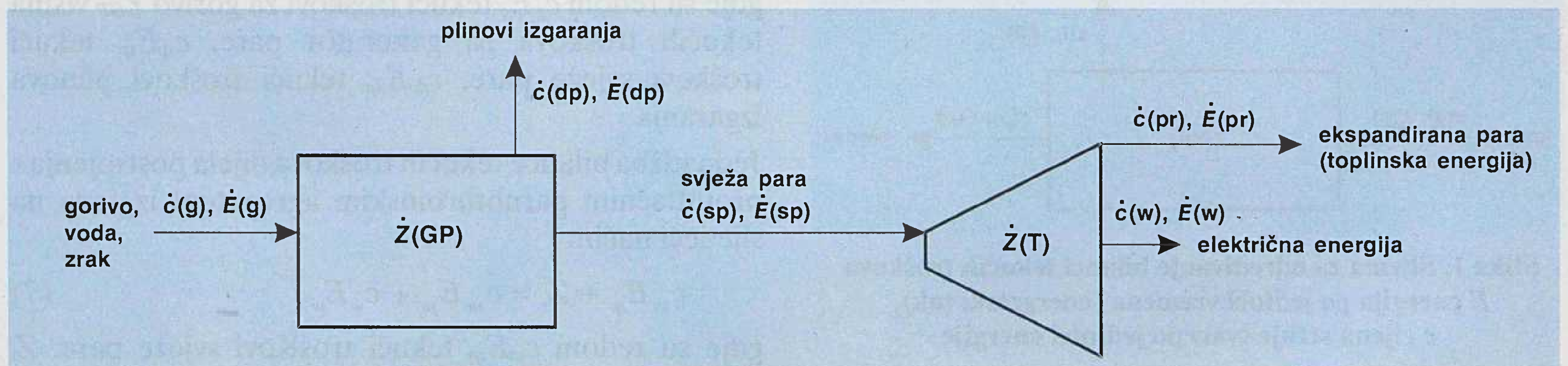
gdje je E_{sp} energetski tok svježe pare, E_{pr} energetski tok ekspanzirane pare, a E_w električna snaga postrojenja.

3.2. Eksergetsko-ekonomska analiza energetskog sustava

Bilanca tekućih troškova goriva, produkta i gubitaka energetskog sustava prikazana je na slici 3.



Slika 3. Shema za određivanje bilanci tekućih troškova E eksergija po jedinici vremena (eksergetski protok)³, c cijena struje tvari po jedinici eksergije



Slika 4. Načelna shema energetskog sustava na bazi protutlačnog parnoturbinskog postrojenja

Može se napisati jednadžba za bilancu tekućih troškova:

$$\dot{c}_g \dot{E}_g + \dot{Z}_{KS} = \dot{c}_p \dot{E}_p + \dot{c}_l \dot{E}_l \quad (10)$$

gdje su redom s lijeve strane jednadžbe 10: tekući troškovi za gorivo ($\dot{c}_g \dot{E}_g$), visina tekućih troškova za energetski sustav, u ovom slučaju sustav za zajedničku proizvodnju toplinske i električne energije (\dot{Z}_{KS}). S desne strane jednadžbe (3) slijede redom: tekući troškovi za produkt energetskog sustava ($\dot{c}_p \dot{E}_p$) i tekući troškovi za gubitke nastale u energetskom sustavu većinom nastale zbog nepotpune iskoristivosti unutarnje energije goriva ($\dot{c}_l \dot{E}_l$).

Produkt energetskog sustava predstavlja toplinska i električna eksergija⁴. Tekući troškovi produkta jednaki

su zbroju tekućih troškova toplinske eksergije ($\dot{c}_t \dot{E}_t$) i električne energije ($\dot{c}_w \dot{E}_w$), tj.

$$\dot{c}_p \dot{E}_p = \dot{c}_t \dot{E}_t + \dot{c}_w \dot{E}_w. \quad (11)$$

Ako se (11) uvrsti u (10) dobiva se sljedeći oblik bilance tekućih troškova energetskog sustava:

$$\dot{c}_g \dot{E}_g + \dot{Z}_{KS} = \dot{c}_t \dot{E}_t + \dot{c}_w \dot{E}_w + \dot{c}_l \dot{E}_l. \quad (12)$$

Na slici prikazana je načelna shema bilance tekućih troškova energetskog sustava na bazi protutlačnog parnoturbinskog postrojenja.

Bilanca tekućih troškova prema shemi na slici 4 može se podijeliti u dvije grupe: jedna se grupa odnosi na bilancu tekućih troškova dijela postrojenja s generatorom pare, a druga na bilancu tekućih troškova dijela postrojenja s protutlačnim parnoturbinskim agregatom.

Može se napisati jednadžba bilance tekućih troškova dijela postrojenja s generatorom pare:

$$\dot{c}_g \dot{E}_g + \dot{Z}_{GP} = \dot{c}_{sp} \dot{E}_{sp} + \dot{c}_{dp} \dot{E}_{dp} \quad (13)$$

gdje su redom $\dot{c}_g \dot{E}_g$ tekući troškovi za gorivo, \dot{Z}_{GP} visina tekućih troškova za generator pare, $\dot{c}_{sp} \dot{E}_{sp}$ tekući troškovi svježe pare, $\dot{c}_{dp} \dot{E}_{dp}$ tekući troškovi plinova izgaranja.

Jednadžba bilance tekućih troškova dijela postrojenja s protutlačnim parnoturbinskim agregatom izgleda na sljedeći način:

$$\dot{c}_{sp} \dot{E}_{sp} + \dot{Z}_t = \dot{c}_{pr} \dot{E}_{pr} + \dot{c}_w \dot{E}_w \quad (14)$$

gdje su redom $\dot{c}_{sp} \dot{E}_{sp}$ tekući troškovi svježe pare, \dot{Z}_t visina tekućih troškova za protutlačni parnoturbinski agregat, $\dot{c}_{pr} \dot{E}_{pr}$ tekući troškovi ekspanzirane pare (toplinske eksergije!), $\dot{c}_w \dot{E}_w$ tekući troškovi električne energije.

Prema [2] cijena svježe pare po jedinici eksergije jednaka je cijeni ekspanzirane pare po jedinici eksergije. Cijena bi se mijenjala samo ako bi se svježoj pari za vrijeme ekspanzije u parnoturbinskom agregatu dodavala eksergija. Stoga je:

$$\dot{c}_{sp} = \dot{c}_{pr} \quad (15)$$

Ako se uvjet (15) uvrsti u jednadžbu (14) tada se može odrediti cijena električne energije po jedinici eksergije (ili eksergetskom vrednovanju pare):

³ po autoru i literature [2] eksergija po jedinici vremena nosi naziv ergenija

⁴ pojam električne eksergije poistovjećuje se s pojmom električne energije čije su vrijednosti jednake

$$\dot{c}_w = \frac{\dot{c}_{pr} (\dot{E}_{sp} - \dot{E}_{pr}) + \dot{Z}_t}{\dot{E}_w} \quad (16)$$

gdje je $\dot{E}_w = E_w$.

4. ODREĐIVANJE CIJENE PARE I ELEKTRIČNE ENERGIJE

Na osnovi poznatih entalpijskih omjera iz tablike 1 i eksergetskih omjera iz tablice 2 određuje se cijena pare po jedinici energije, odnosno cijena pare po jedinici eksergije. Cijena pare po jedinici energije iznositi će:

$$c_{pr} = c_{sp} \cdot EO \quad (17)$$

gdje je \dot{c}_{pr} cijena ekspanzirane pare po jedinici energije, c_{sp} cijena svježeg pare po jedinici energije, EO entalpijski omjer.

Cijena pare po jedinici eksergije će biti jednaka:

$$\dot{c}_{pr} = \dot{c}_{sp} \cdot EO \quad (18)$$

gdje je \dot{c}_{pr} cijena ekspanzirane pare po jedinici eksergije, \dot{c}_{sp} cijena svježeg pare po jedinici eksergije, EO eksergetski omjer.

Kod određivanja cijena pare u obzir će se uzeti sljedeće vrijednosti svježeg pare:

Entalpija svježeg pare, $h_{sp} = 3328$ kJ/kg,

Eksergija svježeg pare, $e_{sp} = 1265$ kJ/kg,

Cijena svježeg pare, $c_{sp} = \dot{c}_{sp} = 10$ kn/GJ

Maseni protok svježeg pare i ekspanzirane pare,

$\dot{m}_{sp} = \dot{m}_{pr} = 1$ kg/s

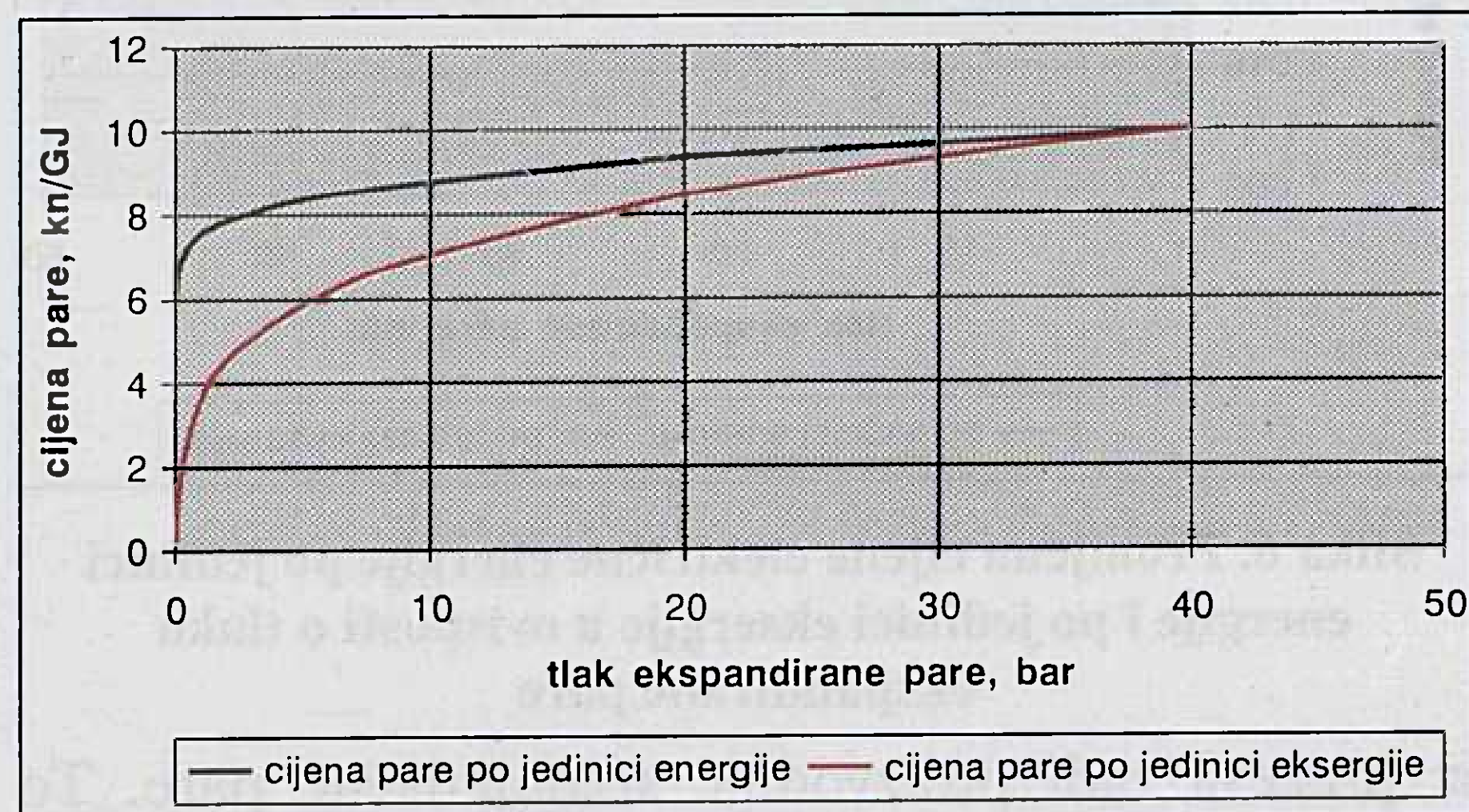
Specifična cijena protutlačnog parnoturbinskog agregata, $\dot{Z}_t = 0,28$ [kn/s] $\left(\frac{\dot{E}_w = E_w}{1000$ [kW] $\right)$ (kn/s).

U tablici 3 su prikazane cijene pare i električne energije posebno po jedinici energije a posebno po jedinici eksergije.

Tablica 3. Cijena ekspanzirane pare i električne energije po jedinici energije i po jedinici eksergije

Entalpija ekspanzirane pare kJ/kg	Eksergija ekspanzirane pare kJ/kg	Cijena pare po jedinici energije kn/GJ	Cijena pare po jedinici eksergije kn/GJ	Jedinična električna snaga kW	Cijena električne energije po jedinici energije kn/kWh	Cijena električne energije po jedinici eksergije kn/kWh
3328	1265	10	10	0	0	0
3238	1175	9,7	9,3	90	1,042	1,0406
3125	1062	9,4	8,4	203	1,044	1,0403
2945	882	8,8	7,0	383	1,036	1,0302
2800	737	8,4	5,8	528	1,038	1,0291
2630	567	7,9	4,5	698	1,033	1,0212
2520	457	7,6	3,6	808	1,033	1,0191
2290	227	6,9	1,8	1038	1,033	1,0147
2200	137	6,6	1,1	1128	1,031	1,0115
2090	27	6,3	0,2	1238	1,031	1,0090

Iz tablice 3 vidljivo je da se cijena pare, i po jedinici energije, i po jedinici eksergije smanjuje usporedo sa smanjivanjem entalpije i eksergije (tlaka i temperature) ekspanzirane pare. Dijagramski su te promjene cijena prikazane na slici 5.

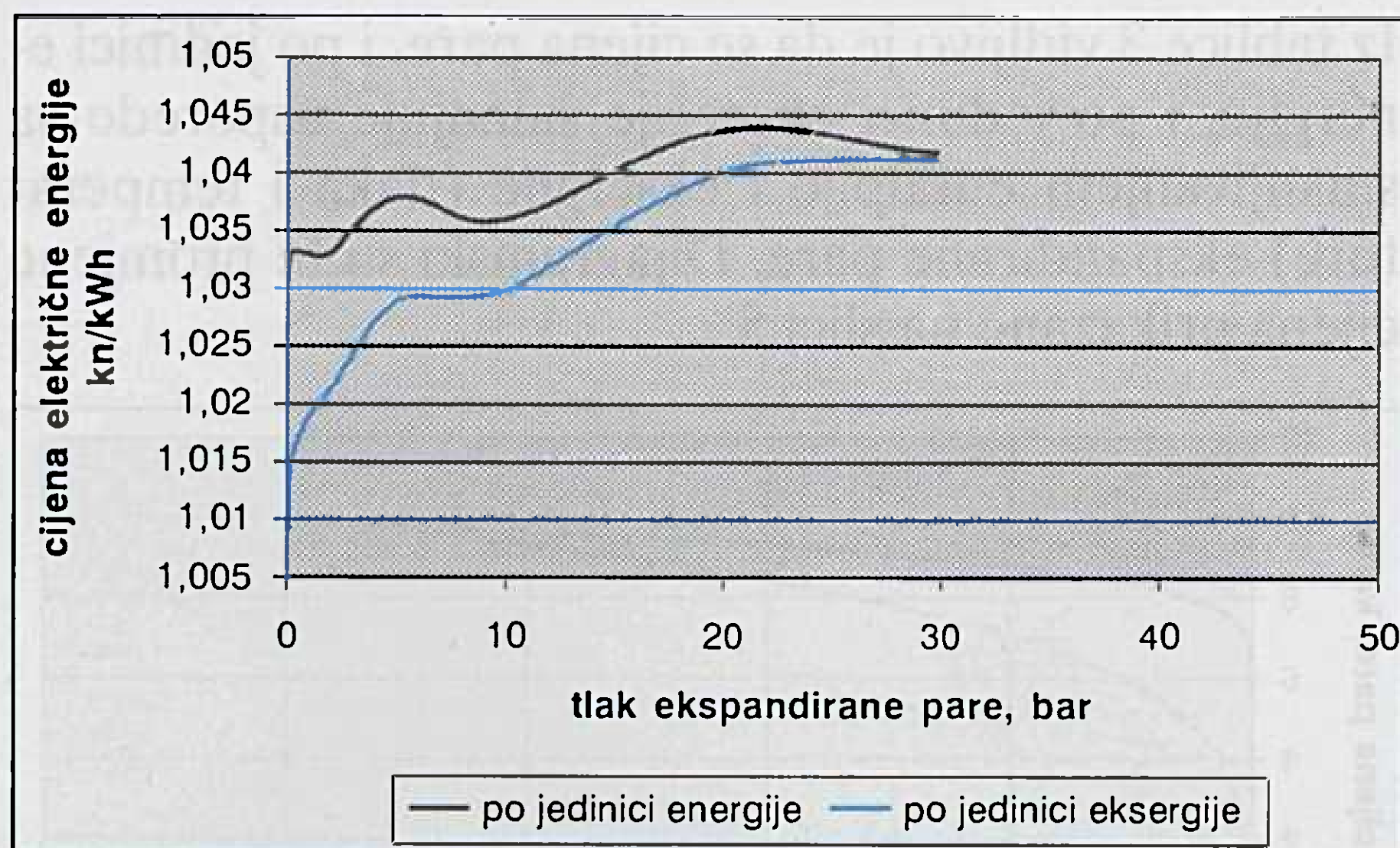


Slika 5. Primjena cijene pare po jedinici energije i po jedinici eksergije u ovisnosti o tlaku ekspanzirane pare

Iz tablice 3 je također vidljivo da je cijena električne energije po jedinici energije viša od cijene električne energije po jedinici eksergije. Cijena električne energije po jedinici energiji mijenja se nepravilno dok se cijena električne energije po jedinici eksergije smanjuje paralelno sa smanjivanjem cijene ekspanzirane pare po jedinici eksergije.

Navedene cijene električne energije ovise i o visini tekućih troškova za protutlačni parnoturbinski agregat čija je jedinična cijena u funkciji električne snage tog agregata. Dijagramski su promjene cijene električne energije prikazane na slici 6.

Dijagrami sa slike 5 i slike 6 prikazuju prednosti i nedostatke energetskog i eksergetskog vrednovanja pare. Krivulja koja opisuje promjenu cijene ekspanzirane pare po jedinici energije (sliku 5) otkriva sve više iracionalno trošenje ekspanzirane pare pri sve nižim tlakovima. No, takvo trošenje ekspanzirane pare jest poticajno jedino u slučaju rekuperacije izlazne topline



Slika 6. Promjena cijene električne energije po jedinici energije i po jedinici eksergije u ovisnosti o tlaku ekspandirane pare

iz procesa radi proizvodnje srednjetačne pare. To stimulatивно utječe na korištenje protutlačno parnoturbinskog agregata.

Poticaj rekuperacije otpadne topline nije moguć kod eksergetskog vrednovanja pare. Kod takvog načina vrednovanja pare tehnički se kvalitetnije vrednuje proizvodnja toplinske i električne energije. Promjene cijene ekspandirane pare po jedinici eksergije opisane krivuljom na slici 6 izražene su kod različitih nivoa tlakova. Iz toga proizlazi da ovakav način vrednovanja pare potencira tehničke onove za optimalan izbor radnih parametara, osobito razine tlaka pare u pojedinim dijelovima procesa pa se može zaključiti da s termodinamskog gledišta pruža najpovoljnije rezultate [1].

5. ZAKLJUČAK

U radu su prikazana dva načina termodinamskog vrednovanja pare. Prvi je način energetska vrednovanje pare po kom se utvrdio entalpijski omjer. Drugi je način eksergetsko vrednovanje pare po kom se utvrdio eksergetski omjer. Ti omjeri predstavljaju odnos entalpije, odnosno eksergije pare (koja se mijenja sa promjenom tlaka i temperature) i entalpije, odnosno eksergije pare početnog stanja.

Nakon određivanja entalpijskog i eksergetskog omjera dana je posebno energetska-ekonomska analiza, a posebno eksergetsko-ekonomska analiza koje uključuju bilance tekućih troškova. Te su dvije različite analize primjenjene prvo na energetskom sustavu za kombiniranu proizvodnju toplinske i električne energije u općem obliku, a zatim konkretno na primjeru energetskog sustava na bazi protutlačnog parnoturbinskog postrojenja. Na tom su se primjeru energetskog sustava odredile cijene ekspandirane pare i električne energije, posebno po jedinici energije, a posebno po jedinici eksergije. Svršishodno određivanju cijena izrađene su odgovarajuće tablice i dijagrami koji opisuju promjene tih navedenih tipova cijena.

Na osnovi cijena ekspandirane pare i električne energije vrednovanim po dvjema veličinama, energiji i eksergiji, ustanovile su se prednosti i nedostaci tih dvaju različitih pristupa.

Osnovna prednost kod energetske vrednovanja pare jest to što se stimulatивно utječe na korištenje rekuperativne otpadne topline radi proizvodnje srednjetačne i niskotlačne pare. Kod ovakvog vrednovanja pare procjenjuje se vrijednost pare niskih tlakova, a podcjenjuje vrijednost električne energije, što destimulatивно utječe na njezino racionalno korištenje. Osnovna prednost kod eksergetskog vrednovanja pare jest mogućnost optimalnog izbora radnih parametara, osobito razine tlaka u pojedinim dijelovima procesa što je s termodinamskog stajališta najpovoljnije. Nedostatak ovakvog vrednovanja pare jednak je osnovnoj prednosti energetske vrednovanja pare.

LITERATURA

- [1] Z. PRELEC, "Energetika u procesnoj industriji", Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- [2] V. BRLEK, "Termodinamika", Tehnička enciklopedija, Svezak 13, Leksikografski zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, 1997., str. 1-43
- [3] A. BEJAN, G. TSATSARONIS, M. MORAN, "Thermal Design And Optimization", A Wiley-Interscience Publication, New York, USA, 1996.
- [4] T. J. KOTAS, "The Exergy Method of Thermal Plant Analysis", Krieger, Melbourne, Fl, 1995.
- [5] M. J. MORAN, H. N. SHAPIRO, "Fundamentals of Engineering Thermodynamics", 3rd ed., A Wiley-Interscience Publication, New York, USA, 1995.
- [6] K. RAŽNJEVIĆ, "Termodinamičke tablice", Školska knjiga, Zagreb, 1975.

PRICE DETERMINATION FOR STEAM AND ELECTRIC ENERGY

The paper describes energy and exergy valorisation of steam as well as advantages and disadvantages of these two different valorisation ways. For price determination of steam and electric energy, by energy unit and by exergy unit, the balance of costs of most important participants in the energy system is done. As an example of cost evaluation of steam and electric energy, the energy system based on back-pressure steam turbine facility is given.

DIE BESTIMMUNG DES DAMPF- UND STROMPREISES

Im Artikel ist die energetische und die exergetische Bewertung des Dampfes dargestellt und Vor- sowie Nachteile beider unterschiedlicher Zutritte der Bewertung beschrieben. Für die Bestimmung des Einheitspreises für Dampf und Strom ist die Kostenbilanz wichtigster Anteile im energetischen System sowohl für Energie, als auch für Exergie angefertigt. Als Beispiel der Preisberechnung von Dampf und Strom ist ein energetisches System genommen. Dieser System gründet auf einem Dampfturbinen-Gegendrucksatz.

Naslov pisca;

Vedran Uran, dipl. ing.
"CASE" d.o.o.

Šetalište XIII. divizije 28
51000 Rijeka, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2003 – 01 – 13.

ZELENI CERTIFIKATI: TRŽIŠNI MEHANIZAM POTPORE OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE

Mr. sc. Maja Božičević Vrhovčak – Dražen Jakšić – mr. sc. Tea Kovačević, Zagreb

UDK 620.95:621.311.25
PREGLEDNI ČLANAK

Navedeni su načini potpore obnovljivim izvorima energije. Detaljno je opisan nov, tržišno orijentiran mehanizam potpore – sustav zelenih certifikata. Opisano je tržište zelenih certifikata te ukazano na moguće zapreke njegovom ispravnom funkcioniranju. Prikazane su mogućnosti i zapreke uspostavi međunarodne trgovine zelenim certifikatima.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, mehanizmi potpore, zeleni certifikati, tržište električne energije.

UVOD

U prvom desetljeću 21. stoljeća, svjetska energetika suočena je s dva problema koji su dominirali i krajem prethodnog stoljeća, a to su liberalizacija energetske tržišta i istodobno, ispunjavanje međunarodnih ciljeva u pogledu zaštite okoliša i održivog razvoja. Stroge zahtjeve u pogledu očuvanja okoliša u elektroenergetici moguće je zadovoljiti povećanjem energetske efikasnosti, primjenom čistijih tehnologija za proizvodnju električne energije i širom uporabom obnovljivih izvora energije.

Sve veća pozornost posvećuje se obnovljivim izvorima energije, zbog višestrukih koristi koje se ostvaruju njihovom primjenom. To su prije svega smanjenje emisije ugljičnog dioksida; smanjenje emisije onečišćujućih tvari i stvaranja otpada tj. doprinos lokalnom očuvanju okoliša; diverzifikacija energenata pa stoga i povećana sigurnost opskrbe električnom energijom; smanjenje ovisnosti o uvoznim energentima; očuvanje prirodnih resursa, prvenstveno fosilnih goriva i vode; poticanje domaće proizvodnje tehnologija za uporabu obnovljivih izvora te otvaranje novih radnih mjesta. Međutim, uz navedene prednosti, obnovljivi izvori imaju i veliki nedostatak, a taj je da je cijena električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora još uvijek u najvećem broju slučajeva viša od cijene energije iz konvencionalnih postrojenja.

Na temelju navedenih prednosti uporabe obnovljivih izvora očigledno je da njihovo korištenje, iako još uvijek skuplje od korištenja konvencionalnih energenata, donosi višestruku korist – kako na nacionalnoj i regionalnoj, tako i na globalnoj razini. Zbog toga razvijene zemlje različitim mehanizmima nastoje potaknuti njihovu uporabu. Kako su energetska tržišta u

velikom broju razvijenih zemalja danas liberalizirana, prevladavajući je stav da mehanizam potpore ne smije biti u suprotnosti s tržišnim mehanizmima te da njegova primjena ne smije uzrokovati tržišne poremećaje. Zbog svoje usklađenosti s tržišnim principima, kao mehanizam potpore obnovljivim izvorima, sve je popularniji tzv. sustav zelenih certifikata.

U ovom je članku dan pregled postojećih mehanizama potpore obnovljivim izvorima, detaljno su opisani zeleni certifikati te funkcioniranje tržišta certifikata, ukazano je na elemente dizajna sustava zelenih certifikata o kojima posebno treba voditi računa, te je dan osvrt na međunarodnu trgovinu zelenim certifikatima.

MEHANIZMI POTPORE OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE

Državna potpora električnoj energiji iz obnovljivih izvora posljedica je brige za okoliš, zahtjeva za sigurnošću opskrbe električnom energijom, kao i potrebe za većom neovisnošću o uvoznom gorivu. Čitav niz faktora može pospješiti uporabu obnovljivih izvora, no čini se da niti jedan zasebno ne predstavlja ključ za uspjeh, već je on određen njihovim ispreplitanjem i nadopunjavanjem. Postoje, međutim, nezaobilazni elementi strategije razvoja obnovljivih izvora, koji ako se sustavno primjenjuju jamče uspjeh. To su:

- politička potpora
- odgovarajuće zakonodavstvo
- poticajna porezna politika
- financijska potpora
- administrativna potpora
- podupiranje tehnološkog razvoja
- promocija obnovljivih izvora putem obrazovanja.

Vlade većine zemalja članica EU zacrtale su ciljeve u pogledu uporabe obnovljivih izvora, i radi toga propisale minimalni udio obnovljivih izvora u utrošenoj električnoj energiji – tzv. kvotu obnovljivih izvora [1]. Da bi se ti prilično zahtjevni ciljevi mogli ispuniti, predviđeni su različiti mehanizmi potpore obnovljivim izvorima. Trenutačno se radi na harmonizaciji sustava potpore na razini EU. Najvažniji i najpoznatiji instrumenti potpore obnovljivim izvorima u elektroenergetskom sustavu su porezne olakšice i financijska potpora. Radi se prvenstveno o olakšicama na ulaganje u obnovljive izvore energije ili o potpori po proizvedenom kWh, najčešće u obliku tzv. zajamčenih tarifa. Prema tom konceptu, elektroprivrede imaju obvezu otkupa električne energije iz obnovljivih izvora koji se nalaze na njihovom području, i to po zagarantiranoj cijeni.

Koncept zajamčenih tarifa usvojen je u Njemačkoj i Španjolskoj [2], gdje se pokazao kao vrlo učinkovit. Međutim, važan nedostatak tog mehanizma je da ne potiče smanjenje troškova proizvodnje u obnovljivom postrojenju. Osim toga, u tržišnim uvjetima takav sustav dovodi elektroprivrede smještene na području na kojem je udio obnovljivih izvora velik u lošiji položaj jer će morati otkupljivati veću količinu električne energije po zagarantiranoj cijeni od svojih konkurenata. Da bi se to izbjeglo potrebno je ustanoviti jedinstven kompenzacijski mehanizam na čitavom području povezanom u jedan elektroenergetski sustav.

Jedan od načina potpore obnovljivim izvorima je i uvođenje olakšica na proizvedeni kilovatsat koje se dodjeljuju ograničenom broju investitora. Država raspisuje natječaj za izgradnju novih obnovljivih postrojenja, a olakšice se dodjeljuju ulagačima koji ponude najmanju proizvodnu cijenu. Takav sustav bio je dugo na snazi u Velikoj Britaniji i Irskoj [2], gdje su se aukcije održavale svake dvije godine. Pokazalo se da je učinkovit u pogledu smanjenja troškova. Međutim, potencijalni se investitori suočavaju s nekoliko izvora nesigurnosti. Prije svega, ishod natječaja je neizvjestan. Zatim, svaki investitor ima rok u kojem projekt mora biti realiziran, ali to često nije dovoljno zbog problema u planiranju i otpora lokalnih zajednica izgradnji novih postrojenja. Konačno, nije jasno koji će dio sredstava biti investirani u koju obnovljivu tehnologiju.

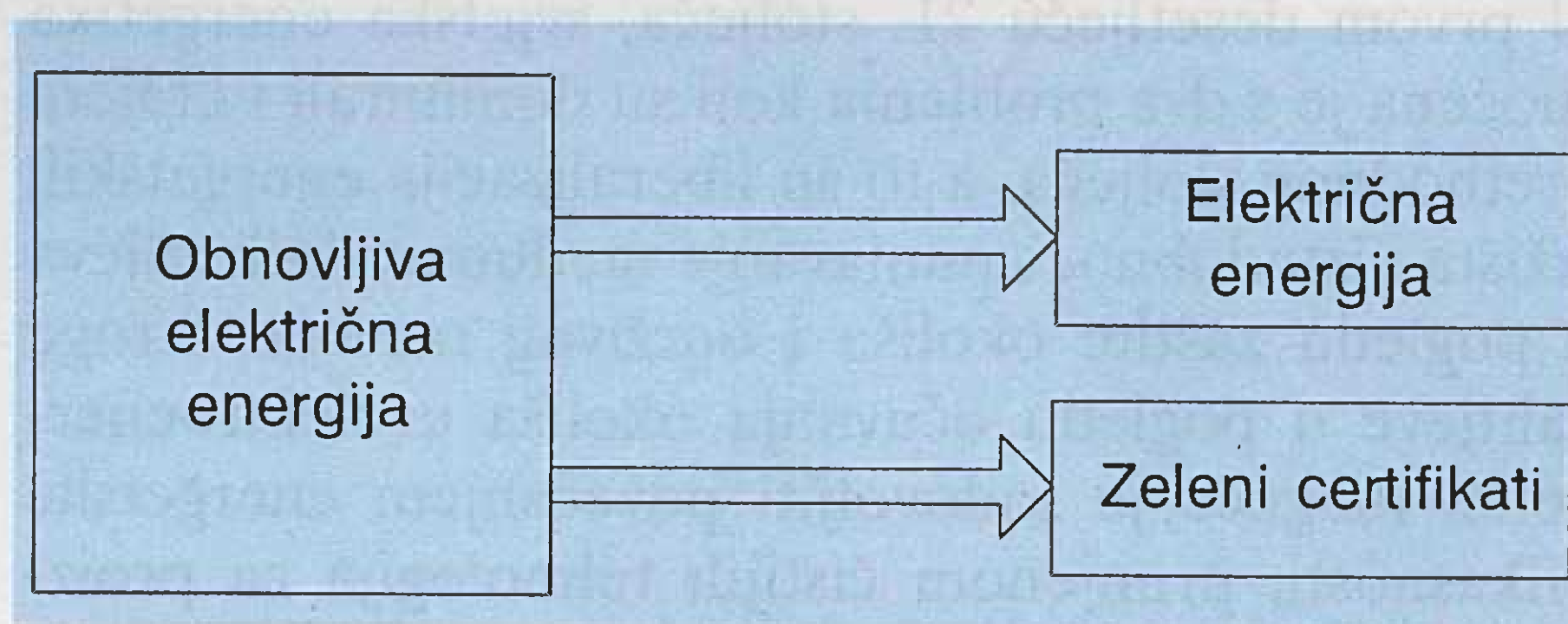
Mjera koja je u skladu s principima slobodnog tržišta, a istodobno potiče uporabu obnovljivih izvora je internalizacija eksternih troškova konvencionalnih postrojenja. To je u praksi moguće barem dijelom provesti oporezivanjem emisije ugljičnog dioksida, sumpornog dioksida i dušičnih oksida ili oporezivanjem energije, iz čega su izuzeti obnovljivi izvori. Valja primijetiti da izuzimanje obnovljivih izvora iz poreza na energiju cilja upravo na veću primjenu obnovljivih izvora, dok oporezivanje emisija, uz primjenu obnovljivih izvora energije, podupire i energetska efikasnost. Oporezivanje potrošnje energije ili ispuštanja produkata izgaranja na snazi je u većem broju europskih zemalja pa je u tim zemljama smanjena razlika između cijene

električne energije proizvedene na konvencionalan način i iz obnovljivih izvora. Međutim, zbog očuvanja konkurentnosti proizvoda koji se plasiraju na međunarodno tržište, takvi porezi nikad nisu dosegli razinu koja bi znatno povećala uporabu obnovljivih izvora.

Očigledno je da većina opisanih mjera unosi određene poremećaje na tržište. Zbog toga je na otvorenom tržištu električne energije potreban mehanizam koji je usklađen s funkcioniranjem tržišta, a danas prevladava stav da je to sustav zelenih certifikata.

SUSTAV ZELENIH CERTIFIKATA

U ukupno proizvedenoj električnoj energiji određeni udio čini energija proizvedena iz obnovljivih izvora. Da bi ta energija uživala određene povlastice, potrebno ju je na neki način razlikovati od energije iz konvencionalnih izvora, iako su po fizikalnim svojstvima one identične. Zbog toga se električnoj energiji proizvedenoj iz obnovljivih izvora dodjeljuje potvrda, tzv. zeleni certifikat. To znači da se u obnovljivom postrojenju proizvode dva odvojena proizvoda: električna energija i zeleni certifikat, kojima se može trgovati na zasebnim tržištima, kao što prikazuje slika 1.



Slika 1. Razdvajanje obnovljive električne energije na dva proizvoda

Zeleni certifikat predstavlja dodatnu vrijednost obnovljivog izvora u odnosu na konvencionalni. Ovisno o stupnju liberaliziranosti tržišta, zakonskom okviru i drugim čimbenicima, zelene certifikate moguće je koristiti kao:

- jamstvo podrijetla tzv. zelene električne energije
- proizvod na tržištu utrživih zelenih certifikata.

Ako se kao mehanizam potpore obnovljivim izvorima usvoji ranije opisani sustav zajamčene tarife, to znači da kupac zelene električne energije – najčešće opskrbljivač – plaća cijenu kWh višu od tržišne cijene električne energije. Pri prodaji električne energije, opskrbljivač će višu cijenu raspodijeliti po svim potrošačima na svom području, ili će im pružiti mogućnost odabira tzv. zelene tarife.

Zelene tarife oblik su dobrovoljne potpore obnovljivim izvorima energije, prema kojem potrošač dobrovoljno plaća višu cijenu električne energije jer se određeni dio njegovih potreba podmiruje iz obnovljivih izvora. Ponuda može sadržavati raspon proizvoda zelene električne energije koji se međusobno razlikuju po udjelu

obnovljivih izvora u portfelju i, sukladno tome, po cijeni. Zelena električna energija, tj. energija po zelenim tarifama, nudi se kao zaseban proizvod u Nizozemskoj od 1995. godine [3], a kasnije se to počelo prakticirati i u drugim europskim državama. Potrošači koji kupuju zelenu električnu energiju plaćaju višu cijenu kilovatsata, a njihova elektroprivreda jamči da je utrošena električna energija proizvedena iz obnovljivih izvora. Postupak nadgleda neovisna institucija, najčešće nevladina organizacija (u Nizozemskoj je to World Wildlife Fund). Iako je takav sustav posve u skladu s liberalizacijom energetske tržišta, on ne garantira znatnije povećanje udjela obnovljivih izvora. Bez obzira na to da li viša cijena električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora povisuje prosječnu cijenu električne energije za sve kupce, ili se zelena električna energija nudi kao zaseban proizvod, opskrbljivač mora moći dokazati udio obnovljivih izvora u svom portfelju. Za to mu služe zeleni certifikati, koji otkupom električne energije od obnovljivog proizvođača po zajamčenoj tarifi prelaze u njegovo vlasništvo. Korišten kao jamstvo podrijetla, certifikat prvenstveno predstavlja sredstvo zaštite potrošača.

Međutim, zeleni certifikat nije samo jamstvo kvalitete proizvoda, već predstavlja i proizvod kojim se može trgovati. U tom se slučaju naziva utrživi zeleni certifikat. Cijena zelenog certifikata, kao i svakog drugog proizvoda, ovisi o ponudi i potražnji i određuje je tržište.

Pojednostavljenu shemu odvojenog trgovanja električnom energijom i zelenim certifikatima prikazuje slika 2.

Sudionici i institucije na tržištu zelenih certifikata su:

- proizvođači električne energije iz obnovljivih izvora
- tijelo za izdavanje certifikata
- registar zelenih certifikata
- opskrbljivač
- potrošač električne energije.

U životnom ciklusu certifikata razlikuju se tri faze: izdavanje, trgovanje i povlačenje certifikata, tj. njegovo iskorištenje.

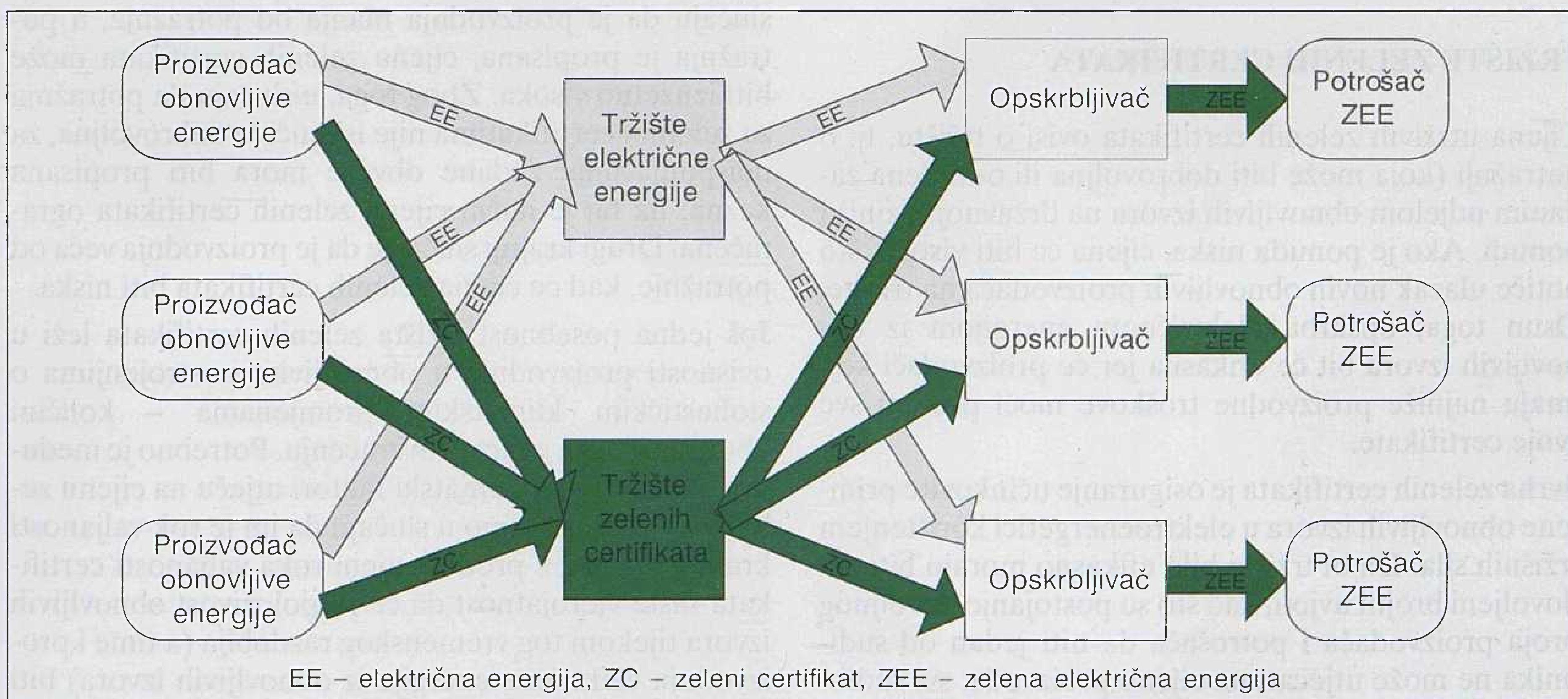
Proizvođač obnovljive energije mora biti certificiran od strane neovisnog tijela. Tijelo za izdavanje certifikata ovlaštena je i neovisna institucija koja za određenu količinu proizvedene energije (najčešće 1 MWh, [4]) obnovljivom proizvođaču izdaje certifikat. Certifikat je elektronički zapis koji se pohranjuje u registar, a sadrži podatke o proizvođaču, tehnologiji i datumu proizvodnje i dr.

Nakon izdavanja certifikata njegov je vlasnik proizvođač. Od tog trenutka počinje faza trgovine koja ne mora biti jednokratna, tj. certifikat se može više puta preprodati. Trgovati se može određeni vremenski period, dok ne istekne valjanost certifikata, obično najmanje godinu dana. Time se u potpunosti uklanja problem istodobnosti proizvodnje i potrošnje. Sve transakcije certifikata bilježe se u registru. To je trgovački registar u kojem se registrira vlasništvo certifikata.

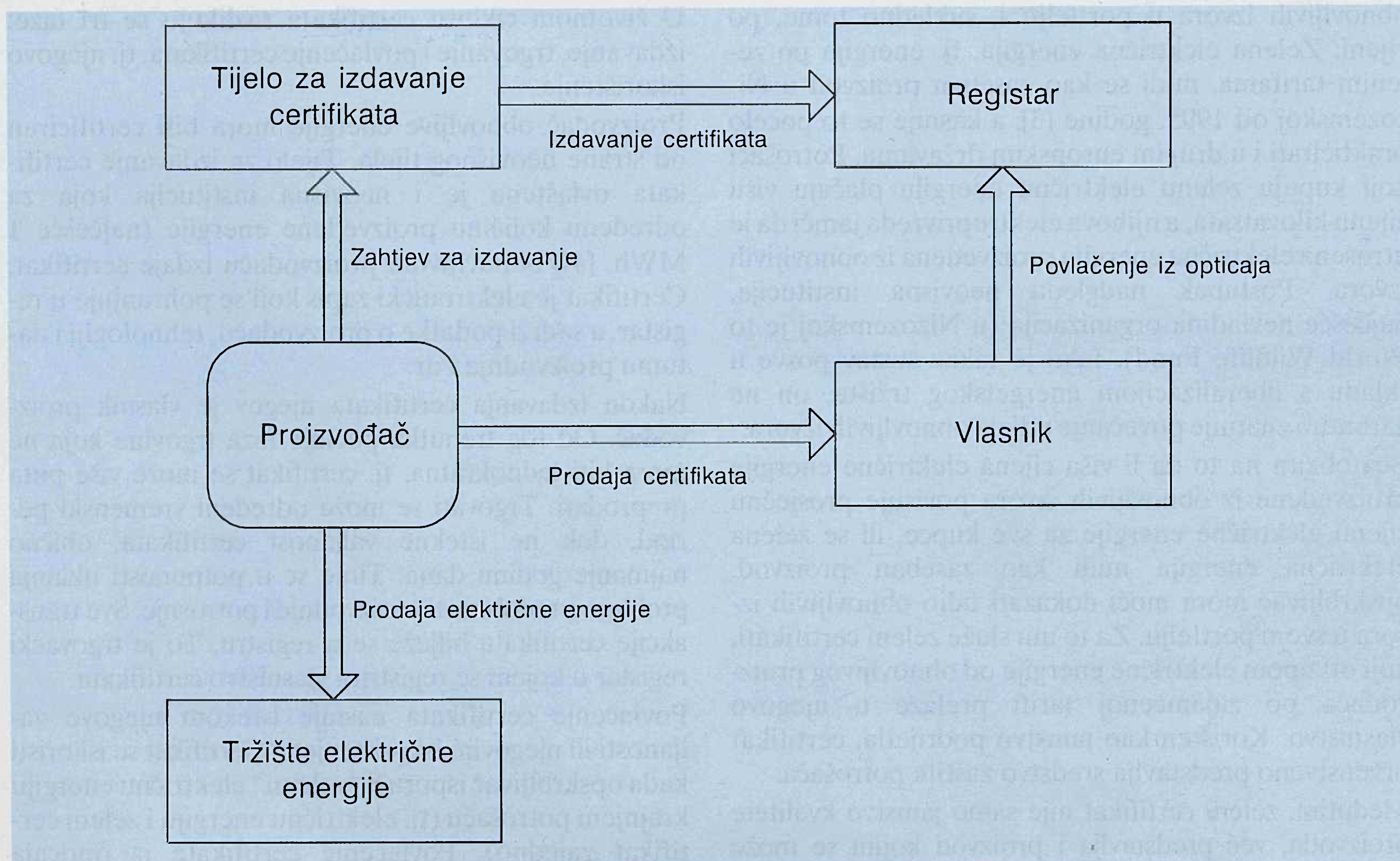
Povlačenje certifikata nastaje istekom njegove valjanosti ili njegovim iskorištenjem. Certifikat se iskoristi kada opskrbljivač isporuči "zelenu" električnu energiju krajnjem potrošaču (tj. električnu energiju i zeleni certifikat zajedno). Povlačenje certifikata iz opticaja bilježi se u registru.

Pojednostavnjeni model tržišta zelenih certifikata prikazuje slika 3.

Sustav zelenih certifikata, odnosno model tržišta, može se razlikovati u više aspekata. Primjerice, mogu se razlikovati prema tijelu ovlaštenom za izdavanje certifikata. To tijelo u svakom slučaju mora biti institucija neovisna o proizvođačima i dobavljačima. Ono može biti specijalizirano za obavljanje djelatnosti izdavanja certifikata, ili mu to može biti sekundarna djelatnost. Često je to operator prijenosnog sustava, pod uvjetom da je vlasnički potpuno odvojen od proizvodnje i opskrbe.



Slika 2. Tržišta zelenih certifikata i tržišta električne energije mogu biti posve odvojena



Slika 3. Model tržišta zelenih certifikata

Zeleni certifikati mogu se razlikovati prema vijeku trajanja i propisanim kriterijima za izdavanje. Naime, definicije obnovljive i zelene energije donekle se razlikuju u pojedinim zemljama pa se prema tome razlikuju i kriteriji za izdavanje zelenog certifikata, odnosno koje će tehnologije za proizvodnju zelene energije moći dobiti certifikat. Sustavi se razlikuju i prema modelu trgovanja, mjestu na kojem se ono obavlja, postoji li jedinstveno tržište u obliku burze ili se trguje na bilateralnoj osnovi itd.

TRŽIŠTE ZELENIH CERTIFIKATA

Cijena utrživih zelenih certifikata ovisi o tržištu, tj. o potražnji (koja može biti dobrovoljna ili određena zadanim udjelom obnovljivih izvora na državnoj razini) i ponudi. Ako je ponuda niska, cijena će biti visoka, što potiče ulazak novih obnovljivih proizvođača na tržište. Osim toga, opskrba električnom energijom iz obnovljivih izvora bit će efikasna jer će proizvođači koji imaju najniže proizvodne troškove moći prodati sve svoje certifikate.

Svrha zelenih certifikata je osiguranje učinkovite primjene obnovljivih izvora u elektroenergetici korištenjem tržišnih sila. Da bi tržište bilo efikasno moraju biti zadovoljeni brojni uvjeti, kao što su postojanje dovoljnog broja proizvođača i potrošača da niti jedan od sudionika ne može utjecati na cijenu proizvoda, svi sudionici tržišne utakmice moraju imati osiguran pristup relevantnim informacijama, ne smiju postojati zapreke

ulasku na tržište, transakcijski troškovi moraju biti zanemarivi, itd.

Osim navedenih zahtjeva, koji su preduvjeti funkcioniranja bilo kojeg konkurentnog tržišta, tržište zelenih certifikata ima i svoje posebnosti.

Prije svega, kao što je uobičajeno u proizvodnji električne energije, instalirana snaga krakoročno je nefleksibilna, a isto vrijedi i za snagu instaliranu u obnovljivim postrojenjima. Zbog toga cijene na tržištu zelenih certifikata mogu biti vrlo promjenjive. U slučaju da je proizvodnja manja od potražnje, a potražnja je propisana, cijena zelenih certifikata može biti izuzetno visoka. Zbog toga, u slučaju da potražnja za zelenim certifikatima nije isključivo dobrovoljna, za neispunjavanje zadane obveze mora biti propisana kazna: na taj je način cijena zelenih certifikata ograničena. Drugi krajnji slučaj je da je proizvodnja veća od potražnje, kad će cijena zelenih certifikata biti niska.

Još jedna posebnost tržišta zelenih certifikata leži u ovisnosti proizvodnje u obnovljivim postrojenjima o stohastičkim klimatskim promjenama – količini oborina, vjetru, sunčevom zračenju. Potrebno je međutim primijetiti da klimatski faktori utječu na cijenu zelenih certifikata samo u slučaju da im je rok valjanosti kratak. Naime, s produljenjem roka valjanosti certifikata raste vjerojatnost da će raspoloživost obnovljivih izvora tijekom tog vremenskog razdoblja (a time i proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora) biti jednaka prosječnoj, što znači da se utjecaj stohastičkih klimatskih faktora smanjuje [5].

Postoje i drugi aspekti o kojima treba voditi računa pri osmišljavanju sustava zelenih certifikata. Naprimjer, treba odrediti koji će se obnovljivi izvori uključiti u sustav potpore. Često se spominje da su velike hidroelektrane isplative i bez potpore. Međutim, izgradnja novih hidroelektrana zahtijeva velika ulaganja i daleko je skuplja od izgradnje npr. postrojenja loženog fosilnim gorivom. Kako su zeleni certifikati tržišni mehanizam, najbolje je na certifikatu naznačiti podrijetlo, pa će se cijena za pojedine izvore i tehnologije formirati na temelju zahtjeva tržišta.

Dugoročno, sustav zelenih certifikata pomaže u povećanju udjela obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije. Te je dugoročne ciljeve potrebno pretočiti u jasno definirana pravila sustava zelenih certifikata koja se neće s vremenom promijeniti zbog novih prioriteta ili promjene vlasti. To je važan preduvjet da bi sudionici na tržištu bili sigurni u isplativost svog ulaganja.

MEĐUNARODNO TRGOVANJE ZELENIM CERTIFIKATIMA

Prednost trgovanja zelenim certifikatima u odnosu na trgovinu električnom energijom proizvedenom iz obnovljivih izvora je u tome što trgovina certifikatima nema fizičkih zapreka. Zeleni certifikati omogućavaju potpuno fizičko razdvajanje električne energije od prednosti koje ima proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora (tzv. "zelenih atributa") – te su prednosti pretočene u zeleni certifikat.

Mogućnosti za međunarodnu trgovinu certifikatima postoje zbog različite vrijednosti zelenih certifikata u različitim državama, što ovisi o mogućnosti proizvodnje certifikata (ponudi) i zadanoj kvoti obnovljivih izvora (potražnji). To znači da zadana kvota igra ključnu ulogu u međunarodnoj trgovini zelenim certifikatima.

Međunarodna trgovina zelenim certifikatima pomaže liberalizaciji međunarodnog tržišta električne energije te promovira projekte koji su produktivni i lokacije koje su ekonomične uklanjajući potrebu prijenosa energije na velike udaljenosti. Stoga odvajanje električne energije i certifikata dovodi do povećanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora uz jednake granične troškove.

Postoji veći broj primjera bilateralne međunarodne trgovine zelenim certifikatima [4, 6]. Princip je uvijek isti: ovlašteno neovisno tijelo izda zeleni certifikat proizvođaču za određenu količinu proizvedene električne energije iz obnovljivog izvora koji zatim taj zeleni certifikat može utržiti, tj. prodati onome tko ga je voljan kupiti. Cijena zelenog certifikata slobodno se ugovara. Kod zelenih certifikata nema bitnih tehničkih ograničenja koji bi ometali slobodnu trgovinu te postoje sve pretpostavke da se stvori uistinu konkurentno tržište.

Očekuje se da bi harmonizacija sustava zelenih certifikata na međunarodnoj razini olakšala pristup jeftini-

jim certifikatima i potakla izgradnju obnovljivih izvora na najpovoljnijim lokacijama. Međutim, da bi međunarodna trgovina zelenim certifikatima zaista zaživjela, nacionalne sustave certifikata i mehanizme potpore obnovljivoj energiji treba najprije uskladiti.

ZAKLJUČAK

Zbog brojnih prednosti uporabe obnovljivih izvora energije, njihova šira uporaba jedan je od prioriteta u energetske strategiji svake države. Međutim, električna energija iz obnovljivih izvora još je uvijek najčešće skuplja od električne energije proizvedene u konvencionalnim postrojenjima. Zbog toga država mora potaknuti ulaganja u obnovljive izvore energije. Mehanizam potpore obnovljivim izvorima koji je u skladu sa zakonitostima liberaliziranog tržišta električne energije je sustav zelenih certifikata.

Jasna i dosljedna državna politika važan je preduvjet za postojanje valjanog sustava zelenih certifikata koji će osigurati odgovarajući okvir za ulaganja u obnovljive izvore energije. Zbog toga je važno na državnoj razini pažljivo razraditi sustav i pravila tržišta zelenih certifikata te zadati vremenski okvir unutar kojeg se zadana pravila neće mijenjati, jer će se na taj način smanjiti nesigurnost ulaganja u obnovljive izvore.

Kako zeleni certifikati omogućavaju potpuno razdvajanje električne energije od njenih "zelenih atributa", trgovina zelenim certifikatima nema fizičkih zapreka. Zbog toga se očekuje da će takav oblik trgovanja "zelenom" komponentom električne energije doživjeti procvat na liberaliziranom tržištu električne energije, posebno na međunarodnoj razini.

No, da bi međunarodna trgovina zaista zaživjela, nužno je usklađivanje nacionalnih sustava zelenih certifikata, i usuglašavanje mehanizama potpore obnovljivim izvorima energije.

LITERATURA

- [1] Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market, Official Journal of the European Communities
- [2] V. LAUBER: "The different concepts of promoting RES-electricity and their political careers", The Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Berlin, December 2001
- [3] TOMŠIĆ et al: "Utjecaj propisa i ekonomskih mjera zaštite okoliša na rad i razvoj elektroenergetskog sustava u uvjetima reforme i liberalizacije hrvatskog elektroenergetskog sektora", FER, Zagreb, ožujak 2001.
- [4] H. SCHNEIDER, "TRECs in Europe", Proceedings of the International Conference "International Trade of Green Certificates – New Opportunities", Warsaw, December 2002

- [5] G. J. SCHAEFFER, M. G. BOOTS, C. MITCHELL, T. ANDERSON, C. TIMPE, M. CAMES: "Options for design of tradable green certificate systems", ECN-C--00-032, April 2000
- [6] Energy Research Center of the Netherlands: "Effects of burden sharing and certificate trade on the renewable electricity market in Europe", May 2001

GREEN CERTIFICATES – MARKET MECHANISM TO SUPPORT RENEWABLE ENERGY SOURCES

Different supporting models for renewable energy sources are given. New, market oriented support mechanisms – green certificates model is described in detail. Green certificates market is also described whereby possible barriers to its correct operation are also given. Possibilities and barriers for green market certificates trading are also stated.

GRÜNE ZEUGNISSE: EIN MARKTMECHANISMUS DER UNTERSTÜTZUNG DER ERNEUBAREN ENERGIEQUELLEN

Es werden Möglichkeiten der Unterstützung erneuerbarer Energiequellen angeführt. Ausführlich beschrieben ist die neue marktorientierte Art dieser Unterstützung: System der grünen Zeugnisse. Der Markt mit Teilname dieser

Zeugnisse ist beschrieben und auf mögliche Störungen seinm erfolgreichen Ablauf hingewiesen. Möglichkeiten der Einführung des Handels mit grünen Zeugnissen und die dabei im Wege stehenden Hindernisse sind dargestellt.

Naslov pisaca:

Mr. sc. Maja Božičević Vrhovčak, dipl. ing.

Dražen Jakšić, dipl. ing.

mr. sc. Tea Kovačević, dipl. ing.

**Zavod za visoki napon i energetiku
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:

2003 – 02 – 03.

PRIKAZ STANJA NORMIZACIJE I REGULATIVE VEZANE UZ KOMUNICIRANJE ELEKTROENERGETSKIM VODOVIMA, PLC

I. dio: Normizacija PLC-a

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, Zagreb

UDK 658.516:621.391.31
PREGLEDNI ČLANAK

Članak daje pregled normizacije sustava za komuniciranje elektroenergetskim vodovima, od prvobitnih uskopojasnih PLC sustava kod nas poznatih pod nazivom VF veze po VN vodovima, do danas aktualnih širokopojasnih pristupnih PLC sustava kojima se ostvaruju pristupne PLC usluge i energetske PLC usluge, te širokopojasnih PLC sustava kojima se ostvaruje komunikacija informatičkih i ostalih električnih i elektroničkih uređaja unutar zgrade.

Ključne riječi: normizacija, komuniciranje elektroenergetskim vodovima, PLC, PLT, elektromagnetska usklađenost, referentni model mrežne arhitekture, kakvoća usluga.

Uvod

Uporaba elektroenergetske mreže u komunikacijske svrhe, PLC, poznata je od početka 20. stoljeća. Osnovna ideja PLC-a je prenositi električnu energiju na 50 Hz, a istodobno na višim frekvencijama telekomunikacijske informacije.

Prvi PLC sustavi upotrebljavani su na visokonaponskim vodovima elektroprivreda za interno komuniciranje, daljinsko mjerenje i nadzorne funkcije. Kod nas je uobičajen termin za ove sustave visokofrekvencijske veze po visokonaponskim vodovima, VF veze po VN vodovima.

Međutim, mogućnosti PLC-a su daleko šire: osim na visokonaponskim vodovima, PLC se može primijeniti i na srednjonaponskim i niskonaponskim elektroenergetskim vodovima, kao i na električnim instalacijama unutar zgrada. Na taj način, osim što omogućava telekomunikacijske usluge za potrebe elektroprivrednih poduzeća, PLC može biti osnova za pružanje telekomunikacijskih usluga u pristupnim telekomunikacijskim mrežama (pristupni PLC), kao i telekomunikacijskih usluga u kućanstvima (kućni PLC).

U Europi je u području telekomunikacija osobito velika potreba za povećanjem kapaciteta pristupnih telekomunikacijskih mreža, što je preduvjet za brz pristup Internetu i razvoj elektroničkog poslovanja. Dva su načina povećanja kapaciteta telekomunikacijske pristupne mreže: izgradnja novih mreža, što je skupo i dugotrajno, te uporaba novih tehnologija na postojećim mrežama (xDSL, CATV), što uglavnom podrazumijeva uporabu infrastrukture tradicionalnih telekomunikacijskih monopolista.

U tom svjetlu vrlo je zanimljiva kombinacija uporaba elektroenergetskih distribucijskih mreža kao infrastrukture za pristupne telekomunikacijske mreže, budući da se radi o postojećoj infrastrukturi koja nije u vlasništvu tradicionalnih telekomunikacijskih monopolista. Zbog toga se na razvoju PLC-a angažirao veći broj proizvođača, normizacijskih tijela, novonastalih udruženja i telekomunikacijskih stručnjaka sa sveučilišta diljem svijeta.

U SAD-u, gdje je broj telefonskih priključaka po kućanstvu u prosjeku veći nego u Europi, još veći interes pobudila je mogućnost komuniciranja električnom instalacijom unutar zgrada, koja omogućava automatizaciju kućanstva. Na normizaciji istog angažirao se veći broj proizvođača informatičke tehnologije, kao i proizvođača kućanskih aparata i elektroničke.

Osnovna pitanja koja treba riješiti da bi PLC zaživio mogu se podijeliti u tri glavna područja: tehnologija, normizacija i regulativa, te promidžba.

Na razvoju tehnologije pristupnog PLC-a aktivan je niz proizvođača, među kojima su danas najistaknutiji Ascom Powerline i Main.net Communications čija su rješenja već u komercijalnoj uporabi. Brojne probne instalacije pokazale su da PLC može ostvariti prijenosne brzine reda veličine 2 Mbit/s (propusnost dijele sva kućanstva spojena na istu transformatorsku stanicu) uz domet prijenosa do 400 m. Na razvoju tehnologije za kućni PLC najaktivniji su proizvođači okupljeni u organizaciji HomePlug Powerline Alliance, koja je 2001. godine donijela industrijsku normu za kućni PLC brzine 14 Mbit/s.

Za razliku od VF veza po VN vodovima, za koje je zadovoljavajuća mala brzina prijenosa, kod pristupnog i kućnog PLC-a tržišno su zanimljive brzine od par Mbit/s, što zahtijeva uporabu frekvencijskog pojasa čija je širina reda veličine desetak MHz. U takvoj situaciji do izražaja dolaze karakteristike elektroenergetske mreže (topologija, fizička svojstva, te prijenosna svojstva) koja se značajno razlikuje od uobičajenih telekomunikacijskih mreža. Kako niti niskonaponska elektroenergetska mreža niti električne instalacije u zgradama nisu osmišljene za prijenos podataka, postići zadovoljavajući prijenosni kapacitet PLC-a nije jednostavan zadatak. Osnovni ograničavajući faktori za zadovoljavajući prijenosni kapacitet i zadovoljavajući domet PLC-a su elektromagnetska emisija i otpornost na smetnje. PLC sustav proizvodi elektromagnetsku emisiju i može uzrokovati smetnje drugim komunikacijskim sustavima koji rade na istim frekvencijama, posebice različitim radijskim službama s obzirom da radi u megahercnom području. Zbog toga je preduvjet razvoja, prihvaćanja i šire uporabe PLC-a donošenje odgovarajuće normizacije i regulative, prvenstveno definiranje frekvencijskog područja za njegov rad i određivanje takvih pravila njegove uporabe koja će ograničiti emisiju PLC sustava u mjeri dovoljnoj za zaštitu korisnika radijskih službi koje rade na istim frekvencijama. Na definiranju frekvencijskih područja, graničnih vrijednosti polja smetnji i pripadnih postupaka mjerenja, kao i na ostalim normizacijskim i regulatornim pitanjima vezanim uz kućni i pristupni PLC, rade različite regulatorne i normizacijske organizacije, kao i s tom svrhom osnovana udruženja.

Radi promidžbe PLC-a osnovana su razna udruženja, među kojima najistaknutiju ulogu na promoviranju pristupnog PLC-a ima udruženje PLCforum, a na promoviranju kućnog PLC-a savez HomePlug Powerline Alliance. Ova su udruženja ujedno aktivna i na normizaciji PLC-a.

Ovaj članak prvi je dio serije Prikaz stanja normizacije i regulative vezane uz komuniciranje elektroenergetskim vodovima. U njemu je opisano normizacijsko područje razvoja PLC-a, dok će u drugom dijelu serije biti opisano područje međunarodne i europske regulative vezane uz PLC.

U 1. poglavlju dan je pregled normizacijskih i regulatornih tijela uključenih u razvoj PLC-a. U 2. poglavlju dana je klasifikacija PLC-a i istaknuta su područja PLC-a čija je normizacija u tijeku. U 3. poglavlju opisana je normizacija vezana uz PLC na međunarodnoj razini, a u 4. poglavlju na europskoj razini. U 5. poglavlju opisane su najznačajnije organizacije osnovane radi razvoja i promidžbe PLC-a. U 6. poglavlju objašnjene su sve kratice upotrijebljene u članku, a u 7. poglavlju dan je hrvatski prijevod i engleski naziv za osnovne pojmove korištene u članku. Slijede zaključak, te literatura navedena redoslijedom spominjanja u članku.

1. PREGLED NORMIZACIJSKIH I REGULATORNIH TIJELA UKLJUČENIH U RAZVOJ PLC-a

Na slici 1 dan je prikaz regulatornih i normizacijskih tijela uključenih u izradu normi i regulative vezanih uz PLC i nove kabelske tehnologije koje osiguravaju širokopojasnu komunikaciju općenito. U nastavku su dani puni nazivi tih tijela zajedno s adresom njihove početne stranice na Internetu, te kratkim opisom njihove uloge.

- **ITU** (*International Telecommunication Union*), **Međunarodna telekomunikacijska udruga**, www.itu.int

ITU je međunarodna organizacija sa sjedištem u Ženevi koja djeluje od 1865. godine (od 1956. do 1992. pod imenom CCITT). Unutar ITU-a vlade 189 zemalja članica i više od 660 privatnih članova (telekomunikacijske uprave, regulatori, te međunarodne, međuvladine, regionalne, znanstvene i industrijske organizacije,...) koordiniraju globalne telekomunikacijske mreže i usluge. Prava i obveze članica ITU-a definirana su u *Ustavu* (Constitution) i *Konvenciji* (Convention) ITU-a. Republika Hrvatska članica je ITU-a od 3.6.1992. godine.

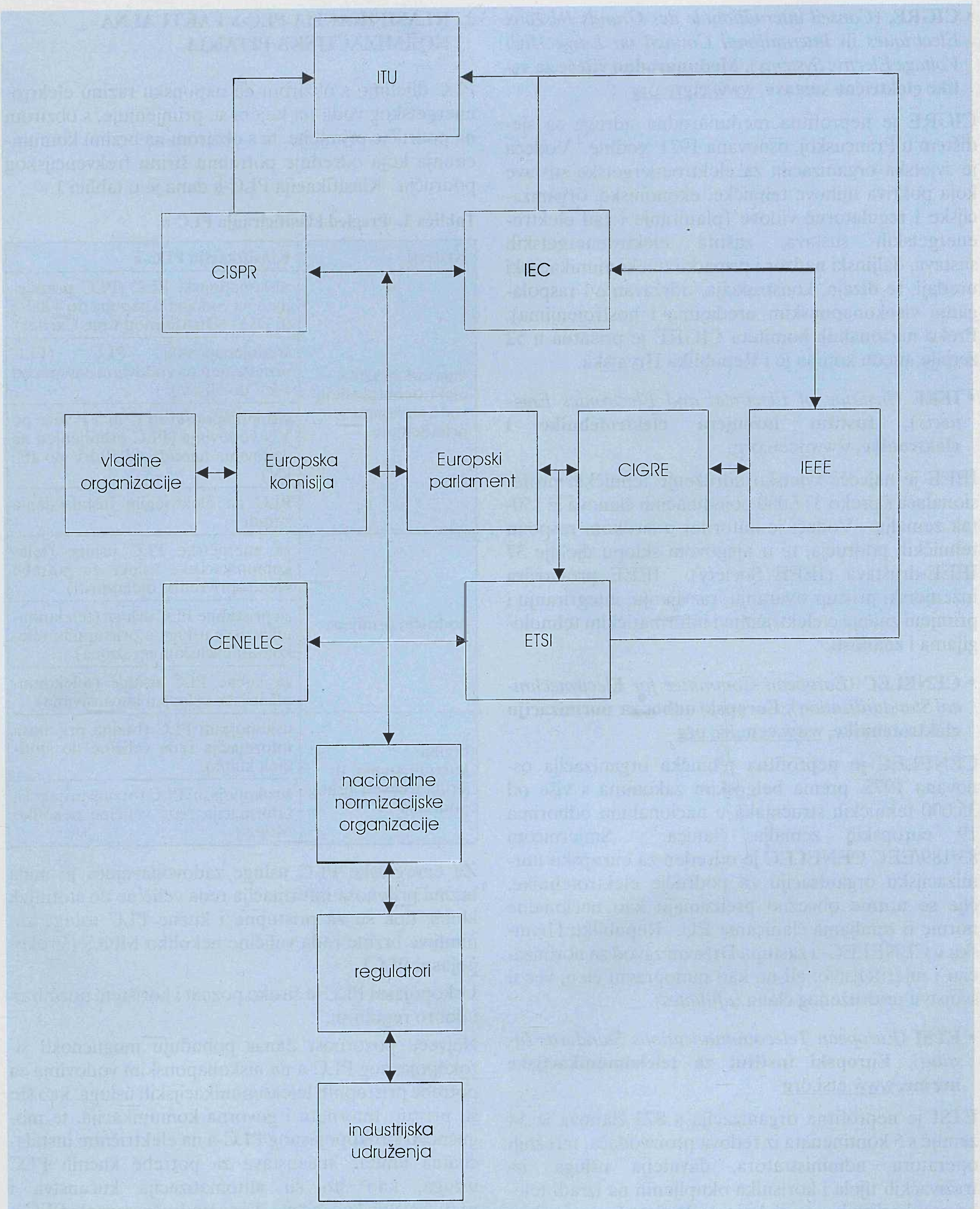
- **IEC** (*International Electrotechnical Commission*), **Međunarodna elektrotehnička komisija**, www.iec.ch

IEC je međunarodna organizacija osnovana 1906. godine, čije su članice nacionalni odbori više od 60-tak zemalja. IEC izrađuje i izdaje međunarodne norme za električne, elektroničke i srodne tehnologije radi uklanjanja tehničkih ograničenja svjetskoj trgovini. Prema ugovoru sklopljenom u Dresdenu (Dresden Agreement), na planiranju aktivnosti i usvajanju normi IEC surađuje s CENELEC-om. Hrvatski član IEC-a je Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.

- **CISPR** (*Comité international spécial des perturbations radioélectriques* ili *International Special Committee on Radio Interference*), **Međunarodni odbor za radijsku interferenciju**

CISPR je IEC-ov odbor koji se bavi međunarodnim sporazumijevanjem glede različitih vidova radijske interferencije radi omogućavanja međunarodne trgovine. Osnovni mu je zadatak izraditi norme koje će osigurati zaštitu radijskog prijama od izvora smetnji, kao što su sve vrste električnih uređaja, sustavi za opskrbu električnom energijom, radijski i televizijski prijamnici, a posebice informatički uređaji. Zbog toga rad CISPR-a uključuje definiranje uređaja za mjerenje smetnji, načina mjerenja smetnji, ograničenja emisije, zahtjeva za otpornost na smetnje, kao i načina mjerenja otpornosti na smetnje. CISPR se bavi tzv. visokim frekvencijama, a to su prema IEC-ovoj terminologiji frekvencije iznad 9 kHz.

- **EC** (*European Commission*), **Europska komisija**
Europska komisija je izvršno tijelo Europske unije s pravom iniciranja donošenja zakona koje podupire interese



Slika 1. Normizacijske i regulatorne organizacije značajne za razvoj PLC-a

Unije kao cjeline. Europska komisija izrađuje prijedloge novog zakonodavstva za Europski Parlament i Vijeće, nadzire primjenu ugovora Europske unije u zemljama članicama te predstavlja izvršno tijelo Unije odgovorno za političku implementaciju i upravljanje.

- **Europski parlament** (*European Parliament*)

Europski parlament ima zakonodavnu vlast (suodlučuje s Vijećem), usvaja proračun Unije i nadzire sve djelatnosti Zajednice.

- **CIGRE**, (*Conseil internationale des Grands Réseaux Electriques* ili *International Council on Large High Voltage Electric Systems*), **Međunarodno vijeće za velike električne sustave**, www.cigre.org

CIGRE je neprofitna međunarodna udruga sa sjedištem u Francuskoj, osnovana 1921. godine. Vodeća je svjetska organizacija za elektroenergetske sustave koja pokriva njihove tehničke, ekonomske, organizacijske i regulatorne vidove (planiranje i rad elektroenergetskih sustava, zaštita elektroenergetskih sustava, daljinski nadzor i pripadni telekomunikacijski uređaji, te dizajn, konstrukcija, održavanje i raspolažanje visokonaponskim uređajima i postrojenjima). Preko nacionalnih komiteta CIGRE je prisutna u 52 zemlje, među kojima je i Republika Hrvatska.

- **IEEE** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), **Institut inženjera elektrotehnike i elektronike**, www.ieee.org

IEEE je najveće svjetsko udruženje tehničkih profesionalaca s preko 377.000 pojedinačnih članova iz 150-tak zemalja. Vodeći je autoritet u širokom rasponu tehničkih područja, te u njegovom sklopu djeluje 37 IEEE-društava (IEEE Society). IEEE promovira inženjerski pristup stvaranju, razvijanju, integriranju i primjeni znanja o električnim i informatičkim tehnologijama i znanosti.

- **CENELEC** (*European Committee for Electrotechnical Standardization*), **Europski odbor za normizaciju elektrotehnike**, www.cenelec.org

CENELEC je neprofitna tehnička organizacija osnovana 1973. prema belgijskim zakonima s više od 35.000 tehničkih stručnjaka u nacionalnim odborima 19 europskih zemalja članica. Smjernicom 83/189/EEC CENELEC je određen za europsku normizacijsku organizaciju za područje elektrotehnike, čije se norme obvezno preuzimaju kao nacionalne norme u zemljama članicama EU. Republiku Hrvatsku u CENELEC-u zastupa Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, ali ne kao punopravni član, već u svojstvu pridruženog člana (*affiliates*).

- **ETSI** (*European Telecommunications Standards Institut*), **Europski institut za telekomunikacijske norme**, www.etsi.org

ETSI je neprofitna organizacija s 873 članova iz 54 zemlje s 5 kontinenata iz redova proizvođača, mrežnih operatora, administratora, davatelja usluga, istraživačkih tijela i korisnika okupljenih na izradi telekomunikacijskih normi koje se koriste i u svjetskim razmjerima. Neke ETSI-jeve norme Europska komisija usvaja kao tehničku osnovu smjernica i regulative. ETSI je određen za europsku normizacijsku organizaciju za područje telekomunikacija. Hrvatski članovi ETSI-a su administrator Ministarstvo pomorstva, prometa i veza, te mrežni operator VIP-NET GSM d.o.o.

2. KLASIFIKACIJA PLC-a I AKTUALNA NORMIZACIJSKA PITANJA

PLC dijelimo s obzirom na naponsku razinu elektroenergetskog voda na kojem se primjenjuje, s obzirom na područje primjene, te s obzirom na brzinu komuniciranja koja određuje potrebnu širinu frekvencijskog područja. Klasifikacija PLC-a dana je u tablici 1.

Tablica 1. Pregled klasificiranja PLC-a

Kriterij	Klasifikacija PLC-a
naponska razina elektroenergetskog voda na kojem se primjenjuje	niskonaponski PLC (PLC primijenjen na vodovima napona do 400 V) ili DLC (Distribution Line Carrier)
	srednjenaponski PLC (PLC primijenjen na vodovima napona od 1 kV do 50 kV)
	visokonaponski PLC ili VF veze po VN vodovima (PLC primijenjen na vodovima napona od 50 kV do 400 kV)
	PLC na električnim instalacijama zgrade
područje primjene	za energetske PLC usluge (telekomunikacijske usluge za potrebe elektroprivredne djelatnosti)
	za pristupne PLC usluge (telekomunikacijske usluge u pristupnim telekomunikacijskim mrežama)
	za kućne PLC usluge (telekomunikacijske usluge u kućanstvima)
brzina komuniciranja, tj. širina frekvencijskog područja	uskopojasni PLC (brzina prijenosa informacija reda veličine do stotinjak kbit/s)
	širokopojasni PLC (brzina prijenosa informacija reda veličine nekoliko Mbit/s)

Za energetske PLC usluge zadovoljavajuća je mala brzina prijenosa informacija reda veličine do stotinjak kbit/s, dok su za pristupne i kućne PLC usluge zanimljive brzine reda veličine nekoliko Mbit/s (širokopojasni PLC).

Uskopojasni PLC je široko poznat i korišten, normiran i dobro reguliran.

Najveću pozornost danas pobuđuju mogućnosti širokopojasnog PLC-a na niskonaponskim vodovima za potrebe pristupnih telekomunikacijskih usluga, kao što su pristup Internetu i govorna komunikacija, te mogućnosti širokopojasnog PLC-a na električnim instalacijama unutar kućanstava za potrebe kućnih PLC usluga, kao što su automatizacija kućanstva i umrežavanje kućanstva. Ta su područja razvoja PLC-a novijeg datuma i danas su predmet značajnije normizacijske i regulatorne aktivnosti.

Najvažniji zadatak normizacije širokopojasnog PLC-a je osigurati mogućnost istodobnog rada pristupnog i kućnog PLC-a, kao i mogućnost istodobnog rada kućnih PLC-ova različitih proizvođača spojenih na istu transformatorsku stanicu.

Osnovne postavke na kojima se temelji razvoj normi za širokopojasni PLC su:

- uzeti u obzir ograničenja potrebna radi zaštite drugih službi, prvenstveno radijskih,
- definirati parametre sustava nužne za status normiranog proizvoda i
- zadovoljiti zahtjeve odgovarajućih europskih smjernica.

Širokopojasni PLC ostvaruje veće brzine uporabom šireg frekvencijskog pojasa iz frekvencijskog spektra od 1,6 MHz do 30 MHz, budući da je iznad 30 MHz prigušenje u elektroenergetskim vodovima preveliko. Taj je dio spektra namijenjen različitim radijskim službama. Ukoliko prijenosni medij za komunikacijske sustave nije zadovoljavajuće oklopljen niti simetričan, kao što je slučaj s elektroenergetskim vodovima, dolazi do neželjene elektromagnetske emisije i ometanja sustava koji rade na istim frekvencijama. Prema tome, kod širokopojasnog PLC-a se očiglednoj prednosti uporabe postojeće širokorasprostranjene elektroenergetske infrastrukture suprotstavlja problem njene neprilagođenosti komunikacijskoj namjeni.

Jedna od metoda zaštite radijskih službi je osiguravanje elektromagnetske usklađenosti, EMC-a, tj. sposobnosti uređaja ili sustava da zadovoljavajuće radi u svom elektromagnetskom okruženju bez da unosi neprihvatljive

elektromagnetske smetnje ičemu u svom okruženju. Da bi se ometanje radijskih službi koje rade na istim frekvencijama svelo na prihvatljivu razinu, potrebno je ograničiti zračenje PLC sustava, tj. jakost polja smetnji. U tablici 2 definirani su osnovni pojmovi vezani uz EMC. Na međunarodnoj razini norme vezane uz EMC izrađuje IEC. Na europskoj razini EMC regulira Smjernica o EMC-u [1] i pripadne ETSI-jeve i CENELEC-ove harmonizirane norme za EMC.

Norme vezane uz EMC dijele se na osnovne norme, općenite norme i norme specifične za određenu vrstu proizvoda, što je pobliže objašnjeno u tablici 3. Ukoliko postoji norma specifična za određenu vrstu proizvoda, primjenjuje se ta norma. Ukoliko ne postoji, primjenjuje se norma za obitelj proizvoda. Kad ne postoji norma specifična za određenu vrstu proizvoda niti za obitelj proizvoda, primjenjuje se općenita norma. Općenite norme razvijaju se za dva razreda okruženja: uređsko (Domestic, Commercial and Light Industrial Environment) i industrijsko (Industrial Environment), koja se razlikuju u načinu napajanja uređaja.

Napredak tehnologije prati stalna potreba razvoja normi za EMC kako bi ove savladale novonastale izazove u zaštiti radijskih službi. Radijske službe danas koriste sve više frekvencije, a sve je zastupljenije i korištenje digitalne modulacije. Današnje norme za EMC napravljene su vezano uz analogne radijske

Tablica 2. Definicije vezane uz elektromagnetsku usklađenost

Naziv pojma		Definicija pojma prema CENELEC Guide no 24: EMC Standardization for Product Committees
engleski	hrvatski	
electromagnetic environment	elektromagnetsko okruženje	sveukupnost elektromagnetskih fenomena koji postoje na danoj lokaciji
electromagnetic disturbance	elektromagnetska smetnja	elektromagnetski fenomen koji može pogoršati performanse sprave, uređaja ili sustava
electromagnetic interference, EMI	elektromagnetska interferencija	pogoršanje performansi uređaja, prijenosnog kanala ili sustava uzrokovano elektromagnetskom smetnjom
electromagnetic compatibility, EMC	elektromagnetska usklađenost	sposobnost uređaja ili sustava da zadovoljavajuće radi u svom elektromagnetskom okruženju bez da unosi neprihvatljive elektromagnetske smetnje ičemu u tom okruženju
(electromagnetic) emission	(elektromagnetska) emisija	fenomen izlaska elektromagnetske energije iz izvora
immunity (to a disturbance)	otpornost (na smetnje)	sposobnost sprave, uređaja ili sustava da radi bez pogoršanja u prisutnosti elektromagnetske smetnje
port:	ulaz:	određeno sučelje uređaja koje uređaj spaja s vanjskim elektromagnetskim okruženjem ili na koje utječe vanjsko elektromagnetsko okruženje:
AC power port	ulaz za napajanje izmjeničnom strujom	ulaz značajan za EMC zbog mogućnosti vodene emisije
DC power port	ulaz za napajanje istosmjernom strujom	ulaz značajan za EMC zbog mogućnosti vodene emisije
Enclosure port	ulaz kućišta	fizičke granice uređaja na kojima može doći do zračene emisije ili elektrostatskog pražnjenja
Signal/control port	signalno-nadzorni ulaz	ulaz značajan za EMC zbog mogućnosti vodene emisije
Functional earth port	ulaz za uzemljenje	ulaz značajan za EMC zbog mogućnosti vodene emisije

Tablica 3. Sadržaj i svrha različitih vrsta normi vezanih uz elektromagnetsku usklađenost

Vrsta	Sadržaj	Uloga
osnovne norme (basic norms)	<ul style="list-style-type: none"> – pokrivaju opće vidove problema – definiraju načine ispitivanja i mjerenja – definiraju instrumente – daju osnovne postavke ispitivanja – definiraju raspone razina ispitivanja za otpornost – ne sadrže ograničenja niti kriterije performansi – izrađuju ih tehnički odbori s horizontalnom funkcijom: TC 77 i CISPR 	<ul style="list-style-type: none"> – nisu harmonizirane norme, tj. nisu norme za potvrđivanje sukladnosti proizvoda sa zahtjevima europske smjernice – služe kao alati za normizaciju na čiji se sadržaj referenciraju općenite norme i norme za proizvode i obitelj proizvoda
općenite norme (generic norms)	<ul style="list-style-type: none"> – precizni zahtjevi za proizvode namijenjene uporabi u određenom okruženju, npr. stambenom (residential), trgovačkom (commercial), industrijskom (commercial), ... – referenciraju se na osnovne norme glede načina ispitivanja i mjerenja – daju opće kriterije za performanse – izrađuju ih tehnički odbori s horizontalnom funkcijom: TC 77 i CISPR 	<ul style="list-style-type: none"> – harmonizirane norme, tj. služe za potvrđivanje sukladnosti proizvoda sa zahtjevima smjernice kad ne postoji odgovarajuća norma za proizvod ili obitelj proizvoda – definiraju nužnu razinu zaštite za dano okruženje uzimajući u obzir i zbirni utjecaj svog zračenja prisutnog u danom okruženju – definiraju isto ograničenje za svu opremu sličnih radnih svojstava namijenjenu za isto okruženje – omogućuju usklađivanje normi za proizvod ili obitelj proizvoda
norme za obitelj proizvoda (product-family norms)	<ul style="list-style-type: none"> – daju EMC zahtjeve za obitelj proizvoda – daju detaljnije kriterije za performanse – definiraju specifične postavke za ispitivanje – referenciraju se na osnovne norme glede načina ispitivanja i mjerenja – izrađuju ih tehnički odbori koji se bave tom određenom obitelji proizvoda, a u rjeđim slučajevima i odbori s horizontalnom funkcijom 	<ul style="list-style-type: none"> – harmonizirane norme, tj. služe za potvrđivanje sukladnosti proizvoda sa zahtjevima smjernice kad ne postoji odgovarajuća norma za proizvod – ispitivanja i ograničenja definirana u ovim normama trebaju biti usklađena s onima u općenitim normama – prioritarna norma u odnosu na općenitu, ali mora biti usklađena s općenitim normama
norme za određeni proizvod (dedicated product norms)	<ul style="list-style-type: none"> – kao i norma za obitelj proizvoda osim što su specifičnije – izrađuju ih tehnički odbori koji se bave tim određenim proizvodom 	<ul style="list-style-type: none"> – harmonizirane norme, tj. služe za potvrđivanje sukladnosti proizvoda sa zahtjevima smjernice – ostalo vrijedi kao i za norme za obitelj proizvoda

službe koje rade na frekvencijama nižim od 1 GHz, a njihovo revidiranje ne prati tempo razvoja novih digitalnih tehnologija. Tako i razvoj kablskih tehnologija za širokopojasne komunikacije, među kojima posebice razvoj PLC-a, zahtijeva razmatranje dodatnih pitanja u normama za EMC.

Uvođenjem širokopojasnih komunikacija putem kablskih mreža elektromagnetska usklađenost mreže postaje značajno područje EMC-a. Postojeće norme za EMC usredotočene su na uređaje. Međutim, kad se pojedini uređaji međusobno povezuju, performanse kabela i načina na koji su instalirani značajnije utječu na karakteristiku EMC-a cjelokupne mreže. Utjecaj razlike između norme za EMC proizvoda i rezultirajuće karakteristike EMC-a u okruženju komunikacijskog sustava kod širokopojasnih kablskih sustava postaje sve značajniji. Ovo je posebice slučaj kod PLC-a, gdje se koriste ranije instalirani elektroenergetski vodovi koji nisu ni zamišljeni ni instalirani u komunikacijske svrhe. Uređaj sa zadovoljavajućom EMC-karakteristikom uz lošu izvedbu instalacije ili slabu kvalitetu kabela daje slabe performanse EMC-a.

Zbog ovih razloga, a radi daljnjeg osiguravanja odgovarajuće zaštite radijskih službi, potrebno je definirati ograničenje emisije cjelokupne mreže korištene za širokopojasnu komunikaciju, s tim da je osnovno područje interesa frekvencijsko područje do 30 MHz. Smisleno je definirati samo takva ograničenja uz koja širokopojasni kablški sustavi u praksi mogu raditi s tim da ne dolazi do neprihvatljivog ometanja radijskih službi, tj. ograničenja trebaju zadovoljiti i PLC-industriju i korisnike radijskog spektra.

3. MEĐUNARODNA NORMIZACIJA PLC-a

Na polju normizacije PLC-a na međunarodnoj razini aktivne su međunarodne organizacije IEEE, IEC i CIGRE. IEC razvija međunarodne norme vezane uz EMC, a IEEE se bavi normizacijom uskopojasnog PLC-a na visokonaponskim elektroenergetskim vodovima. Organizacija CIGRE bavi se svim pitanjima važnim za elektroprivredna poduzeća, a u području PLC-a njeno dosadašnje djelovanje bilo je usmjereno na uskopojasni PLC.

Na slici 2 razvidno je prikazano stanje normizacije uskopojasnog PLC-a, koje uglavnom pokriva međunarodna normizacija, a u sljedećim točkama je u kratkim crtama opisana sveukupna aktivnost IEEE-a, IEC-a i CIGRE-a vezana uz PLC

3.1. IEEE

Pod okriljem društva IEEE Power Engineering Society djeluje Odbor za komuniciranje elektroenergetskim sustavom, Power System Communications Committee (adresa na Internetu: www.ewh.ieee.org/soc/pes/pscc).

područje PLC-a:	normizacijsko tijelo				područje djelovanja
	IEEE	IEC	CIGRE	CENELEC	
	IEEE Power Engineering Society	TC 77: EMC SC 77B: High Frequency Phenomena *TC 57: Power control & associated communications **WG 09: Distribution Automation using Distribution Line Carrier	CISPR/I: EMC of ITE, Multimedia Equipment and Receivers	D2: Information Systems and Telecommunications for Power Systems TC 205: Home & Building Electronic Systems SC 205A: Mains Communicating systems	
visokonaponski	IEEE 643: IEEE Guide for Power-line Carrier Applications, 1980 [2] u tijeku revizija: P643 [3]	* IEC 60353: Line traps IEC 60481: Coupling devices IEC 60495: Single sideband PLC terminals IEC 60663: Planning of PLC systems IEC 60834-1: Tele/protection equipment -Perform. and testing -Command systems		Report on Digital Power Line Carrier, 2000, [11]	tehnika
sredjenaponski niskonaponski		IEC 61334-3-1:... Frequency bands and output levels, 1998 [6]			
visokonaponski sredjenaponski					osnovne EMC norme
niskonaponski		IEC 61000-3-8:... Emission levels, freq. bands and electromagn. disturbance levels, 1997 [5]			CENELEC EN 50065-1...General requirements, freq. bands and electromagn. Disturbances, 2001 [4]
		za $f < 9$ kHz			emisija općenite EMC norme otpornost
			CISPR 22: ITE, Radio Disturbance characteristics Limits and Methods of Measurement, 1997, [7] (vođena emisija za $f > 150$ kHz)		emisija EMC norme za obitelj proizvoda
			CISPR 24> ITE-Immunity characteristics-Limits and Methods of Measurement, 1997		otpornost

ITE - Information Technology Equipment

Slika 2. Normizacija uskopojasnog PLC-a

Djelovanje ovog odbora obuhvaća normizaciju uskopojasnog PLC-a na visokonaponskim elektroenergetskim vodovima, za koji upotrebljavaju termin elektroenergetski nositelj (Power Line Carrier). Elektroenergetski nositelj definiran je kao komunikacijski medij na prijenosnim vodovima elektroprivrednih organizacija (ne razmatraju distribucijske niti druge vodove) koji upotrebljava frekvencije u rasponu do uključivo 490 kHz. U područje rada Odbora spada, između ostalog, procjena i izvješćivanje o svojstvima i performansama sustava komuniciranja putem elektroenergetskih vodova elektroprivrednih organizacija, preporuke glede dizajna i načina rada, te definiranje ispitnih postupaka, kao i istraživanje mehanizama smetnji od i prema Power Line Carrier sustavima (pododbor SC-3, Power Line Carrier Subcommittee).

Kao rezultat rada Odbora za komuniciranje elektroenergetskim sustavom, IEEE je 1980. godine izdao normu za uskopojasni PLC [2], namijenjenu prvenstveno inženjerima iz elektroprivreda kao i proizvođačima opreme za elektroprivrede.

1995. godine IEEE je pokrenuo revizijski projekt [3] s ciljem revizije te norme koji uključuje izradu materijala o obilježjima PLC kanala, definiranje postupaka izračunavanja performansi kanala, davanje naputaka o odabiru frekvencija, te diskusiju budućih trendova. Planirano vrijeme završetka projekta produljeno je do prosinca 2003. godine. Do studenog 2002. godine na stranicama društva na Internetu nema podataka o rezultatima rada na reviziji.

3.2. IEC

Normizacija vezana uz PLC odvija se unutar tri IEC-ova odbora:

- tehnički odbor TC 77 (EMC),
- tehnički odbor TC 57 (Power control & associated communications) i
- Međunarodni odbor za radijske smetnje, CISPR.

Većinu IEC-ovih normi za EMC CENELEC usvaja kao europske harmonizirane norme za Smjernicu o EMC-u.

3.2.1. Rad IEC-ovog tehničkog odbora TC 77 vezan uz PLC

Tehnički odbor TC 77 je odbor s horizontalnom funkcijom koji izrađuje norme vezane uz EMC, i to osnovne norme (serija 61000), općenite norme o emisiji za frekvencije do 9 kHz, te općenite norme o otpornosti na smetnje. U određenim okolnostima izdaje i norme za proizvod ili obitelj proizvoda. Taj je odbor izdao općenite norme za EMC za uredsko okruženje: za emisiju normu IEC 61000-6-3 (ekvivalentna joj je CENELEC-ova norma EN 50081-1), a za otpornost na smetnje normu IEC 61000-6-1 (ekvivalentna joj je CENELEC-ova norma EN 50082-1).

Unutar odbora TC 77 djeluje studijski odbor za fenomene na visokim frekvencijama, SC 77B. 1997. godine, šest godina nakon izdavanja europske norme [4] kojom CENELEC definira uporabu PLC-a na niskonaponskim elektroenergetskim vodovima u frekvencijskom pojasu od 3 kHz do 148,5 kHz, odbor SC 77B izdao je ekvivalentnu međunarodnu normu [5] kojom je frekvencijsko područje prošireno do 525 kHz. Razlog ovom proširenju je ITU-ovo određivanje namjene frekvencijskih područja prema kojem u Regiji 2 (Amerika) i Regiji 3 (Australija, južni dio Azije, Japan) radijsko emitiranje počinje na frekvenciji 525 kHz, za razliku od Regije 1 (Europa, Afrika, sjeverni dio Azije) gdje počinje na 148,5 kHz.

3.2.2. Rad IEC-ovog tehničkog odbora TC 57 vezan uz PLC

Tehnički odbor TC 57 donio je niz normi vezanih uz VF veze po VN vodovima, tj. uskopojasni PLC na visokonaponskim elektroenergetskim vodovima:

- IEC 60353: Line traps for a.c. power systems (definira prigušnice za PLC),
- IEC 60481: Coupling devices for power line carrier systems (definira spojne jedinice za PLC),
- IEC 60495: Single sideband power-line carrier terminals (definira terminal za PLC),
- IEC 60663: Planning of (single sidebands) power line carrier systems (definira planiranje PLC-sustava) i
- IEC 60834-1: Teleprotection equipment of power systems – Performance and testing – Part 1: Command systems (definira evaulaciju performansi i ispitivanje sustava daljinske zaštite realiziranih PLC-om).

Unutar odbora TC 57 djeluje i radna grupa WG 09 (Distribution Automation using Distribution Line Carrier) koja se bavi uskopojasnim PLC-om na niskonaponskim i srednjonaponskim elektroenergetskim vodovima. Ta je grupa 1998. godine definirala normu [6] koja opisuje kriterije i zahtjeve za automatizaciju distribucije za niskonaponske i srednjenaponske elektroenergetske mreže u frekvencijskom području od 3 kHz do 525 kHz.

3.2.3. Rad CISPR-a vezan uz PLC

IEC-ov Međunarodni odbor za radijsku interferenciju, CISPR, je odbor koji izrađuje osnovne norme koje specificiraju uređaje za mjerenje smetnji i otpornosti na smetnje, kao i načine mjerenja i to za frekvencije iznad 9 kHz (serija 16), te norme o emisiji za frekvencije iznad 9 kHz. Uz to, područje rada često proširuje i na izradu normi za proizvode, posebice višemedijske proizvode i određene kućanske aparate. U suradnji s ITU-R-om definira ograničenja vezana uz interferencije s radijskim službama, te propisuje dozvoljene graniczne vrijednosti emisije električnih i elektroničkih uređaja čijim se poštivanjem osigurava rad radijskih

komunikacija. Odbor CISPR je 1985. godine normom CISPR 22 definirao granične vrijednosti emisije za uređaje iz područja informatičke tehnologije, kao što su računala, uredski uređaji ili telekomunikacijski uređaji spojeni na niskonaponsku elektroenergetsku mrežu, te metode ispitivanja emisije tih uređaja. Ta je norma za EMC obitelji proizvoda iz područja informatičke tehnologije već dekadu i pol dominantna međunarodna norma za ispitivanje zračene i vođene emisije. Međutim, CISPR 22 definira granične vrijednosti zračene emisije samo za frekvencije iznad 30 MHz (vidi tablicu 4), dok za frekvencije ispod 30 MHz definira ograničenje vođene emisije (vidi tablicu 5). Trenutno je na snazi treće izdanje te norme [7]. Ekvivalentna joj je europska norma EN55022 [8]. Otpornost na smetnje za uređaje informatičke tehnologije CISPR definira normom CISPR 24. S obzirom da PLC uređaji spadaju u uređaje iz područja informatičke tehnologije, trebali bi biti obuhvaćeni odredbama normi CISPR 22 i CISPR 24.

Tablica 4. Granične vrijednosti zračene emisije prema normi CISPR 22

a) za uređaje razreda A (uređaji namijenjeni komercijalnom, industrijskom ili poslovnom okruženju)

frekvencijsko područje (MHz)	zračena emisija na udaljenosti 30 m * <i>Quasi-Peak</i> (dB μ V/m)
30 – 230	30
230 – 1000	37

b) za uređaje razreda B (uređaji namijenjeni stambenom okruženju)

frekvencijsko područje (MHz)	zračena emisija na udaljenosti 10 m * <i>Quasi-Peak</i> (dB μ V/m)
30 – 230	30
230 – 1000	37

* *Quasi-peak* - amplituda rangirana u odnosu na frekvenciju pojavljivanja

Tablica 5. Ograničenje vođene emisije prema normi CISPR 22

a) za uređaje razreda A (uređaji namijenjeni komercijalnom, industrijskom ili poslovnom okruženju)

frekvencijsko područje (MHz)	vođena emisija (dB μ V)	
	** <i>Quasi-Peak</i>	<i>Average</i>
0,15 – 0,5	79	66
0,5 – 30	73	60

b) za uređaje razreda B (uređaji namijenjeni stambenom okruženju)

frekvencijsko područje (MHz)	vođena emisija (dB μ V)	
	** <i>Quasi-Peak</i>	<i>Average</i>
0,15 – 0,5	66 - 56 *	56 - 46 *
0,5 – 5	56	46
5 – 30	60	50

* vrijednost opada linearno

** *Quasi-Peak* - amplituda rangirana u odnosu na frekvenciju pojavljivanja

Za PLC je od važnosti rad CISPR-ovog pododbora za zaštitu radijskih službi, CISPR/H (Limits for the Protection of Radio Services), koji razvija općenite norme za EMC, i pododbora za smetnje vezane uz višemedijske uređaje i uređaje informatičke tehnologije, CISPR/I (Electromagnetic Compatibility of Information Technology Equipment, Multimedia Equipment and Receivers), u čije područje rada spada i norma CISPR 22. CISPR/I je noviji pododbor CISPR-a, nastao u ljeto 2001. godine objedinjavanjem prijašnjih pododbora CISPR/E i CISPR/G zaduženih za informatičku, odnosno televizijsku opremu. Ovakvo objedinjavanje rezultat je činjenice da je kod nekih uređaja novije tehnologije koji mogu obavljati funkcije obje vrste uređaja ponekad teško odrediti spadaju li u televizijske ili računalne uređaje. Samim time nije uvijek jasno ni koju normu primijeniti, a vidljivo je kako ni nema smisla definirati različita ograničenja za informatičke od ograničenja za televizijske uređaje ukoliko isti uređaj može služiti za obje funkcije. Zadatak pododbora CISPR/I je donijeti novu EMC normu zajedničku za višemedijske proizvode i uređaje informatičke tehnologije. U međuvremenu se održavaju postojeće norme za EMC proizvoda: CISPR 13, 20, 22 i 24.

Između ostalog, CISPR/I radi na doradi norme CISPR 22 vezano uz PLC i to na definiranju ograničenja vođene emisije na ulazima PLC uređaja te na definiranju načina njenog mjerenja [9]. Prema verziji norme na snazi, smetnje zbog vođene emisije uređaja informatičke tehnologije mjere se na ulazu za napajanje i na telekomunikacijskom uređaju. Međutim, PLC-uređaji za obje funkcije koriste isti ulaz. Dosadašnji rezultat dorade norme CISPR 22 je dokument CISPR/I/44/CD u nacrtanom obliku iz srpnja 2002. godine. U njemu CISPR zbog specifičnosti PLC-a predlaže uvođenje koncepcije dvonamjenskog ulaza [10]. Dvonamjenski ulaz spaja uređaj na niskonaponsku elektroenergetsku mrežu osiguravajući ujedno i prijenos informacija. Kako isti ulaz funkcionira kao korisnik napajanja te kao telekomunikacijski uređaj, na njega se odnose dvojna ograničenja te interferenciju treba mjeriti dva puta. Specifična ograničenja i načine mjerenja definirat će amandman norme CISPR 22. Zanimljivo je da

materijal definira vrijednost parametra *uzdužni vodeni gubici* (Longitudinal Conducted Losses) na $36 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$. Ovakvo ograničenje temelji se na statističkoj analizi rezultata mjerenja parametra LCL u nizu zemalja provedenom kako bi se ustanovio LCL stvarnih električnih mreža. Frekvencije na kojima se mjerilo određivane su metodom slučajnog odabira. Granična vrijednost parametra LCL postavljena je na način da 80% vrijednosti dobivenih u provedenim mjerenjima zadovolja. Predložena granična vrijednost parametra LCL odgovara prijedlogu predstavnika PLC industrije [10]. Rezultat ovog rada pododbora CISPR/I bit će amandman norme CISPR 22.

3.3. CIGRE

Tehnički rad CIGRE provodi 15 studijskih komiteta, čija je zadaća iniciranje i koordinacija studija vezanih uz elektroprivrednu djelatnost koje doprinose tehničkom napretku odgovarajućeg područja. Studijski komiteti sudjeluju u organizaciji plenarnih sjednica i odabiru preferencijalnih tema za diskusije tijekom tih sjednica. Studijski komitet 35 bavi se telekomunikacijama i daljinskim upravljanjem elektroenergetskog sustava.

Na sastanku CIGRE-inog Studijskog komiteta 35 u Madridu 1995. godine formirana je radna skupina 35.02 (Task Force 35.02) čiji je zadatak bio procijeniti raširenost uporabe sustava komuniciranja putem visokonaponskih elektroenergetskih vodova, sustava VF veza po VN vodovima (Power Line Carrier system) i potrebu formiranja radne grupe za istraživanje digitalnih VF veza po VN vodovima [24]. Radna skupina napravila je upitnik i razaslala ga većem broju elektroprivrednih organizacija. Na temelju dobivenih 36 odgovora, zaključak radne skupine bio je kako slijedi [11]:

- elektroprivredne organizacije namjeravaju i ubuduće upotrebljavati VF veze po VN vodovima,
- sve anketirane elektroprivredne organizacije odgovorile su da namjeravaju implementirati ili evaluirati digitalne VF veze po VN vodovima,
- namjera anketiranih elektroprivrednih organizacija je održavati svoje osnovne aplikacije VF veza po VN vodovima, kao i implementirati mrežne aplikacije uporabom digitalnih VF veza po VN vodovima, te
- potrebno je formirati radnu grupu za istraživanje digitalnih VF veza po VN vodovima.

Temeljem ovakvih rezultata istraživanja radne skupine 35.02, 1996. godine formirana je radna grupa WG.09 sa zadatkom pripreme izvješća o digitalnim VF vezama po VN vodovima. Radna grupa WG.09 završila je rad 2000. godine objavljivanjem izvješća [11] o tehnologiji digitalnih VF veza po VN vodovima, koegzistenciji digitalnih i analognih VF veza po VN vodovima, uslugama, parametrima planiranja i postupcima ispitivanja.

U tijeku je reorganizacija rada CIGRE. Prema novoj organizaciji telekomunikacijama se bavi studijski komitet D2: Informatički sustavi i telekomunikacije za elektroenergetske sustave (Information Systems and Telecommunication for Power Systems). Jedna od preferencijalnih tema za kolokvij hrvatskog komiteta D2 u 2003. godini je iskustva s PLC-om.

4. EUROPSKA NORMIZACIJA PLC-a

Europska normizacijska organizacija za telekomunikacije, ETSI, pokrenula je projekt normizacije PLC-a.

Na europskoj razini normizacija PLC-a potpada pod odredbe Smjernice o EMC-u [1], te Smjernice o radijskim i telekomunikacijskim krajnjim uređajima [12], a na izradi pripadnih harmoniziranih normi aktivne su europske normizacijske organizacije ETSI i CENELEC.

U Europskoj uniji je u tijeku proces harmonizacije, koji podrazumijeva onemogućavanje ili uklanjanje razlika u tehničkom sadržaju normi istog opsega, posebice razlika koje mogu uzrokovati ometanje trgovine. Suštinski zahtjevi koje proizvodi moraju zadovoljavati definiraju se smjernicama.

Harmonizirane europske norme su europske norme čijim se poštivanjem osigurava usklađenost s odgovarajućom europskom smjernicom. Europske norme su norme čija je implementacija obvezna na nacionalnoj razini u zemljama članicama Europske unije: one dobivaju status nacionalne norme, a sve se nacionalne norme koje nisu u skladu s europskom normom odbacuju.

Na slici 3 razvidno je prikazano stanje normizacije širokopojasnog PLC-a, koje se velikim dijelom odvija unutar europskih normizacijskih organizacija ETSI i CENELEC. Sveukupna aktivnost ETSI-a i CENELEC-a vezana uz PLC je u kratkim crtama opisana u narednim točkama.

4.1. ETSI

Područja od interesa za PLC u kojima je ETSI aktivan su projekt o PLC-u, te izrada harmoniziranih normi pod Smjernicom o EMC-u vezanih uz telekomunikacijske mrežne uređaje, što je opisano u naredne dvije točke.

4.1.1. ETSI-jev rad na projektu Telekomunikacije putem elektroenergetskih mreža, PLT

U rujnu 2000. godine ETSI je započeo PLC projekt pod nazivom Telekomunikacije putem elektroenergetskih vodova, PLT. Jedan od početnih problema rada na projektu bila je podjela zadataka između nadležnih normizacijskih organizacija. U siječnju 2001. godine postignut je sporazum CENELEC-a, ETSI-a i CEPT-a o strukturiranju rada u području PLC-a. Temeljem do-

normizacijsko tijelo			područje djelovanja	
IEC	ETSI	CENELEC	HomePlug	
<p>* CISPR/I: EMC of ITE, Multi-media Equipment and Receivers</p> <p>** CISPR/H: Limits for the Protection of Radio Services</p>	<p>PLT: Power Line Telecommunication</p> <p>STF 222: Specialist Task Force 222</p>	<p>SC 205A: Mains Communicating systems</p> <p>WG 10: High frequency emission & immunity</p>	<p>TC 210: Generic EMC Standards</p> <p>SC 210A: EMC products</p>	
	<p>TS 101 867: PLT - Coexistence of Access/In-house Systems, 2001 [14]</p> <p>TS 101 896: PLT - Reference Network Architecture Model, 2002 [17]</p> <p>TS 102 049: PLT - QoS requirements for in-house systems, 2002 [18] PLT</p> <p>TS "In-house/In-house Coexistence"</p> <p>TS "Detailed In-house Architecture and Protocols"</p> <p>EN "Coexistence of Access/In-house Systems"</p> <p>TS "PLT Programmable PSD mask!"</p> <p>TS "Def. of dynam. freq. allocation for Access In-House coexistence"</p> <p>TS "PLT channel characterization measurement method" PLT</p> <p>TR "PLT Hidden Node Analysis"</p> <p>TR "PLT LCL review and analysis"</p> <p>TR "Method of estimating EMI due to unbalance in PLT" STF 222</p>	<p>prES 59013: PLT-Coexistence of Access/In-house Systems, 2001 [15]</p>	<p>specifikacija HomePlug Version 1.0, 2001</p>	Tehnika
** za f > 9 kHz	zajednička radna grupa ETSI-a i CENELEC-a po mandatu 313 izrađuje harmonizirane norme za emisiju i otpornost kabelskih tk. mreža općenito			emisija općenite EMC norme otpornost
<p>* CISPR 22: ITE, Radio Disturbance characteristics Limits and Methods of Measurement, 1997, [7], (zračena emisija, f > 30 MHz)</p> <p>CISPR 22 Amd.2 f9: ...Clarification ...on the method of disturbance measurement at ports used for PLC, [9]</p> <p>CISPR 24 > ITE-Immunity characteristics-Limits and Methods of Measurement, 1997</p>	<p>ETSI EN 300 386: EMC and Radio spectrum matters; Telecommunication network equipment, EMC requirements, 2001 [20]</p>	<p>prEN 50xxx: Emission req. for apparatus and systems intended for PLC in LV installations... [24]</p> <p>EN 55022: ITE, Radio Disturbance characteristics Limits and Methods of Measurement, 1998, [8], (zračena emisija, f > 30 MHz)</p> <p>prEN 50xxx: Immunity req. for apparatus and systems intended for PLC in LV installations... Š24C</p> <p>EN 55024: ITE, Immunity characteristics - Limits and Methods of Measurement, 1998, [27]</p>		emisija EMC norme za obitelj proizvoda otpornost
ITE - Information Technology Equipment				

Slika 3. Normizacija širokopojsnog PLC-a

govora [13], ETSI-jev projekt PLT usko surađuje s drugim normizacijskim tijelima po sljedećim pitanjima:

- upravljanje spektrom - suradnja s CEPT ECC/ERC-om, preko ETSI ERM-a, "horizontalnog" tehničkog odbora ETSI-a odgovornog za normizaciju pod Smjernicom o EMC-u i pitanja vezana uz radijski spektar za potrebe svih ostalih tehničkih tijela ETSI-a,
- EMC - zajednički rad ETSI-a i CENELEC-a, uključujući stručnjake iz odbora ETSI TC ERM, te CENELEC-ovih odbora SC 205A, TC 209, TC 210 i TC 215,

- niži slojevi sustava, fizički sloj - rješava CENELEC SC 205A, te
- pitanja vezana uz tržište - u domeni organizacije PLCforum.

Zadaća projekta PLT [13] je razvoj normi i specifikacija vezanih uz pružanje telekomunikacijskih usluga preko postojećih javnih i privatnih elektroenergetskih mreža. Norme trebaju obuhvatiti pružanje govornih i podatkovnih usluga preko prijenosnih i distribucijskih elektroenergetskih mreža i/ili električnih instalacija unutar zgrada, te omogućiti međusobni rad opreme različitih proizvođača kao i istodobnu zastupljenost različitih PLT sustava u istom okruženju. Također, u okviru projekta treba razviti i harmonizirane norme radi usklađivanja s odgovarajućim europskim smjernicama.

U okviru projekta potrebno je definirati profil sustava glede EMC emisije, te isti usuglasiti s odgovarajućim grupacijama (CEPT ERC i CENELEC) radi osiguravanja implementacije sustava bez neprihvatljivih interferencija s korisnicima radijskog spektra (posebice u HF pojasu) [13].

Kao rezultat projekta očekuju se sljedeće norme [13]:

- harmonizirane norme (EN) koje pokrivaju ograničenje emisije i otpornost PLC sustava na smetnje (podugovoreno s TC ERM) i
- harmonizirane norme (EN) koje pokrivaju dodatne bitne zahtjeve R&TTE smjernice (ukoliko bude potrebno).

Ostatak rada na projektu treba pokriti sljedeće vidove PLT-a [13]:

- referentni model mrežne arhitekture,
- aplikacijski model za usluge, te
- norme/specifikacije za osiguravanje međusobnog rada i međusobnog povezivanja PLT sustava na temelju referentnih modela.

Do prosinca 2002. godine rezultati rada na projektu su:

1. Tehnička specifikacija "*Coexistence of Access and In-House Powerline Systems*" [14].

Ova tehnička specifikacija definira postupke za osiguravanje istodobnog rada pristupnih i kućnih PLC sustava koji dijele spektar od 1,6 MHz do 30 MHz. Cilj specifikacije je tehničkim metodama izbjeći smetnje između dvije grupe zakonitih vlasnika energetske mreže: elektroprivrede i vlasnika kućanstava, ukoliko nije postignut odgovarajući zajednički sporazum glede smetnji. Koordinirati planiranje frekvencija za kućne PLC sustave bilo bi teško, budući da se različiti vlasnici kućanstava opredjeljuju za kućne PLC sustave različitih proizvođača. Zbog toga je potrebno definirati mehanizam onemogućavanja interferencije između kućnih i pristupnih PLC sustava.

Mogućnost istodobnog rada temelji se na uvođenju blokirajućih filtara ili na frekvencijskoj podjeli. Ukoliko se blokirajućim filtrima može postići da je maksimalna smetnja koju jedan PLC sustav uzrokuje

drugom – 120 dBm/Hz (odgovara prosječnoj razini praga smetnji) u cijelom frekvencijskom području, smatra se da ta dva sustava mogu istodobno raditi. U suprotnom je za prvu generaciju PLC sustava definirana obvezna frekvencijska podjela: frekvencijski raspon od 1,6 MHz (uključivo) do 10 MHz je za pristupne PLC sustave (*access*), a frekvencijski raspon od 10 MHz do 30 MHz za kućne PLC sustave (*in-house*). Time je pristupnom PLC-u dodijeljen atraktivniji dio spektra, ali i manja širina spektra. Kasnije je CENELEC, kao organizacija zadužena za normizaciju nižih slojeva PLC-a, u nacrtu specifikacije ES 59013 [15] definirao drugačiju podjelu frekvencija između pristupnih i kućnih PLC sustava. Tijekom 32. sastanka ETSI-jeve Uprave razmatran je problem dviju verzija iste specifikacije, ETSI-jeve i CENELEC-ove, te je predloženo da raspodjelu frekvencija za prvu generaciju PLC uređaja izradi CENELEC koji je nadležan za niže slojeve sustava, te da se rezultirajuća specifikacija ES 59013 koristi kao polazište za ETSI-jev daljnji rad na normizaciji PLC-a [16].

Za drugu generaciju PLC sustava specifikacija najavljuje fleksibilno upravljanje frekvencijama: u slučaju da se kućni PLC sustav ne koristi, bilo vremenski bilo geografski, pristupni PLC sustav može upotrebljavati veći dio spektra i obrnuto. Preduvjet za fleksibilno upravljanje uporabom spektra je zajednički signalizacijski kanal.

Kako nije dogovoren zajednički fizički sloj za PLC sustave, potreban je mehanizam za istovremenu prisutnost različitih fizičkih slojeva (OFDM, GMSK, QPSK, CDMA, ...). Radi toga predloženo je da se za svaki frekvencijski kanal uvede signalni frekvencijski raspon koji bi se upotrebljavao kao zajednički signalizacijski kanal. Taj bi se signalizacijski kanal smjestio u spektru neposredno iznad podatkovnog kanala kojem je namijenjen, a sadržavao bi malu količinu informacija (npr. kanal u uporabi/kanal slobodan, koji se fizički sloj upotrebljava : OFDM, GMSK, QPSK, CDMA ili nešto treće). Kako bi signalni frekvencijski raspon služio za više PLC sustava, potreban je mehanizam uočavanja sudara.

Specifikacija ne definira EMC ograničenja.

2. Tehnička specifikacija "*Reference Network Architecture Model; PLT Phase 1*" [17].

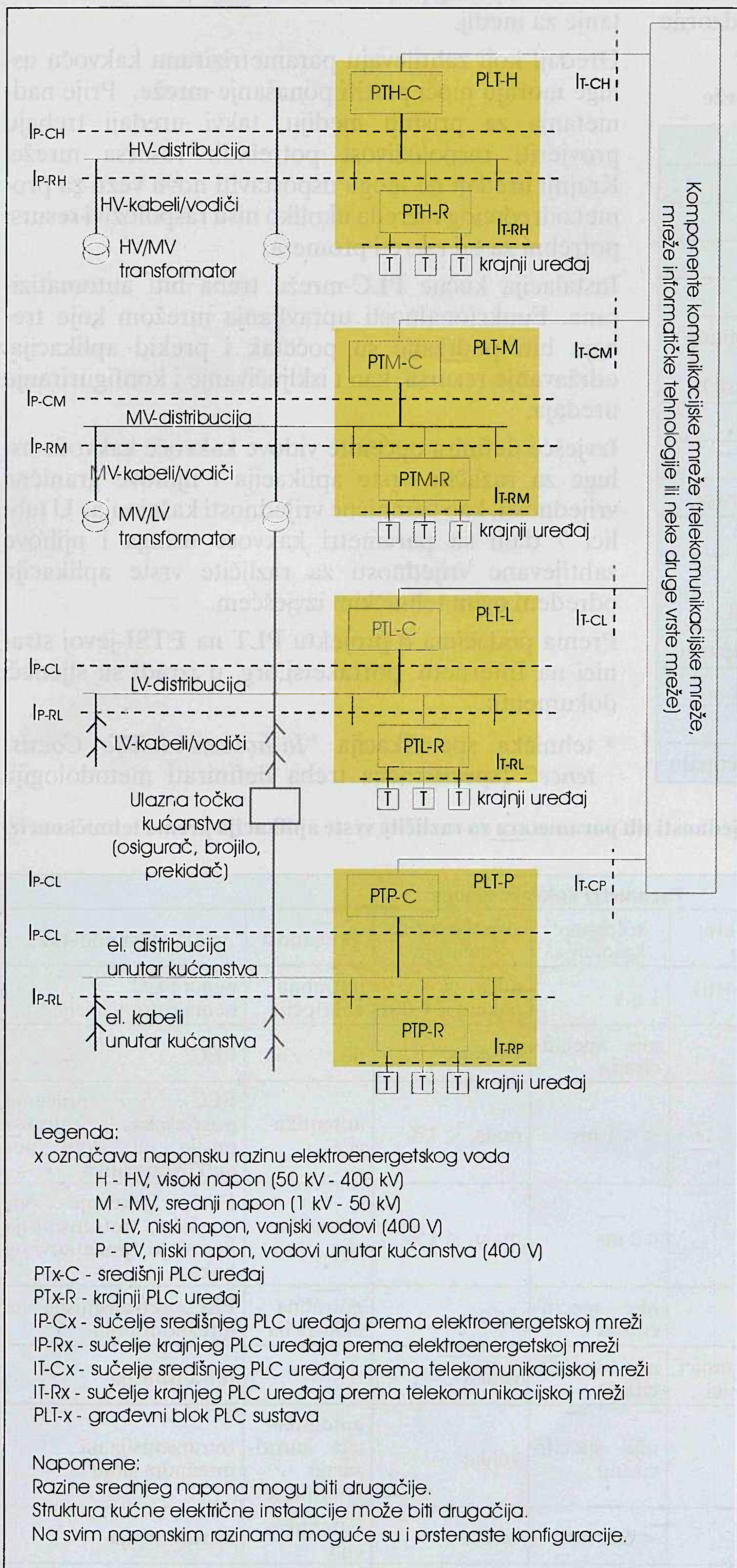
Ova tehnička specifikacija definira model mrežne arhitekture PLC sustava i PLC vanjska sučelja, te predstavlja osnovu za daljnji normizacijski rad. Definiran je niz različitih sučelja kako na korisničkoj strani tako i na strani mreže (vidi sliku 2), te pokazan način njihovog međusobnog povezivanja za potrebe prijenosa korisničkih i signalizacijskih podataka putem PLC mreže. Razlikuju se dva područja gdje je potrebno osigurati mogućnost međusobnog rada PLC sustava i drugih sustava:

- međusobni rad PLC mreža i telekomunikacijskih mreža za telekomunikacijske usluge
- međusobni rad PLC mreža i elektroenergetskih mreža.

Zbog toga model referentne mrežne arhitekture PLC-a definira dvije grupe sučelja: I_T sučelja i I_P sučelja.

Sučelja I_{T-Cx} su točke spajanja PLC sustava na uređaje drugih komunikacijskih mreža. Sučelja I_{T-Rx} su sučelja

krajnjih korisnika mreže. Mogu imati različite funkcije za različite aplikacije: sučelje za osobno računalo (tj. krajnji telekomunikacijski uređaj), terminal za uslugu dodane vrijednosti (npr. za očitavanje električnog brojala) i druge.



Slika 4. Sučelja PLC-a prema ETSI TS 101 806 V.1.1.1

Osim za povezivanje na komunikacijsku mrežu prikazano slikom 4, sučelje I_{T-Cx} može biti i točka spajanja na sučelje I_{T-Rx} drugog PLC-sustava, bilo u lančanoj, bilo u hijerarhijskoj PLC-infrastrukturi (npr. sučelje I_{T-CP} na sučelje I_{T-RL}).

Osim za spajanje korisnikovih krajnjih uređaja prikazano slikom 4, sučelje I_{T-Rx} može biti i točka spajanja na sučelje I_{T-Cx} drugog PLC-sustava, bilo u lančanoj, bilo u hijerarhijskoj infrastrukturi PLC-a.

Sučelja I_{P-Cx} su točke spajanja središnjih PLC-uređaja na elektroenergetsku mrežu, a sučelja I_{P-Rx} točke spajanja krajnjih PLC-uređaja na elektroenergetsku mrežu.

Građevni blok PLC-sustava sastoji se od jednog središnjeg PLC-uređaja na koji se spaja jedan ili više odgovarajućih krajnjih PLC-uređaja.

Središnji PLC-uređaji, PTx-C, su modemske jedinice koje moduliraju informacije primljene iz komunikacijske mreže u radiofrekvencijske signale radi slanja na elektroenergetske vodove putem odgovarajućeg sučelja I_{P-Cx} . U suprotnom smjeru demoduliraju radiofrekvencijske signale primljene putem sučelja I_{P-Cx} s elektroenergetskih vodova i dobivene informacije šalju u komunikacijsku mrežu putem odgovarajućeg sučelja I_{T-Cx} . Sličnu modemsku ulogu imaju krajnji PLC-uređaji, PTx-R.

3. Tehničko izvješće "Quality of Service (QoS) requirements for in-house systems" [18].

Ovo tehničko izvješće definira parametre kakvoće usluga, kao i zahtjeve na kakvoću usluga PLC sustava za pružanje kućnih PLC usluga, za koje uvodi termin kućna PLC-mreža. Izvješće predstavlja referentni dokument za daljnju normizacijsku aktivnost. Kako bi kućne PLC-mreže zadovoljile zahtjeve korisnika kućnih PLC-usluga i tržišta njihove performanse trebaju biti predvidive, tj. kućne PLC-mreže trebaju ispuniti zahtjeve vezane uz kakvoću usluge za svaku primjenu koju omogućuju.

U tablici 6 kategorizirani su uređaji za kućne PLC-mreže. Spajanjem tih uređaja u kućnu PLC-mrežu bilo PLC-sučeljem za uređaj ili priključivanjem na PLC-modem, unutar kućanstva se putem električne instalacije omogućavaju aplikacije i usluge iz područja

zabave (audio, video, igre), prijenosa informacija (Internet, elektronički pregled programa, prijenos datoteka, elektroničko poslovanje, *tele-services*), komunikacija (govorna telefonija, videofon, elektronička pošta), automatizacije kućanstava i nadzora uređaja (grijanje, ventilacija, klimatizacija, nadzor kućanskih aparata), te sigurnosti i nadzornih sustava (nadzorne kamere, vatrodojava, detektori pokreta).

Tablica 6. Kategorizacija uređaja za kućne PLC-mreže

klijentski uređaji (ne uspostavljaju komunikaciju samostalno)	– ulazni (izvor komunikacijskog toka)	kamera
		mikrofon
		tipkovnica
		skener
	– izlazni (ponor komunikacijskog toka)	televizor
		zaslon osobnog računala (PC monitor)
		zvučnik
	– uređaji za pohranu (storage devices)	videorekorder
		DVD-RW
		tvrdi disk
		optički disk
	– nadzirani uređaj	kućanski aparat
	poslužiteljski uređaji (uspostavljaju komunikaciju i nadležni su za prioritizaciju i parametrizaciju usluge)	pristupnik
modem		
osobno računalo		

Korisnikove zahtjeve na određenu aplikaciju ili uslugu treba opisati skupom parametara za kakvoću usluge ili razredom usluge koji određuje prioritet usluge. Na taj način dobiva se profil kakvoće usluge za dotičnu aplikaciju ili uslugu. Parametri kakvoće usluge koriste se za inženjering prometa, rezervaciju resursa i nadmetanje za medij.

Uređaji koji zahtijevaju parametriziranu kakvoću usluge moraju moći pratiti ponašanje mreže. Prije nadmetanja za pristup mediju, takvi uređaji trebaju provjeriti raspoloživost potrebnih resursa mreže. Krajnji uređaji ne mogu uspostaviti novu vezu za promet određenog razreda ukoliko nisu raspoloživi resursi potrebni za taj razred prometa.

Instalacija kućne PLC-mreže treba biti automatizirana. Funkcionalnosti upravljanja mrežom koje trebaju biti podržane su početak i prekid aplikacija, održavanje resursa, kao i isključivanje i konfiguriranje uređaja.

Izvjeshće definira općenite vidove kakvoće usluge za različite vrste aplikacija i njihove granične vrijednosti, kao i granične vrijednosti kašnjenja. U tablici 7 dani su parametri kakvoće usluga i njihove zahtijevane vrijednosti za različite vrste aplikacija određeni ovim tehničkim izvješćem.

Prema podacima o projektu PLT na ETSI-jevoj stranici na Internetu, portal.etsi.org, u izradi su sljedeći dokumenti:

- tehnička specifikacija “*In-house/In-house Coexistence*” (specifikacija treba definirati metodologiju

Tablica 7. Parametri kakvoće usluge i zahtijevane vrijednosti tih parametara za različite vrste aplikacija prema tehničkom izvješću ETSI TR 102 049 Ver.1.1.1

Vrsta aplikacije	Parametri kakvoće usluge					
	brzina prijenosa podataka	kašnjenje s kraja na kraj u jednom smjeru	kolebanje kašnjenja	osjetljivost na smetnje	privatnost	cjelovitost podataka
govor	< 64 kbit/s	< 150 ms (po mogućnosti) < 400 ms granica	1 ms	mala, za pakete < 0,001	potrebna enkripcija	nema FEC nema retransmisije
igre	još nedefiniran broj Mbit/s	< 200 ms	nije specificirano	srednja	ne	FEC
audio i video streaming (osim DVD)	još nedefiniran broj Mbit/s	< 10 s	<< 1 ms	mala, < 1%	autentikacija	FEC, praćenje pogrešaka, retransmisija na sloju podatkovnog linka
DVD	još nedefiniran broj Mb/s	< 20 ms	< 2 ms	mala, < 1%	autentikacija	FEC, praćenje pogrešaka, retransmisija na sloju podatkovnog linka
pošta	niska	po mogućnosti < 2 s prihvatljivo < 4 s	nije specificirano	velika	potrebna enkripcija	FEC, retransmisija na mrežnom sloju
Internet	niska	po mogućnosti < 2 s/stranici prihvatljivo < 4 s/stranici	nije specificirano	velika		retransmisija
elektroničko poslovanje	niska	po mogućnosti < 2 s prihvatljivo < 4 s	nije specificirano	velika	autentikacija autorizacija enkripcija	retransmisija na mrežnom sloju
tele-services	visoka	< 400 ms	< 600 ms	velika	autentikacija	retransmisija
automatizacija kućanstva	niska	< 400 ms	< 600 ms	velika	autentikacija	retransmisija na mrežnom sloju

koja će osigurati mogućnost istodobnog rada različitih kućnih PLC sustava),

- tehnička specifikacija “*Detailed In-house Architecture and Protocols*” (obuhvaća referentnu arhitekturu, vidove fizičkog sloja i sloja podatkovne veze, mehanizme za osiguravanje kvalitete usluge, rad s pristupnim mrežama, povezivanje s kućnim kabelskim i bežičnim mrežama),
- europska norma “*Coexistence of Access and In-house Powerline Systems*” (obuhvaća upravljanje resursima, sloj pristupa mediju, mogućnost međusobnog rada kućnih PLC sustava različitih proizvođača, i sl., a rad na ovoj normi je revizija istoimene specifikacije),
- tehnička specifikacija “*PLT Programmable PSD mask*” (specifikacija treba definirati zahtjeve koje trebaju zadovoljiti mehanizmi za programiranje maske za spektralnu gustoću snage, Power Spectral Density Mask),
- tehnička specifikacija “*Definition of a Dynamical Frequency Allocation for Access/In-House Coexistence*” (sobzirom da može doći do situacije da se istodobno ne koriste i pristupne i kućne PLC usluge, potrebno je omogućiti da se cijeli frekvencijski spektar upotrebljava za pristupne PLC usluge, kad se ne upotrebljavaju kućne PLC usluge, kao i obrnuto), te
- tehničko izvješće “*PLT Channel Characterization Measurement Method*”, koji će se koristiti za zapisivanje postavki mjerenja i pitanja vezanih uz mjerenje za potrebe specijalističkog zadatka 222 opisanog u točki 4.1.1.1.

Svrha projekta PLT je omogućiti elektroprivrednim organizacijama pružanje telekomunikacijskih usluga preko elektroenergetske mreže.

4.1.1.1. ETSI-jev specijalistički zadatak broj 222

ETSI-jev mehanizam za ubrzavanje donošenja hitno potrebne tehničke normizacije je definiranje grupe za specijalistički zadatak kao podrške odgovarajućoj ETSI-jevoj tehničkoj organizaciji.

Tako je u rujnu 2002. godine osnovana grupa (3 člana i voditelj) za specijalistički zadatak broj 222 (STF 222, Specialist Task Force 222) za podršku rada na ETSI-jevom projektu PLT [19].

S obzirom da ne postoji autoritativan izvor informacija o PLC-u dolazi do tehničke neusklađenosti unutar različitih normizacijskih tijela vezano uz PLC. Također, uočena je prijatnija podjele tržišta između proizvođača međusobno nekompatibilnih PLC-riješenja.

Grupa za specijalistički zadatak broj 222 treba izraditi izvješća koja će osigurati vjerodostojni prikaz situacije vezane uz PLC i mogućnost međusobnog rada PLC-sustava za niskonaponske elektroenergetske vodove različitih proizvođača. Pretpostavka za razumijevanje situacije i izradu izvješća je provedba masovnih mje-

renja, te analiza i prezentacija dobivenih rezultata. Rad grupe uključuje planiranje i provođenje mjerenja, te analizu, prikaz i prezentaciju rezultata u izvješćima. Grupa treba dati preporuke za poboljšanje rada tehničkih tijela koja se bave PLC-om kako bi se olakšao i ubrzao rad na normizaciji PLC-a. Osnovni cilj rada grupe je podrška projektu ETSI PLT u definiranju strategije, racionalizaciji, analizi, postizanju konsenzusa i izradi normi.

Grupa za specijalistički posao broj 222 radi na sljedećim izvješćima:

- tehničko izvješće “*PLT Hidden Node Analysis*”,
- tehničko izvješće “*PLT LCL Review and Analysis*”, izvještaj o vrijednosti parametra *uzdužni vođeni gubici*,
- tehničko izvješće “*Method for Estimating EMI due to Unbalance in PLT*”, izvještaj o načinu procjenjivanja elektromagnetske interferencije zbog nebalansiranosti PLC-a.

Prva tri izvješća treba izraditi uzevši u obzir pitanja kao što su razlike u uzemljenju, razlike među državama i operatorima, topologija distribucija i faza, lokalno opterećenje mreže i slično.

Završetak aktivnosti grupe planiran je za kraj ožujka 2003. godine.

4.1.2. ETSI-jev rad na harmoniziranim normama za Smjernicu o EMC-u

ETSI je europska normizacijska organizacija koja, između ostalog, u skladu s mandatom Europske komisije izrađuje harmonizirane norme za Smjernicu o EMC-u, i to norme o EMC-u telekomunikacijskih mrežnih uređaja i norme o EMC-u radijskih uređaja i sustava. Ovi su zadaci u nadležnosti radne grupe za EMC unutar ETSI-jevog odbora ERM, koja usko surađuje sa CENELEC-ovim tehničkim odborom TC 210. Dosađajni rezultat rada ETSI-jeve radne grupe ERM EMC u tom području je harmonizirana norma za telekomunikacijske mrežne uređaje, EN 300 386. Radi se o normi za obitelj proizvoda koja specificira elektromagnetsku usklađenost uređaja instaliranih u telekomunikacijskim centrima, kao i uređaja korištenih u telekomunikacijskim mrežama. Sadrži specifikaciju instalacijskog okruženja, ispitne metode za otpornost na smetnje i emisiju, ispitne razine i ograničenja, općenite uvjete za ispitivanje kao i posebne zahtjeve za pojedine grupe opreme. U tablici 8 navedene su ispitne metode za otpornost i emisiju telekomunikacijskih mrežnih uređaja prema ovoj normi. Ograničenje emisije zračenog elektromagnetskog polja na ulazu kućišta, vođene emisije na ulazu za napajanje izmjeničnom strujom i ulazu za napajanje istosmjernom strujom, kao i na telekomunikacijskom ulazu treba biti u skladu s normom EN 55022 [8]. Trenutno je na snazi verzija 1.3.1 norme 300 386 [20], kojom je područje norme prošireno na uređaje kabelske televizije i višemedijske uređaje, kao i xDSL uređaje.

Tablica 8. Ispitne metode za otpornost i emisiju telekomunikacijskih mrežnih uređaja prema normi EN 300 386

1. Ispitne metode za otpornost na smetnje		
1.1. Elektrostatsko pražnjenje		prema EN 61000-4-2 ¹⁾
1.2. Brzi električni tranzijenti		prema EN 61000-4-4 ²⁾
1.3. Otpornost na vođene kontinuirane signale		
za frekvencije do 150 kHz		nema zahtjeva
za frekvencije iznad 150 kHz	na ulazu za izmj. napajanje	prema EN 61000-4-6 ³⁾
	na ulazu za istosmj. napajanje	prema EN 61000-4-6 ³⁾
	na signalnom ulazu	prema EN 61000-4-6 ³⁾
1.4. Otpornost na zračena elektromagnetska polja		prema EN 61000-4-3 ⁴⁾
1.5. Otpornost na smetnje na ulazima za napajanje		
za frekvencije do 150 kHz	za uređaje u tk centrima	nema zahtjeva
	za uređaje izvan tk centara	prema EN 61000-4-11 ⁵⁾
2. Ispitne metode za emisiju		
2.1. Ulaz za izmjenično napajanje		
za vođenu emisiju u frekv. podr. od 0,15 MHz do 30 MHz		prema EN 55022 [8]
za emisiju strujnih harmonika		prema EN 61000-3-2 ⁶⁾
za fluktuaciju napona		prema EN 61000-3-3 ⁷⁾
2.2. Ulaz za istosmjerno napajanje		prema EN 55022 [8]
2.3. Telekomunikacijski ulaz		
za vođenu emisiju u frekv. podr. od 0,15 MHz do 30 MHz		prema EN 55022 [8]
2.4. Zračena emisija		
za zračenu emisiju u frekv. podr. od 30 MHz do 1000 MHz		prema EN 55022 [8]

1) EN 61000-4-2: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test"

2) EN 61000-4-4: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test"

3) EN 61000-4-6: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields"

4) EN 61000-4-3: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test"

5) EN 61000-4-11: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests"

6) EN 61000-3-2 (2000): "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)"

7) EN 61000-3-3 (1995): "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current 16 A per phase and not subject to conditional changes"

Nadovezano na rad na projektu PLT i rad na harmoniziranim normama o EMC-u telekomunikacijskih mrežnih uređaja, ETSI je u prosincu 2001. godine prihvatio mandat 313 za izradu harmonizirane norme za emisiju i otpornost na smetnje kabelskih telekomunikacijskih mreža općenito zajedno s njihovim kućnim proširenjima [21]. Prema zahtjevima mandata [21], potrebno je obuhvatiti telekomunikacijske mreže ostvarene energetskim kabelima, koaksijalnim kabelima i telefonskim paricama, što ne isključuje i neke druge medije. Ove se harmonizirane norme trebaju odnositi samo na mreže, a ne i na proizvode, a pri njihovoj izradi treba uvažavati postojeće tehničke specifikacije, uključivo i međunarodne, gdje god bude moguće, kao i postojeće harmonizirane norme za proizvode ukoliko će se ti proizvodi spajati na mrežu. Uz to, naglašena je potreba zaštite frekvencija koje koriste službe sigurnosti i žurne službe.

U veljači 2002. godine dogovoreno je da se prvo izradi općenita norma koja će definirati ograničenja emisije i načine ispitivanja zajedničke za sve vrste telekomunikacijskih mreža kako bi se osigurao jednak tretman svih tehnologija [22]. Zajednička radna grupa CENELEC-a i ETSI-a osnovana u siječnju 2000. godine za rad na ETSI-jevom projektu o PLC-u (vidi poglavlje 4.2.2.) već se bavila ovom problematikom, te je imenovana kao zajednička radna grupa za EMC vodljivih prijenosnih mreža (JWG on EMC of Conducted Transmission Networks) i određena za izradu jedinstvene norme o EMC-u u skladu sa zahtjevima iz Mandata 313 [22]. Pri izradi te norme potrebno je primjera radi razmotriti postojeća različita gledišta u smislu ograničenja emisije, npr. stajalište engleskog i njemačkog regulatora. Prvenstvena svrha ove harmonizirane norme u prvom koraku je uporaba u slučaju prigovora (*enforcement standards*), uz definiranje mjernih metoda i ograničenja zračene emisije

u frekvencijskom području od 9 kHz do 3 GHz [22]. Nakon izrade i prihvaćanja ove norme, zemlje članice EU-a trebat će u roku od šest mjeseci odbaciti i ukinuti sve nacionalne norme koje će biti u suprotnosti s tom normom.

Uz rad na europskoj razini, ETSI je članica CISPR-a i posebice aktivno sudjeluje u radu pododbora CISPR/I (bivšeg CISPR/G) vezano uz globalne norme za EMC za informatičke i telekomunikacijske krajnje uređaje. Ograničenja emisije na radijskim frekvencijama koja CISPR/I definira, ETSI ugrađuje u norme za EMC za proizvode ili grupe proizvoda.

4.2. CENELEC

Problematiku PLC-a dotiče rad četiri tehnička odbora CENELEC-a: TC 205 (Home&Building Electronic Systems), TC 210 (Generic EMC Standards), TC 209 (CATV), te TC 215 (Building Cabling). Uz to, CENELEC djeluje u zajedničkoj radnoj grupi s ETSI-jem o pitanju EMC-a kablskih mreža korištenih za širokopojasne komunikacije. U narednim točkama u kratkim je crtama opisan rad CENELEC-ovih odbora vezan uz PLC.

4.2.1. Rad CENELEC-ovog tehničkog pododbora SC 205A vezan uz PLC

Od početka 90-tih godina CENELEC-ov pododbor SC 205A, dio odbora TC 205, zadužen za komunikacijske sustave koji upotrebljavaju niskonaponske elektroenergetske vodove (Mains Communicating Systems), radi na normizaciji prijenosa podataka niskonaponskim mrežama u okviru javnih distribucijskih mreža ili u okviru korisničkih sustava unutar zgrade u frekvencijskom pojasu od 3 kHz do 148,5 kHz.

Rezultat je normizacija uskopojasne primjene PLC tehnologije na niskonaponskim mrežama, norma EN 50065-1 [4], čiji su kasniji amandmani:

- EN 50065-1:1991/A1:1992 "Amandment to clause 4,6 & 7 and annex C of EN"
- EN 50065-1:1991/A2:1995 "Amandment to clause 7 and addition of annex E"
- EN 50065-1:1991/A3:1996 "Amandment to clause 6 & 9 and subclause 8.1 and addition of annex E"

Na snazi je drugo izdanje te norme [23] iz 2001. godine. Norma definira dodjelu frekvencijskog područja različitim aplikacijama, ograničenja izlaznog napona krajnjih uređaja (vidi tablicu 9) i ograničenja smetnji, te daje metodu mjerenja. Metoda modulacije signala, metoda kodiranja, funkcijska svojstva (izuzev onih za sprječavanje zajedničkih smetnji), zahtjevi na okruženje, kao ni ispitivanje nisu definirani ovom normom. Ova norma spada u osnovne norme za EMC.

Cilj norme je ograničiti međusobno djelovanje PLC uređaja za predaju/slanje signala, kao i njihov utjecaj na osjetljive elektroničke uređaje.

Tablica 9. Ograničenja izlaznog napona prema normi EN 50065-1

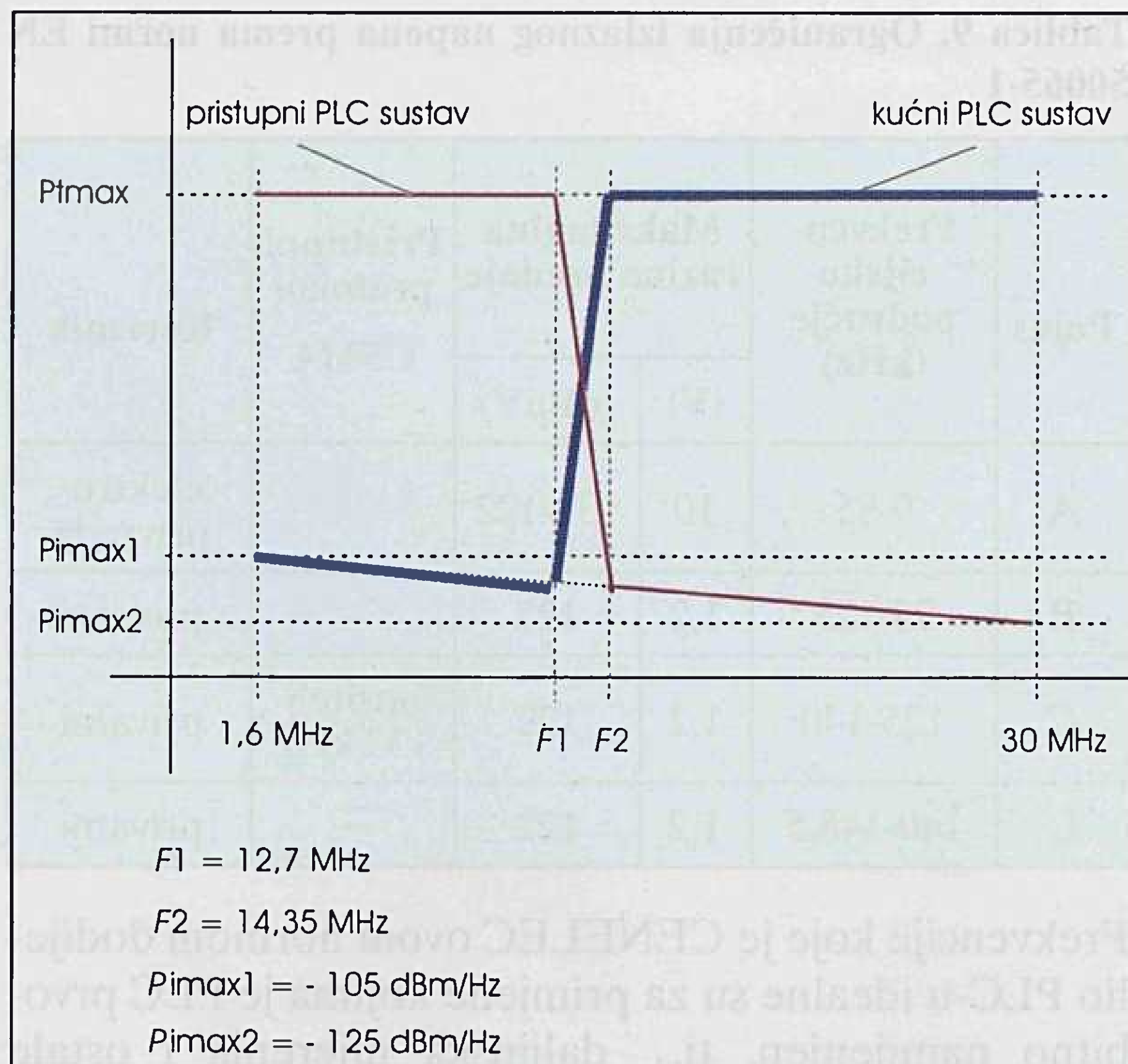
Pojas	Frekvencijsko područje (kHz)	Maksimalna razina predaje		Pristupni protokol CSMA	Korisnik
		(V)	(dB μ V)		
A	9-95	10	134-122	-	elektroprivreda
B	95-125	1,2	122	-	privatni
C	125-140	1,2	122	nositelj 132 kHz	privatni
D	140-148,5	1,2	122	-	privatni

Frekvencije koje je CENELEC ovom normom dodijelio PLC-u idealne su za primjene kojima je PLC prvobitno namijenjen, tj. daljinska mjerenja i ostale telekomunikacijske usluge za potrebe elektroprivrednih poduzeća za koje je zadovoljavajuća brzina od nekoliko desetaka kbit/s. Uporaba tih frekvencija u komercijalnim pristupnim telekomunikacijskim mrežama nije praktična, jer se zbog ograničene propusnosti ne mogu postići brzine reda veličine Mbit/s.

U lipnju 1999. godine CENELEC je unutar pododbora SC205A oformio i radnu grupu za širokopojasni PLC, WG10 (High frequency emission & immunity), sa zadatkom definiranja rada na frekvencijama od 148,5 kHz do 30 MHz. U okviru te radne grupe u tijeku je izrada specifikacije za istodobni rad pristupnog i kućnog PLC-a u frekvencijskom području od 1,6 MHz do 30 MHz. Preciznije, specifikacija treba osigurati istodobni rad sučelja I_{P-CL} i I_{P-RL} sa sučeljima I_{P-CP} i I_{P-RP} . Nacrt specifikacije [15] predan je na postupak usvajanja. Istodobni rad pristupnih i kućnih PLC sustava osigurava se definiranjem najviše razine smetnji koje pristupni PLC sustav smije uzrokovati kućnom PLC sustavu i obrnuto prema krivulji P_{imax} prikazanoj na slici 5. Zadovoljavajuće gušenje između pristupnog i kućnog PLC sustava može se postići blokirajućim filtrima (u jednom ili u oba sustava) ili na neki drugi način. Ukoliko se zadovoljavajuće gušenje postiže filtrima, ne treba se pridržavati definirane maske za gustoću snage spektra, niti definirane raspodjele frekvencijskog spektra. Ukoliko se ne može postići zadovoljavajuće gušenje prema krivulji P_{imax} prikazanoj na Slici 5, obvezno je primijeniti sljedeću raspodjelu frekvencija definiranu za PLC uređaje prve generacije:

- pristupni PLC sustav koristi frekvencije od 1,6 MHz (uključivo i 1,6 MHz) do 12,7 MHz, a
- kućni PLC sustav koristi frekvencije od 14,35 MHz do 30 MHz.

Specifikacija najavljuje fleksibilno upravljanje frekvencijama u sljedećim generacijama PLC uređaja, te definira potrebu za zajedničkim signalizacijskim kanalom. Postoji mogućnost da se na temelju ovog ma-



Slika 5. Odjeljivanje pristupnog i kućnog PLC sustava: prema CENELEC prES 59013

Područje ove specifikacije preklapa se sa ETSI-jevom specifikacijom TS 101 867 [14], kao što je već rečeno u točki 4.1.1.

Osim ove specifikacije, u okviru radne grupe WG10 u tijeku je i izrada norme za ograničenje emisije [24] i definiranje otpornosti na smetnje u HF frekvencijskom području [25] (prvobitno zamišljeno kao jedna norma). Također, ova radna grupa priprema vodič za norme o PLC-u [26] koji će sadržavati opopis svih normi za PLC, bilo CENELEC-ovih bio norme drugih normizacijskih organizacija.

4.2.2. Rad ostalih CENELEC-ovih tehničkih odbora SC 210A koji utječe na normizaciju PLC-a

CENELEC-ov pododbor SC 210A, dio odbora TC 210 zaduženog za izradu općenitih normi za EMC, razmatra harmonizaciju CISPR-ovih dokumenata, priprema norme o otpornosti na smetnje i emisiji informatičke i telekomunikacijske opreme, a po potrebi izrađuje norme za EMC za određeni proizvod. U svom radu surađuje s organizacijama IEC, ETSI i ITU. Ovaj je pododbor izradio normu koja definira granične vrijednosti emisije za uređaje iz područja informatičke tehnologije, kao što su računala, uredski uređaji ili telekomunikacijski uređaji spojeni na niskonaponsku mrežu, te metode ispitavanja emisije tih uređaja, EN 55022 [8], a ekvivalentna je CISPR-ovoj normi CISPR 22. Premda ova norma ima osobine osnovne norme za EMC, prvenstveno se smatra normom za obitelj proizvoda, budući da joj je glavna namjena osiguravanje usklađenosti proizvoda prema Smjernici o EMC-u. Pododbor SC 210A izradio je i normu koja definira otpornost uređaja informatičke tehnologije na smetnje, EN 55024 [27], ekvivalentnu CISPR-ovoj normi CISPR 24.

Tehnički odbor TC209 radi na seriji normi EN 50083 koje pokrivaju uređaje i mreže kabela televizije. U kolovozu 2000. godine TC 209 je izdao normu EN 50083-8 koja sadrži općeniti skup ograničenja zračenja za sustave kabela televizije, te dva nacionalna odstupanja (englesko i finsko), s time da se ne radi o harmoniziranoj normi pod Smjernicom o EMC-u. Na snazi je drugo izdanje te norme [28].

Tehnički odbor TC215 radi na planiranju instaliranja energetske i telekomunikacijske mreže unutar i izvan zgrada, pa je rad te grupe također značajan za PLC.

Nakon pokretanja projekta PLT u okviru ETSI-a, formirana je zajednička radna grupa ETSI ERM-a i CENELEC-a sa zadatkom definiranja zahtjeva vezanih uz EMC pri prijenosu komunikacijskih signala kabelskim prijenosnim mrežama (*Joint Working Group on EMC of Conducted Transmission Networks*). Cilj grupe bio je odrediti zajednički pristup definiranju zahtjeva vezanih uz otpornost na smetnje i emisiju različitih kabela mreža. Na prvom sastanku grupe u lipnju 2000. godine utvrđene su osnovne smjernice rada zajedničke grupe: definirati europsku normu (a ne različite nacionalne norme), odrediti zajedničke granične vrijednosti emisije primjenjive na sve kabela sustave, te spriječiti ometanje radijskih službi u skladu s bitnim zahtjevima europskih smjernica. Istaknuto je da dodjeljivanje frekvencija nije u domeni rada grupe, već spada pod okrilje CEPT-a. Dogovoreno je da će ETSI i CENELEC prihvatiti rezultate rada zajedničke radne grupe. Kako PLC nije jedina tehnologija kod koje se elektromagnetski signali prenose metalnim kabelima frekvencijama reda veličine 10-tak MHz, ova grupa osim sa SC 205A WG 10 tijesno surađuje s odborima koji normiraju rad u tom smislu srodnih tehnologija, kabela televizije (TC 209) i kabliranja zgrada (TC 215), te s tehničkim odborom CENELEC-a općenito zaduženim za pitanja EMC-a, TC 210.

U prosincu 2001. godine ova je radna grupa preuzela prvi zadatak po Mandatu 313 Europske komisije [22], kao što je opisano u poglavlju 4.1.2.

5. ORGANIZACIJE OSNOVANE ZA RAZVOJ I PROMIDŽBU PLC-a

Osim normizacijskih organizacija čiji je rad opisan u poglavljima 3 i 4, PLC-om se bave i međunarodne organizacije osnovane radi razvoja i promidžbe PLC-a, među kojima su najznačajnije PLCforum i The Home-Plug Powerline Alliance.

U narednim točkama u kratkim je crtama opisana njihova aktivnost na normizaciji PLC-a.

5.1. Udruženje PLCforum

U ožujku 2000. godine prema švicarskim zakonima u Interlaken, Švicarska, osnovano je PLC udruženje PLCforum, radi razmjene informacija o PLC-u između elektroprivreda, proizvođača, razvojnih organizacija,

prodavača, potencijalnih korisnika, kao i odgovarajućih regulatornih tijela. Premda su članovi Udruženja predstavnici svih sudionika PLC tržišta, samo Udruženje je u potpunosti nezavisna organizacija. Osnivanje PLCforuma rezultat je šestomjesečnog razmatranja spajanja prijašnjih PLC organizacija PTF i IPCF, budući da su njihovi članovi smatrali najučinkovitijim djelovati unutar jedinstvene PLC organizacije. Dok je u ožujku 2000. PLCforum osnovalo 42 članova osnivača, čiji su podaci navedeni u privitku osnivačkog dokumenta [29], prema podacima na stranici udruženja na Internetu (www.plcforum.org – About us) u prosincu 2002. godine PLCforum ima 77 članova i stalnih gostiju iz 23 zemlje s 3 kontinenta, navedenih u tablici 10.

Tablica 10. Članovi PLCforuma u prosincu 2002. godine

1	Instituto Balseiro-Universidad Nacional de Cuyo-CNEA	Argentina
2	InovaTech Limited	Australija
3	Datasoft ISDN Systems GmbH	Austrija
4	EVN AG	Austrija
5	TIWAG	Austrija
6	Finnish Electricity Association Sener	Finska
7	Jyväskylä Energia Oy	Finska
8	Alcatel	Francuska
9	EasyPlug	Francuska
10	EDF (Electricité de France)	Francuska
11	Kurtosis Ingénierie S.A.	Francuska
12	Aristotle University of Thessaloniki	Grčka
13	ENEL Distribuzione SpA	Italija
14	Università Degli Studi di Firenze	Italija
15	Itran Communications Ltd.	Izrael
16	Main.net Communications Ltd.	Izrael
17	NAMS	Izrael
18	Mitsubishi Electric Corporation	Japan
19	Tokyo Electric Power Company (Tepco)	Japan
20	Seoul National University	Južna Koreja
21	Xeline Co. Ltd	Južna Koreja
22	EPRI (China Electric Power Research Institute)	Kina
23	International Turnkey Systems	Kuvajt
24	Nuon	Nizozemska
25	Viken Energinett AS	Norveška
26	ABB New Ventures GmbH	Njemačka
27	Actima AG	Njemačka
28	ATANVO AG	Njemačka
29	Cetecom ICT Services GmbH	Njemačka
30	Dresden University of Technology	Njemačka
31	Eichhoff GmbH	Njemačka
32	ELCON Systemtechnik GmbH	Njemačka

33	EnBW Telekommunikation GmbH	Njemačka
34	EWE TEL GmbH	Njemačka
35	Felten & Guillaume (NKT Cables)	Njemačka
36	iAD GmbH	Njemačka
37	Intellon Corporation	Njemačka
38	NEC Electronics (Europe) GmbH	Njemačka
39	Polytrax IT AG	Njemačka
40	Power PLUS Communications AG	Njemačka
41	Rheinisch-Westfälische Hochschule Aachen (RWTH)	Njemačka
42	Royal Philips Electronics	Njemačka
43	RWE Powerline GmbH	Njemačka
44	Universität Karlsruhe	Njemačka
45	Universität Paderborn	Njemačka
46	University of Dortmund	Njemačka
47	ONI Telecom	Portugal
48	Open Joint Stock Company Mosenergo	Rusija
49	Ambient Corp.	SAD
50	Amperion	SAD
51	Cinergy Corp.	SAD
52	Enikia Inc.	SAD
53	Inari Inc.	SAD
54	SP Telecommunications Pte Ltd	Singapur
55	Dimat S.A	Španjolska
56	DS2	Španjolska
57	Endesa Servicios	Španjolska
58	ENDITEL	Španjolska
59	Iberdrola	Španjolska
60	Promax Electronica SA	Španjolska
61	Sainco	Španjolska
62	Union Fenosa Redes Telecomunicacion	Španjolska
63	Vayris	Španjolska
64	Ilevo AB	Švedska
65	Sydkraft Bredband AB	Švedska
66	Ascom PowerLine Communications AG	Švicarska
67	dHolding	Švicarska
68	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)	Švicarska
69	Schaffner EMV AG	Švicarska
70	e-amra.com	Velika Britanija
71	LANergy Limited	Velika Britanija
72	Motorola	Velika Britanija
73	nSine Ltd.	Velika Britanija
74	Open University - Power Systems Comm. Research	Velika Britanija
75	Phonex Broadband Europe	Velika Britanija
76	SSE Telecom Scottish and Southern Energy plc	Velika Britanija
77	Xansa	Velika Britanija

Zadaci udruženja PLCforum su sudjelovanje u uređenju PLC okruženja razvojem međunarodnih i nacionalnih normi za PLC proizvode i usluge i njihovim prosljeđivanjem odgovarajućim međunarodnim i nacionalnim normizacijskim tijelima, ubrzavanje razvoja PLC tehnologije, istraživanje i analiza tržišta, te podrška PLC-industriji. U sklopu istraživanja i analize tržišta, Udruženje posebice treba usporediti PLC i konkurentne pristupne tehnologije. Udruženje se redovito sastaje s Europskom komisijom i europskim normizacijskim i regulatornim organizacijama radi utjecaja na tijek normizacije i regulative vezane uz PLC. Udruženje sadrži dvije radne grupe: grupu za tehnologiju i regulativu, te grupu za promidžbu.

Adresa Udruženja na Internetu je www.plcforum.org.

5.2. Savez The HomePlug Powerline Alliance (HomePlug)

Savez HomePlug je neprofitna tvrtka koja predstavlja forum za izradu otvorenih specifikacija za proizvode i usluge kućnog PLC-a brzine par Mbit/s. Namjera je Saveza potaknuti zahtjeve za takvim proizvodima i uslugama sponzoriranjem tržišta i programima educiranja korisnika. Savez je osnovan u ožujku 2000. godine. Osnivači Saveza su bile tvrtke 3Com, AMD, Cisco Systems, Compaq, Conexant, Enikia, Intel, Intellon, Motorola, Panasonic, RadioShack, SONICblue i Texas Instruments. Prema podacima na stranicama Saveza na Internetu (www.homeplug.org – Alliance Memebers), u prosincu 2002. godine Savez čine sponzori (Cogency, NETGEAR, SHARP, Conexant, Enikia, Intellon, RadioShack i Texas Instruments), 24 člana (*participants*), te 33 tvrtke zainteresirane za usvajanje HomePlug tehnologije (*adopters*).

Savez je osnovan kako bi ubrzao i promovirao raspoloživost, usvajanje i implementaciju troškovno prihvatljivih kućnih PLC mreža i proizvoda temeljenih na definiranim specifikacijama, što osigurava mogućnost njihova međusobnog rada. Po osnivanju Saveza izrađen je dokument u kojem su utvrđeni zahtjevi tržišta i dane smjernice za razvoj specifikacije i načina ispitivanja tehnologije HomePlug (Marketing Requirements Document). Kao kriteriji za odabir tehnologije definirani su, između ostalog, brzina reda veličine brzine Ethernet/10Base-T-a, kompatibilnost, jednostavnost implementacije i pouzdanost.

U lipnju 2000. godine Savez je objavio podatak da je za osnovicu prve generacije HomePlug specifikacije kućnog PLC-a brzine 10 Mbit/s, specifikacije HomePlug v1.0, odabrana mrežna tehnologija tvrtke Intellon.

U prosincu 2000. završen je nacrt specifikacije i najavljena probna instalacija u 500 kućanstava radi provjere pouzdanosti i brzine tehnologije, te mogućnosti međusobnog rada, kao i namjera da se po završetku ispitivanja završi specifikacija HomePlug tehnologije i utemelji laboratorij za ispitivanje usklađenosti proizvoda.

U ožujku 2001. godine završena je probna instalacija u 350 od planiranih 500 kućanstava. Pri ispitivanju propusnosti, kašnjenja, rukovanja pogriješcima i prikladnosti za uobičajene aplikacije dobiveni su pozitivni rezultati, čime je potvrđena spremnost tehnologije za tržište. Isti mjesec radi širenja tehnologije HomePlug, Savez osniva radne grupe za Europu i Japan. U svibnju 2001. godine HomePlug je objavio završetak probne instalacije, čiji je rezultat utvrđivanje spremnosti tehnologije HomePlug za izlazak na tržište. U lipnju 2001. godine objavljen je završetak specifikacije HomePlug v1.0 [30]. Kao prijenosnu tehniku HomePlug koristi multipleksiranje s podjelom na ortogonalne frekvencije, OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Na sloju podatkovne veze koristi inačicu višestrukog pristupa mediju s osjetom nositelja i izbjegavanjem sudara, CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance). Podržava razrede prioriteta i nadzor kašnjenja, a radi na frekvencijama od 4 MHz do 22 MHz [31]. U studenom 2001. godine ustanovljen je postupak potvrđivanja proizvoda sukladnih sa specifikacijom HomePlug 1.0. U svibnju 2002. godine Savez je izložio HomePlug-potvrđene proizvode 9 tvrtki članica Saveza na CONNECTIONS 2002 u Dallasu, država Texas [32]. Izloženi proizvodi navedeni su u tablici 11. U listopadu 2002. godine Savez je najavio planove za sljedeću verziju specifikacije HomePlug pod imenom HomePlug AV, koje naglašava pomak ka umrežavanju potrošačkih elektroničkih uređaja [33]. Nova specifikacija će podržavati distribuciju podataka i zabavnih sadržaja kroz kućanstvo, uključujući televiziju visoke razlučivosti (High Definition Television). Brzina komuniciranja još nije utvrđena, ali mora biti barem 20 Mbit/s obzirom na najavljenju podršku za televiziju visoke razlučivosti. Radi postizanja prednosti pred konkurentnim tehnologijama, Savez će pri razvoju specifikacije staviti naglasak na osiguravanje parametrizirane kakvoće usluge, tj. sposobnosti jamčenja propusnosti aplikacijama koje o tome zavise. Specifikacija se očekuje za 18 do 24 mjeseca.

Adresa Saveza na Internetu je www.homeplug.org.

6. ZAKLJUČAK

Uskopojasni PLC je zadovoljavajuće normiziran (vidi sliku 2). Niz IEC-ovih normi navedenih u točki 3.2.2 definiraju elemente uskopojasnog PLC-a na visokonaponskim elektroenergetskim vodovima, kao što su prigušnice, spojne jedinice i terminal za PLC, te principe planiranja i ispitivanja PLC-sustava. CENELEC-ova harmonizirana norma EN 50065-1 definira uporabu frekvencijskog područja od 3 kHz do 148,5 kHz za uskopojasni PLC, daje ograničenja izlaznog napona i smetnji, te metodu mjerenja. Njoj ekvivalentna IEC-ova norma, IEC 61000-3-8, za PLC određuje širi frekvencijski opseg sukladan ITU-ovom određivanju namjene frekvencijskih područja za Regiju 2.

Tablica 11: HomePlug-ovlašteni proizvodi izloženi na CONNECTIONS 2002

Proizvodi za krajnje potrošače (consumer products)		
Proizvođač	Vrsta proizvoda	Proizvod
Asoka USA Corporation www.asokausa.com	premosnik	Asoka™ PlugLink™ Ethernet Bridge (PL9610-ETH)
	premosnik	Asoka™ PlugLink™ USB Bridge (PL9710-USB)
Gigafast Ethernet www.gigafast.com	prilagodnik	PowerLine USB Adapter (PE901-UI)
	premosnik	PowerLine Ethernet Bridge (PE902-EB)
Linksys Group Inc. www.linksys.com	prilagodnik	Instant PowerLine™ EtherFast 10/100 Bridge (PLEBR10)
	prilagodnik	Instant PowerLine™ USB Adapter (PLUSB10)
NETGEAR, Inc. www.netgear.com	prilagodnik	NETGEAR Powerline Ethernet Adapter
	prilagodnik	NETGEAR Powerline USB Adapter
Phonex Broadband Corporation www.phonex.com	premosnik	
Samsung Electro-Mechanics Co. Ltd. www.sem.samsung.com	premosnik	
ST&T Instrument Corporation www.stt.com.tw	premosnik	PowerLine Ethernet Bridge (M51)
	premosnik	PowerLine USB Bridge (M51)
Referentni dizajni (reference designs)		
Proizvođač	Proizvod	
Cogency Semiconductor www.cogency.com	CS1100 HomePlug-Ethernet/USB/PCI/MII Evaluation Platform (EV1100)	
Intellon Corporation www.intellon.com	Powerline to Ethernet Bridge Reference Design (RD5130-ETH)	
	Powerline to USB Bridge Reference Design (RD5130-USB)	
	Powerline to PCI evaluation kit (EK5130-PCI)	

S druge strane, normizacija danas interesantnijeg širokopojasnog PLC-a nije zadovoljavajuća.

Tijekom zadnjih pet godina, vođen je čitav niz probnih instalacija širokopojasnog PLC-a, a od 2001. započele su i komercijalne. Različite tvrtke nevezano su rješavale pitanja modulacije, kodiranja, sažimanja, dijeljenja medija i ostala tehnička pitanja nastojeći prevladati ograničenja elektroenergetskih vodova koji nisu osmišljeni za komuniciranje, te postići što veću brzinu prijenosa informacija i što veći domet prijenosa, na čemu rade i dalje. Međutim, preduvjet daljeg razvoja, prihvaćanja i šire uporabe širokopojasnog PLC-a je donošenje odgovarajuće normizacije.

Uočivši potencijal širokopojasnog PLC-a, ETSI je u rujnu 2000. godine pokrenuo projekt njegove normizacije. Kako je niz tvrtki već razvilo vlastita rješenja pristupnog PLC-a, te kako nema smisla graditi pristupni PLC sustav opremom različitih proizvođača, normizacija ne zadiru u temeljitu razradu rješenja rada samog pristupnog PLC-a, već se usredotočuju na osiguravanje mogućnosti istodobnog rada pristupnog i kućnog PLC-a, osiguravanje mogućnosti međusobnog rada PLC sustava različitih proizvođača, kao i zaštitu korisnika radijskih frekvencija koji u okruženju širokopojasnih PLC sustava rade na istim frekvencijama. Definiran je referentni model mrežne arhitekture za PLC, a CENELEC je u završnoj fazi izrade specifikacije koja definira istodobnu uporabu frekvencijskog područja od 1,6 MHz do 30 MHz za kućni i za pristupni PLC.

Normizacija kućnog PLC-a zahtijeva temeljitiju normizaciju tehnike rada kućnog PLC sustava, budući da ti sustavi predviđaju priključivanje različitih uređaja informatičke tehnologije, te ostalih električnih i elektroničkih uređaja u kućnu PLC mrežu. Uz to, posebice je izražena potreba osiguravanja mogućnosti istodobnog rada kućnih PLC sustava različitih proizvođača, budući da se susjedna kućanstva mogu opredijeliti za rješenja različitih proizvođača i da nema načina za planiranje izgradnje kućnih PLC mreža na nekom području jer se radi o mrežama različitih privatnih korisnika. Na normizaciji tehnike rada kućnog PLC-a značajni su rezultati saveza HomePlug Powerline Alliance, s tim da nije jasno odgovara li uporaba frekvencijskog područja od 4 MHz do 30 MHz predviđena specifikacijom HomePlug zahtjevima nacрта CENELEC-ove specifikacije za osiguravanja istodobnog rada pristupnog i kućnog PLC-a, prES 59013.

Zaštita radijskih službi koje rade na istim frekvencijama kao i PLC sustav, tj. normizacija vezana uz EMC PLC-a, pokazala se vrlo opsežnim zadatkom, koji uz to i nadilazi pitanje samog PLC-a. Problemi vezani uz EMC do kojih dolazi pri implementaciji PLC-a srodni su problemima do kojih dolazi i kod implementacije ostalih širokopojasnih kablinskih komunikacijskih sustava, npr. xDSL-a ili kabliske televizije, čiji se rad temelji na prijenosu radijskih frekvencija metalnim medijem.

Dosadašnje norme za EMC usredotočene su na EMC uređaje, a ne uzimaju u obzir način povezivanja

uređaja i performanse kabela kojima su uređaji povezani, što značajno utječe na cjelokupnu zračenu emisiju u danom okruženju. Prijašnjih godina u suštini nije bilo narušavanja EMC-a između kabelskih sustava i bežičnih aplikacija. Nažalost, to se stanje promijenilo uvođenjem širokopojasnih kabelskih komunikacijskih sustava, među kojima PLC proizvodi najvišu zračenu emisiju i na najjačem je udaru, jer podrazumijeva uvođenje novih subjekata u područje telekomunikacija, što nije u interesu tradicionalnih davatelja telekomunikacijskih usluga. Tako je pitanje PLC-a, kao kabelaške tehnologije za širokopojasnu komunikaciju koja je izazvala najviše protesta korisnika radijskih frekvencija, otvorilo pitanje emisije kabelskih sustava korištenih za širokopojasnu komunikaciju općenito. Uočeno je da norme za EMC što hitnije trebaju obuhvatiti dodatna područja proizašla iz nedavnog razvoja kabelaških tehnologija za širokopojasnu komunikaciju da bi ostale učinkovite i zadovoljavajuće i u budućnosti. Europska komisija je polovinom 2002. godine izdala Mandat 313 i inicirala izradu harmoniziranih normi za emisiju i otpornost kabelaških telekomunikacijskih mreža općenito. Kao prvi korak rada po tom mandatu, zajednička radna grupa ETSI-a i CENELEC-a započela je rad na izradi općenite norme za emisiju kabelaških telekomunikacijskih mreža i općenite norme za otpornost na smetnje. Zahtjevi iz harmoniziranih normi koje će biti izrađene po Mandatu 313 trebaju biti usklađeni sa zahtjevima postojećih normi za EMC proizvoda, tj. ne smije se doći u situaciju da se uređajima koji zadovoljavaju harmonizirane norme za EMC proizvode ne može ostvariti mreža koja bi zadovoljila zahtjeve iz harmonizirane norme za EMC mreže. Svrha Mandata 313 je osigurati jedinstveni europski pristup reguliranju EMC-a za kabelaške mreže korištene za širokopojasnu komunikaciju.

Uz nedostatak normizacije EMC-a cjelokupnog PLC-sustava, za normizaciju širokopojasnog PLC-a je problem i to što postojeće norme za EMC uređaje nisu u potpunosti primjenjive na PLC-uređaje. Međunarodna norma za emisiju uređaja informatičke tehnologije u koje spadaju i uređaji za PLC, CISPR 22, , doručuje se vezano uz mjerenje vođene emisije u frekvencijskom području koje upotrebljava širokopojasni PLC. Na europskoj razini je u tijeku izrada normi za emisiju i otpornost na smetnje PLC-uređaja i PLC-sustava niskonaponskog PLC-a.

Ukupno gledano, u ETSI-jevom i CENELEC-ovom radu na normizaciji PLC-a od 2000. godine do polovine 2002. godine nije postignut značajniji rezultat i može se reći da se nije odvijao prema planu. Međutim, od polovice 2002. godine Europska komisija poduzela je mjere da se rad ubrza. ETSI-u i CENELEC-u dodijeljen je mandat za izradu harmonizirane norme za kabelaške mreže korištene za širokopojasnu komunikaciju. Uz to, ETSI je formirao i dodatnu Grupu za specijalistički zadatak broj 222 kako bi se, zbog hitnosti, olakšao i ubrzao rad na normizaciji PLC-a.

Razvoj normi u suštini nastoji postići konsenzus svih zainteresiranih strana. Svaka strana usredotočuje se na određeni vid problema i nastoji utjecati na razvoj norme u određenom smjeru. Kod normizacije PLC-a važno je da se problem PLC-a pažljivo razmotri i što šire sagleda, da normizacija rezultira praktičnim i upotrebljivim normama, te da se pri izradi normizacije za PLC postigne konsenzus svih zainteresiranih strana. ETSI i CENELEC već su odredili razdvajanje frekvencijskog spektra na dio za pristupni PLC i dio za kućni PLC. Definiran je referentni model i sva sučelja i osnovni vidovi osiguravanja kakvoće usluga u kućnim PLC mrežama, što predstavlja podlogu za daljnji rad. S obzirom na preuzet mandat, kao i rad Grupe za specijalistički zadatak broj 222, za očekivati je da će u 2003. godini rezultati rada na normizaciji PLC-a biti daleko značajniji.

Namjera ovog članka bila je dati pregled različitih normizacijskih organizacija koje pridonose izradi međunarodnog normativnog okruženja za PLC i dosadašnjih dostignuća u njihovom radu. Međutim, prikazani rad normizacijskih organizacija ne odnosi se samo na PLC, već i na sve ostale kabelaške sustave koji će se upotrebljavati za širokopojasne komunikacije. Potreba za takvim sustavima nije ni danas upitna, a u budućnosti predstavlja imperativ razvoja elektroničkog poslovanja i gospodarstva, kao i zabave za široke mase. U tom svjetlu prikazani rad normizacijskih organizacija predstavlja značajan doprinos dobrobiti našeg društva.

7. KRATICE

CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations	Europska konferencija poštanskih i telekomunikacijskih administracija
DVD-RW	Digital Video Disc – ReWritable	digitalni video disk s mogućnošću ponovnog upisivanja
EBU	European Broadcasting Union	Europska udruga radiotelevizijskog emitiranja
ECC	Electronic Communications Committee	Odbor za elektroničke komunikacije
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetska uskladenost
EMI	Electromagnetic Interference	elektromagnetska interferencija
EN	European Standard	europska norma
EP	ETSI Project	ETSI-ev projekt
ERM	EMC and Radio Spectrum Matters	Elektromagnetska kompatibilnost i pitanja radijskog spektra
ES	ETSI Standard	ETSI-eva norma
ETC	European Telecommunications Committee	Europski telekomunikacijski odbor

HF	High Frequency	dio frekventijskog spektra od 3 MHz do 30 MHz
IARU	International Amateur Radio Union	Međunarodna udruga radioamatera
IPCF	International Powerline Communications Forum	Međunarodni forum za PLC
LCL	Longitudinal Conducted Losses	uzdužni vođeni gubici
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	vrsta modulacije
PLC	PowerLine Communications	komuniciranje elektroenergetskim vodima
PLCforum	PowerLine Communications Forum	Forum za PLC
PLT	Powerline telecommunications	telekomunikacije putem elektroenergetskih vodova
PTF	Powerline Telecommunications Forum	Forum za telekomunikacije putem elektroenergetskih vodova
PSD	Power Spectrum Density	maska za spektralnu gustoću snage
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	vrsta modulacije
R&TTE Directive	Radio Equipment and Telecommunications Terminal Equipment Directive	Smjernica o radijskim uređajima i krajnjim telekomunikacijskim uređajima
SRD	System Reference Document	Referentni dokument o sustavu
TC	Technical Committee	tehnički odbor
TR	Technical Report	tehničko izvješće
TS	Technical Specification	tehnička specifikacija
VF		visokofrekvencijske
VN		visokonaponski
TS	Technical Specification	tehnička specifikacija

8. POJMOVI

access network – telekomunikacijska pristupna mreža

access PLC – pristupni PLC

Administration – administracija, uprava

basic norms – osnovne norme

broadcasting – radiotelevizijsko odašiljanje

coexistence – mogućnost istodobnog rada

conducted emission – vođena emisija

directive – smjernica

e-commerce – elektroničko poslovanje

Electromagnetic Compatibility – elektromagnetska usklađenost

emergency services – žurne službe

emmission – emisija

essential requirement – suštinski zahtjevi

frequency band – frekventijsko područje

generic norms – općenite norme

harmonized standards – harmonizirane norme

High Definition television – televizija visoke kvalitete

home automation – automatizacija kućanstva

immunity – otpornost na smetnje

in-house PLC – kućni PLC

interference – interferencija

interoperability – mogućnost međusobnog rada

Longitudinal Conducted Losses – uzdužni vođeni gubici

power utility – elektroprivredna organizacije

powerline – elektroenergetski vod

radiated emission – zračena emisija

radio service – radijska služba

safety services – službe sigurnosti

LITERATURA

- [1] "Council Directive 89/336/EEC of 3 May 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility, Official Journal L 139, 23/05/1989
- [2] IEEE 643:1980 "IEEE Guide for Power-Line Carrier Applications"
- [3] IEEE P643 "Guide for Power Line Carrier Applications"
- [4] CENELEC EN 50065-1:1991 "Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances"
- [5] IEC 61000-3-8 "Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 8: Signalling on low-voltage electrical installations – Emission levels, frequency bands and electromagnetic disturbance levels", 1997
- [6] IEC 61334-3-1 "Distribution automation using distribution line carrier systems – Part 3: Mains signalling requirements – Section 1: Frequency bands and output levels", 1998
- [7] CISPR 22:1997, 3rd ed., "Information Technology Equipment – Radio Disturbance Characteristics – Limits and Methods of Measurement", IEC, CISPR, Geneva, November 1997
- [8] CENELEC EN55022: 1998, "Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement"
- [9] CISPR 22 Amd.2 f9, Amendment to CISPR 22: Clarification of its application to telecommunication system on the method of disturbance measurement at ports used for PLC (Power Line Communication)
- [10] REPORT OF ADVISORY GROUP 2 on "Co-ordination of standardisation activities", CIGRE Study Committee 36, Paris, August 2002
- [11] "Report on Digital Power Line Carrier", Working Group 35.09, Cigré Reference number 164, Paris, 2000

- [12] "Directive 1999/5/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity", Official Journal L 091, 07/04/1999 p.p. 0010 – 0028
- [13] Terms of Reference for ETSI Project Powerline Telecommunications (PLT)
http://portal.etsi.org/plt/PLT_tor.asp
- [14] ETSI TS 101 867 Ver.1.1.1, "Powerline Telecommunications (PLT); Coexistence of Access and In-House Powerline Systems", November 2000
- [15] CENELEC prES 59013: Powerline Telecommunications (PLT) – Coexistence of Access/In-house Systems - PLT Phase 1, April 2001
- [16] Draft summary minutes, decisions and actions from 32nd ETSI Board Meeting, Sophia Antipolis, 25-26 April 2001
- [17] ETSI TS 101 896 Ver.1.1.1, "Powerline Telecommunications (PLT); Reference Network Architecture Model; PLT Phase 1", February 2001
- [18] ETSI TR 102 049 Ver.1.1.1, "PowerLine Telecommunications (PLT); Quality of Service (QoS) requirements for in-house systems", May 2002
- [19] ETSI PLT: "Terms of Reference for Specialist Task Force 222 V1.5 (MB), EP PLT to undertake a European-wide measurement and analysis review to ensure correct representation of the situation in member states with respect to PLT standards and to ensure coexistence between PLT systems from different vendors", September 2002,
portal.etsi.org/stfs/ToR/ToR222v15:PLT.doc
- [20] ETSI EN 300 386 "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM); Telecommunication network equipment; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements 2001-09-11
- [21] Mandate 313 EN: "Standardisation Mandate addressed to CEN, CENELEC and ETSI concerning Electromagnetic Compatibility (EMC) – Telecommunications Networks", European Commission, Brussels, 7 August 2001, www.etsi.org/public-interest/mandate/M313.pdf
- [22] Status report on the follow-up of EC mandate M/313 of telecom networks, CENELEC, June 2002
- [23] CENELEC EN 50065-1:2001 "Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances"
- [24] CENELEC prEN50XXX: "Emission requirements for apparatus and systems, intended for power line communication in low voltage installations, in the frequency range 1,6 MHz to 30 MHz"
- [25] CENELEC prEN50XXX: "Immunity requirements for apparatus and systems, intended for power line communication in low voltage installations, in the frequency range 1,6 MHz to 30 MHz"
- [26] CENELEC prCLC/TR 50XXX: "Guide to standards intended for power line communication in low voltage installations, in the frequency range 1,6 MHz to 30 MHz – Introductory document"
- [27] CENELEC EN 55024: 1998, "Information technology equipment – Immunity characteristics – Limits and methods of measurement"
- [28] CENELEC EN 50083-8, "Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 8: electromagnetic compatibility for networks", 2002-05-24
- [29] "Articles of Association of the PLCforum Association" (<http://palas.regiocom.net/public/upload/Sharf/D5.pdf>)
- [30] HomePlug Introduces the Industry's First High-speed Powerline Home Networking Specification, San Ramon, California, June 26, 2001, www.homeplug.org/news/press062601.html
- [31] S. Gardner, B. Markwalker, and L. Youge, "HomePlug Standard Brings Networking to the Home", Comms-design, January, 2001
- [32] HomePlug Powerline Alliance demonstrates HomePlug-certified products at CONNECTIONS 2002, San Ramon, California, May 14, 2002, www.homeplug.org/news/press051402.html
- [33] HomePlug Powerline Alliance Unveils Plans For Next Generation Specification, San Ramon, California, October 24, 2002,
www.homeplug.org/news/press102402.html

REVIEW ON NORMISATION AND REGULATION CONCERNING COMMUNICATION THROUGH ELECTRIC POWER LINES, PLC PART I: PLC NORMISATION

The paper gives a review on normisation system for communication through electric power lines, from the first short-range PLC systems known under the name VF connections by VN lines, to today's current wide-range access PLC systems that enable access PLC services and energy PLC services, as well as wide-range PLC systems for communication among information and other electric and electronic appliances in a building.

DARSTELLUNG DES ZUSTANDES VON NORMATIVE UND REGULATIVE BETREFFEND DIE VERSTÄNDIGUNG MITTELS STARKSTROMLEITUNGEN; PLC (LEISTUNGSLEITENDE-FERNMELDETRÄGER) 1. TEIL: DIE NORMIERUNG

Eine Normierungsübersicht des Verständigungssystems mittels energietragender Leitungen wird dargestellt: angefangen mit den seinerzeitigen Schmalbandträgern, bei uns bekannt als Hochfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen, bis auf die heutigen dem allgemeinen Zutritt und der Energieübertragung, sowie der Hausverbindung informatischer und anderer elektrischer und elektronischer Einrichtungen dienenden Breitbandssysteme.

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:
2003 – 01 – 13.

PREOBLIKOVANJE ENERGETSKOG INSTITUTA »HRVOJE POŽAR« U USTANOVU

Vlada Republike Hrvatske na sjednici od 27. ožujka donijela je Uredbu o preoblikovanju energetske instituta »HRVOJE POŽAR« u ustanovu. Ova Uredba objavljena je u Narodnim novinama broj 52 od 1. travnja 2003. godine.

Prema članku 2. Uredbe ustanova posluje pod nazivom Energetski institut »Hrvoje Požar«. Sjedište ustanove Energetskog instituta »Hrvoje Požar« je u Zagrebu, Savska cesta 163.

U članku 3. je utvrđena djelatnost ustanove koja obuhvaća:

- obavljanje znanstvenih i stručnih poslova u području energetike za potrebe tijela Republike Hrvatske, tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, Vijeća za regulaciju energetske djelatnosti, te pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti u području energetike
- obavljanje poslova provedbe i promocije energetske politike, osobito korištenja obnovljivih izvora energije i učinkovitog korištenja energije
- izdavanja publikacija
- održavanja savjetovanja, seminara, stručnih radionica i drugih oblika edukacije u području energetike.

Prema članku 4. voditelj ustanove je ravnatelj kojeg imenuje i razrješava Upravno vijeće, na prijedlog Ministarstva gospodarstva.

Ustanovom Energetskog instituta »Hrvoje Požar«, prema članku 5., upravlja Upravno vijeće kojeg čini pet članova koje imenuje i razrješava Vlada Republike Hrvatske.

U članku 6. utvrđeno je da ima znanstveno vijeće, kao kolegijalni stručni organ, a može imati i druge stručne, savjetodavne i nadzorne organe, čiji se sastav i poslovi određuju Statutom.

Imovinu ustanove Energetskog instituta »Hrvoje Požar«, prema članku 8., čini imovina (nekretnine, pokretnine i druga sredstva) koja je na dan upisa ustanove u sudski registar u vlasništvu trgovačkog društva Energetski institut »Hrvoje Požar« d.o.o. Sredstva za rad ostvaruju se iz naknade za obavljanje djelatnosti.

Prema članku 9. ustanova Energetski institut »Hrvoje Požar« svoju djelatnost neće obavljati radi stjecanja dobiti, pa će se dobit ostvarena poslovanjem Ustanove upotrijebiti za obavljanje i razvoj njene djelatnosti.

U članku 10. utvrđeno je da ustanova Energetski institut »Hrvoje Požar« odgovara za obveze cijelom svojom imovinom, a osnivač Ustanove Republika Hrvatska za njene obveze odgovara solidarno i neograničeno.

Gubici Ustanove pokrit će se prvenstveno iz sredstava Ustanove.

SBK

ENERGETSKA BILANCA

Ministarstvo gospodarstva donijelo je **Pravilnik o energetske bilanci** koji je objavljen u Narodnim novinama broj 33 od 5. ožujka 2003. godine.

Ovim Pravilnikom propisuje se sadržaj i način dostave podataka koje su između ostalih i energetske subjekti dužni dostavljati Ministarstvu gospodarstva nadležnom za energetiku radi utvrđivanja prijedloga energetske bilance.

Prema članku 3. Pravilnika godišnja energetska bilanca obuhvaća analizu iskorištavanja primarnih oblika energije, energetske transformacije, uporabe transformiranih oblika, uvoza i izvoza primarnih i transformiranih oblika energije te uporabe pojedinih oblika energije za opskrbu neposrednih kupaca energije.

Godišnja energetska bilanca izrađuje se u tri faze:

1. Prikupljanje podataka i izrada predviđene energetske bilance za sljedeću godinu
2. Mjesečno praćenje ostvarenja karakterističnih veličina iz predviđene energetske bilance
3. Izrada konačne ostvarene energetske bilance po završetku kalendarske godine.

U drugom dijelu Pravilnika definira se prikupljanje podataka:

- za izradu prognoze bilance te
- za izradu ostvarene godišnje energetske bilance.

Također se utvrđuje i način i rokovi dostave podataka.

Prema članku 4. za organizaciju i koordinaciju prikupljanja podataka odgovorno je Ministarstvo gospodarstva.

U člancima 5., 6. i 7. utvrđeni su rokovi i oblik dostave podataka.

U prilogu 1. ovog Pravilnika utvrđena je metodologija, organizacija i dinamika izrade te sadržaj predviđene energetske bilance.

Aktivnosti na izradi godišnje energetske bilance mogu se podijeliti u tri temeljne faze:

- prikupljanje podataka i izrada predviđene energetske bilance za sljedeću godinu
- mjesečno praćenje ostvarenja karakterističnih veličina iz predviđene energetske bilance
- izrada konačne ostvarene energetske bilance po završetku kalendarske godine.

U izradi energetske bilance sudjeluje više subjekata – državne institucije, energetske subjekti i Energetski institut »Hrvoje Požar«. Njihov međusobni odnos prikazan je grafički na slici 1.

Kao što se iz slike 1. vidi Ministarstvo gospodarstva ima središnje mjesto u organizaciji prikupljanja podataka potrebnih za izradu predviđene energetske bilance za sljedeću godinu.

1. Aktivnosti na prikupljanju podataka trebale bi započeti 1. rujna svake godine i tijekom dva sljedeća mjeseca do 1. studenog prikupile bi se osnovne planske veličine.
2. Na temelju tih planskih veličina će se u Energetskom institutu »Hrvoje Požar« do 1. prosinca izraditi prva verzija energetske bilance za sljedeću godinu.
3. Tijekom prosinca osnovna verzija predviđene energetske bilance dodatnim će se usklađivanjima, analizama i provjerama potpuno završiti i dovesti u oblik pogodan za usvajanje.

Prognoza energetske bilance prikazat će se u obliku četiri osnovne tablice:

- ukupno potrebna energija,
- energija za energetske transformacije,
- proizvodnja transformiranih oblika energije,
- struktura potrošnje energije.



Slika 1 – Grafički prikaz međusobnih odnosa subjekata u izradi energetske bilance

Da bi se predviđena energetska bilanca i spomenute karakteristične veličine mogle izraditi i pratiti na opisani način, obveza je energetskih subjekata da Ministarstvu gospodarstva dostave planske i ostvarene veličine u odgovarajućem roku.

Pri tome planske veličine za sljedeću godinu treba dostaviti najkasnije do 1. studenog, a ostvarene mjesečne veličine najkasnije do 20. dana u sljedećem mjesecu.

Energetski subjekti koji se bave djelatnostima vezanim za električnu ili toplinsku energiju moraju za izradu energetske bilance osigurati sljedeće planske i ostvarene veličine razrađene mjesečno:

- plan i ostvarenje proizvodnje električne energije na generatoru u svakoj termoelektrani, hidroelektrani i dizelskoj elektrani,
- plan i ostvarenje proizvodnje električne energije na pragu u svakoj termoelektrani, hidroelektrani i dizelskoj elektrani,
- plan i ostvarenje uvoza i izvoza električne energije. Ostvarenje uvoza i izvoza treba tako razraditi da se vide količine uvoza, odnosno količine izvoza po državama,
- plan i ostvarenje ukupne potrošnje električne energije, plan i ostvarenje gubitaka prijenosa električne energije, plan i ostvarenje potrošnje izravnih i distributivnih kupaca i plan i ostvarenje gubitaka u distribuciji,
- za svaku termoelektoranu i dizelsku elektoranu plan i ostvarenje potrošnje goriva, plan i ostvarenje nabave goriva, stanje zaliha na početku godine te plan i ostvarenje punjenja i pražnjenja zaliha,
- za postrojenja koja proizvode toplinsku energiju (TE-TO Zagreb, EL-TO Zagreb i TE-TO Osijek) posebno treba prikazati gorivo za električnu energiju, a posebno gorivo za toplinsku energiju,
- za TE-TO Zagreb, EL-TO Zagreb i TE-TO Osijek prikazati u energetske jedinici plan i ostvarenje bruto proizvodnje tehnološke pare i ogrjevne topline, plan i ostvarenje vlastite potrošnje tehnološke pare i ogrjevne topline, odnosno plan i ostvarenje neto proizvodnje tehnološke pare i ogrjevne topline,

- plan i ostvarenje gubitaka u distributivnoj mreži tehnološke pare i ogrjevne topline u Zagrebu i u Osijeku,
- ostvarenje dotoka u pojedine akumulacije, odnosno dotok na mjerodavnom profilu za svaku hidroelektranu,
- plan i ostvareno stanje u pojedinim akumulacijskim bazenima,
- najmanje i najveće opterećenje sustava.

Prema ovom Pravilniku organizaciju prikupljanja podataka provodi Ministarstvo gospodarstva, dok će Energetski institut »Hrvoje Požar« podatke prikupljati, pohranjivati, analizirati, izraditi energetske bilance, i izraditi prikaze plana i ostvarenja karakterističnih veličina iz predviđene energetske bilance.

Ostvarena godišnja energetska bilanca izrađuje se u detaljnijem obliku u odnosu na plan godišnje energetske bilance pa su za njezinu izradu potrebni još i dodatni podaci. Ovisno o potrebama i razvoju tržišta energijom, razvoju statističkih istraživanja i raspoloživosti određenih podataka, svake će se godine procijeniti koji dodatni podaci su potrebni za izradu godišnje energetske bilance.

Dodatni podaci potrebni za izradu ostvarene godišnje energetske bilance prikupit će se između ostalih i od subjekata:

- Državnog zavoda za statistiku
- energetskih subjekata koji obavljaju distribuciju plina
- energetskih subjekata s područja električne energije
- energetskih subjekata s područja toplinske energije
- velikih javnih kotlovnica.

Energetski subjekti za prijenos i distribuciju električne energije moraju dostaviti i podatke o prodaji električne energije na 110 kV, 35 kV, 10 kV i 0,4 kV i to kućanstvima, I. tarifnoj grupi, II. tarifnoj grupi i javnoj rasvjeti, odnosno o prodaji električne energije pojedinim grupama kupaca sukladno važećem tarifnom sustavu.

Na temelju ostvarene energetske bilance u Institutu će se za potrebe Ministarstva gospodarstva izraditi godišnji energetski pregled »Energija u Hrvatskoj«. Taj pregled će osim zadnje godine obuhvatiti i prethodno razdoblje, a Energetski

institut »Hrvoje Požar« obvezuje se da potpuno završi i publicira godišnji energetska pregled najkasnije do kraja godine. Godišnji energetska pregled publicirat će se dvojezično – na hrvatskom i engleskom jeziku.

SBK

ODLUKA O PROGLAŠENJU ZAKONA O IZMJENI ZAKONA O GRADNJI

Zakon o gradnji objavljen je u Narodnim novinama broj 55 od 26. svibnja 1999. godine. Od tada do danas uslijedile su izmjene i dopune objavljene u Narodnim novinama broj 75 od 16. srpnja 1999., broj 117 od 24. prosinca 2001. godine te ove zadnje izmjene objavljene u Narodnim novinama broj 47 od 25. ožujka 2003. godine

Prema ovoj izmjeni Ministarstvo ne izdaje više građevnu dozvolu za građevine iz grupe prometa i veza koje se odnose na međunarodne granične prijelaze.

SBK

IZMJENA ODLUKE O OSNIVANJU NACIONALNOG VIJEĆA ZA ZAŠTITU NA RADU

Odluka o izmjenama Odluke o osnivanju Nacionalnog vijeća za zaštitu na radu, koju je donijela Vlada objavljena je u Narodnim novinama broj 47 od 25. ožujka 2003. godine. Izmjena se odnosi na Odluku objavljenu u Narodnim novinama broj 99 od 6. listopada 2000. godine.

Prema zadnjoj izmjeni Nacionalno vijeće ima predsjednika i deset članova, a čine ga predstavnici države (2), poslodavaca (2), radnika (2) i istaknutih stručnjaka zaštite na radu (5). Predsjednik i članovi Nacionalnog vijeća imenuju se na četiri godine i mogu biti ponovno imenovani.

U Nacionalno vijeće se imenuju:

a) za predsjednika:

– prof. dr. sc. Jadranka Mustajbegović, Škola narodnog zdravlja "Andrija Štampar".

b) za članove:

- Fran Marović, Ministarstvo rada i socijalne skrbi
- Nenad Puljić, Državni inspektorat Republike Hrvatske
- Hrvoje Jukić, Hrvatska udruga poslodavaca
- Krešimir Telebec, Hrvatska udruga poslodavaca
- Silvano Hrelja, Savez samostalnih sindikata Hrvatske
- Branko Peran, Hrvatska udruga sindikata
- dr. sc. Nenad Kacijan, Visoka škola za sigurnost na radu s pravom javnosti
- Pave Jukić, Udruga za promicanje zaštite ljudi u radnoj i životnoj okolini
- mr. sc. Slavenka Majski Cesarec, Hrvatsko društvo za medicinu rada Hrvatskog liječničkog zbora
- Boris Čavrak, INA – Rafinerija Sisak.

Administrativne poslove za Nacionalno vijeće obavljat će Ministarstvo rada i socijalne skrbi – Zavod za zaštitu na radu.

SBK

PRAVILNIK O RAZVRSTAVANJU POSLOVNIH SUBJEKATA PREMA NKD

Ravnatelj Državnog zavoda za statistiku donio je Pravilnik o razvrstavanju poslovnih subjekata prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti – NKD 2002, koji je objavljen u Narodnim

novinama broj 52 od 1. travnja 2003. godine. Stupanjem na snagu ovog pravilnika prestaje primjena Pravilnika o razvrstavanju poslovnih subjekata prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti (Narodne novine broj 22/95).

Ovim Pravilnikom propisuje se sadržaj i način podnošenja prijave za razvrstavanje pravnih osoba, tijela državne vlasti i tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave (poslovni subjekti), postupak razvrstavanja prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti – NKD 2002, sadržaj i način izdavanja obavijesti o razvrstavanju, način određivanja matičnog broja te sadržaj, oblik i način vođenja Registra poslovnih subjekata razvrstanih po djelatnostima prema NKD-u 2002.

Obrasci prijave za razvrstavanje poslovnih subjekata s odgovarajućim sadržajem i NKD 2002 s objašnjenjima otisnani su uz ovaj Pravilnik i čine njegov sastavni dio.

Za prijavu su propisani obrasci RPS-1 i RPS-2 (za dijelove poslovnog subjekta) koji se dostavljaju Državnom zavodu za statistiku.

Državni zavod za statistiku razvrstava poslovni subjekt prema djelatnosti koju pretežito obavlja (glavna djelatnost). Poslovni subjekti razvrstavaju se prema NKD-u 2002 tako da se utvrđuje podrazred glavne djelatnosti.

Djelatnost dijelova poslovnog subjekta utvrđuje se neovisno o djelatnosti poslovnog subjekta u čijem su sastavu.

Državni zavod za statistiku izdaje poslovnom subjektu obavijest o razvrstavanju poslovnog subjekta koja sadrži: naziv odnosno tvrtku poslovnog subjekta, sjedište i adresu poslovnog subjekta, brojčanu oznaku pravno-ustrojbenog oblika, brojčanu oznaku i naziv podrazreda djelatnosti NKD-a 2002, matični broj poslovnog subjekta, obrazloženje i uputu o pravnom lijeku.

Obavijest o razvrstavanju dijelova poslovnog subjekta sadrži: naziv odnosno tvrtku dijela, sjedište i adresu dijela i brojčanu oznaku podrazreda djelatnosti NKD-a 2002.

Državni zavod za statistiku svakom poslovnom subjektu određuje sedmeroznamenasti matični broj postupkom dodjele kontrolnog broja po modulu 11, a dijelu poslovnog subjekta određuje se i četveroznamenasti redni broj uz matični broj.

Matični je broj stalna oznaka svakog poslovnog subjekta.

Matični se broj rabi u svim statističkim istraživanjima i obvezatan je pri razmjeni podataka sa sudovima, tijelima državne vlasti, jedinicama lokalne i područne (regionalne) samouprave i pravnim osobama koje imaju javne ovlasti.

Poslovni subjekti i njihovi dijelovi razvrstani po djelatnostima prema NKD-u 2002 upisuju se u Registar poslovnih subjekata koji vodi Državni zavod za statistiku.

Registar sadrži podatke s obrazaca RPS-1 i RPS-2 i dokumentaciju koja je uz njih priložena.

Registar se sastoji od jedinstvene baze podataka i kartoteke.

Jedinstvena baza podataka vodi se na računalu za svaki poslovni subjekt i njegove dijelove. U bazi podataka vode se i obilježja potrebna za statističke obrade.

Kartoteka registra sastoji se od dosjea poslovnih subjekata. Dosje svakog poslovnog subjekta sadrži sve zaprimljene prijave za razvrstavanje i svu dokumentaciju u svezi s prijavama i promjenama poslovnog subjekta i njegovih dijelova.

Uz Pravilnik priložena je i Nacionalna klasifikacija djelatnosti – NKD 2002 s objašnjenjima. Nastavno se prikazuje dio klasifikacije koji se odnosi na područje E Opskrba električnom energijom, plinom i vodom:

E Opskrba električnom energijom, plinom i vodom

Ovo područje pokriva djelatnosti osiguravanja električne struje, prirodnog plina, opskrbe pare i opskrbe vode kroz stalnu infrastrukturu linija, vodova i cijevi. Veličina mreže nije mjerodavna; također uključuje opskrbu električnom energijom, plinom, parom i vodom i slično u industrijskim parkovima, blokovima ili stanovima.

Proizvodnja, menadžment infrastrukture i opskrbljivanja konačnog korisnika može biti vođena od iste ili različite jedinice. Jedinice koje se bave opskrbom električnom energijom i/ili plina i/ili pare i tople vode trebaju biti razvrstane prema njihovoj glavnoj djelatnosti.

40 opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom

40.1 Proizvodnja i distribucija električne energije

40.11 Proizvodnja električne energije

40.11.0 Proizvodnja električne energije

Ovaj podrazred uključuje:

- djelovanje kapaciteta koji imaju mogućnost proizvodnje električne energije; uključujući termalne, nuklearne, hidroelektrične, parne turbine, dizelske i obnovljive.

40.12 Prijenos električne energije

40.12.0 Prijenos električne energije

Ovaj podrazred uključuje:

- djelovanje sustava za prijenos koji dovode električnu energiju od kapaciteta koji ju proizvode do distributivnih sustava.

40.13 Distribucija i trgovina električnom energijom

40.13.0 Distribucija i trgovina električnom energijom

Ovaj podrazred uključuje:

- djelovanje distributivnih sustava (npr. sastoje se od linija, stupa, brojila, žica) koji dovode električnu energiju koju su primili od kapaciteta koji ju je proizveo ili od sustava za prijenos konačnom potrošaču
- prodaju električne energije korisnicima
- djelatnosti brokera za električnu energiju i agenata koji ugovaraju prodaju električne energije distribucijskim sustavom kojim upravljaju drugi.

40.2 Proizvodnja plina, distribucija plinovitih goriva distribucijskom mrežom

40.21 Proizvodnja plina

40.21.0 Proizvodnja plina

Ovaj podrazred uključuje:

- proizvodnju plina s namjenom opskrbe plinom karbonizacijom ugljena, od nusproizvoda poljoprivrede ili od ostataka
- proizvodnju plinovitih goriva s određenom kaloričnom vrijednosti pročišćavanjem, miješanjem i drugim postupcima od plinova različitih vrsta uključujući prirodni plin.

Ovaj podrazred isključuje:

- djelovanje koksara, vidi 23.10.0
- proizvodnju rafiniranih naftnih proizvoda, vidi 23.20.0
- proizvodnju industrijskih plinova, vidi 24.11.0
- prodaju plinovitih goriva u rinfuzi ili bocama, ili njihovu prodaju u kontejnerima, vidi 51.12.0, 51.51.0, 52.48.6 i 52.6.

40.22 Distribucija i trgovina plinovitim gorivima distribucijskom mrežom

40.22.0 Distribucija i trgovina plinovitim gorivima distribucijskom mrežom

Ovaj podrazred uključuje:

- prijevoz, distribuciju i opskrbu plinovitim gorivima svih vrsta distribucijskom mrežom
- prodaju plina korisniku vodom
- djelatnosti brokera za plin i agenata koji ugovaraju prodaju plina distribucijskim sustavom kojim upravljaju drugi.

Ovaj podrazred isključuje:

- prodaju plinovitih goriva u rinfuzi ili bocama, ili njihovu prodaju u kontejnerima, vidi 51.12.0, 51.51.0, 52.48.6 i 52.6.
- prijevoz plina cjevovodima (a ne vodovima), vidi 60.30.0.

40.3 Opskrba parom i toplom vodom

40.30 Opskrba parom i toplom vodom

40.30.0 Opskrba parom i toplom vodom

Ovaj podrazred uključuje:

- proizvodnju, skupljanje i distribuciju pare i tople vode za grijanje, pogonske i ostale svrhe.

SBK

HE ORLOVAC NAKON 30 GODINA RADA

Hidroelektrana Orlovac nalazi se u selu Rude, sjeveroistočno od Sinja (slika 2). Izgrađena je u sklopu energetskog iskorištenja šireg slijeva 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
- zaštititi kraška polja od plavljenja
- ponore izolirati tako da mogu biti aktivirani kada je potrebno
- u gornjem toku rijeke Cetine izgraditi akumulaciju Peruča, radi vodnog izravnjanja Cetine i korištenja voda u donjem toku, gdje je koncentriran najveći energetski potencijal HE Zakućac.

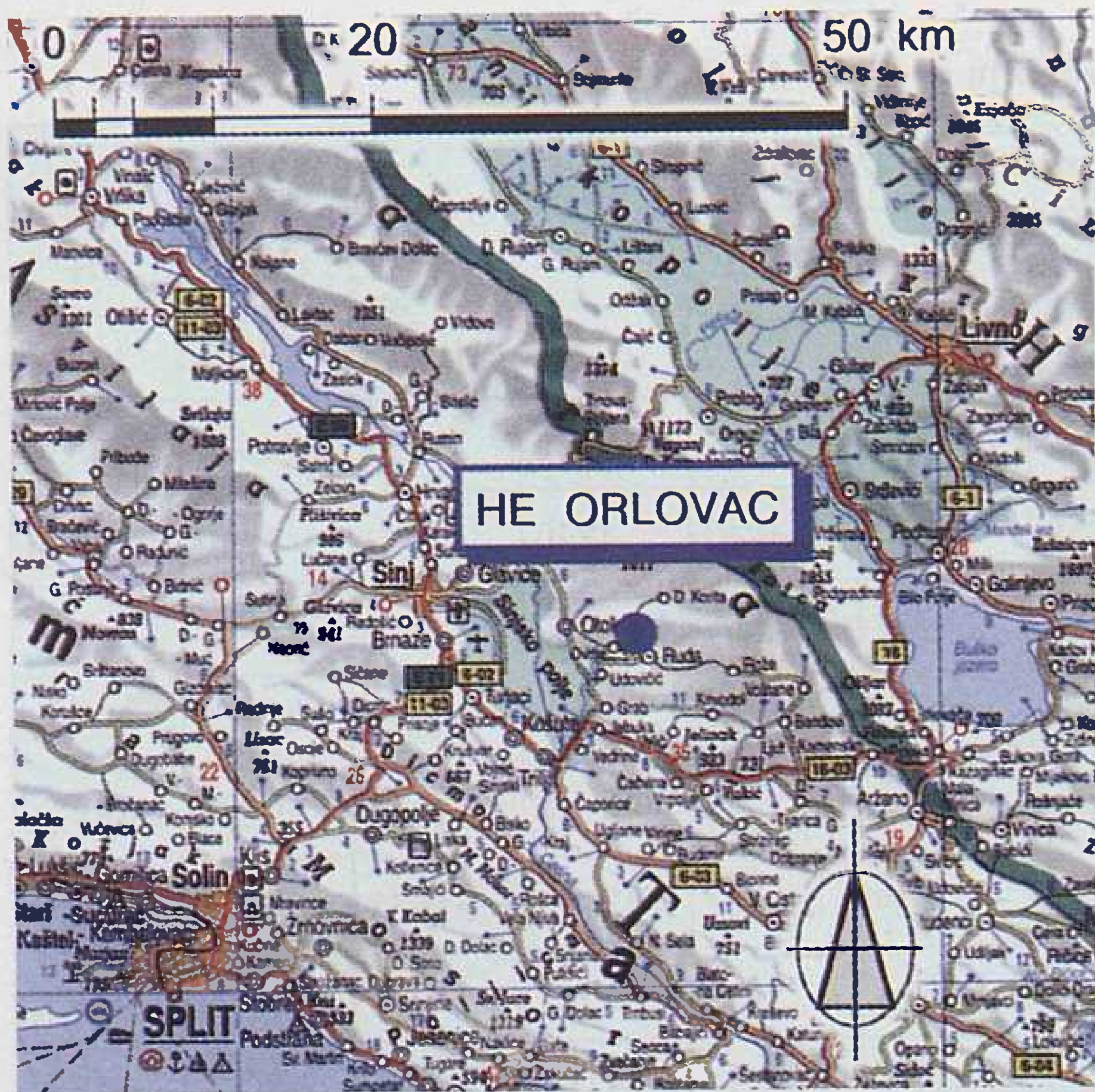
Tako postavljena koncepcija najvećim je dijelom i realizirana, pa se raspoloživi hidroenergetski potencijal koristi oko 85 %.

Zbog energetske vrijednosti akumulacije Buško blato, HE Orlovac (slika 3) najznačajnije je postrojenje u cijelom slijevu Cetine. Akumulacija Buško blato puni se vodom vlastitog slijeva 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 m³/s, prevodi vode iz reverzibilnog kanala u akumulaciju i iz akumulacije u kanal i dalje prema elektrani.

Osnovni podaci o elektrani prikazani su u tablici 1.

Akumulacija Buško blato, maksimalne kote uspora 716,40 m madmorske visine, ima volumen od 8000 m³. Crpna stanica Buško blato smještena je uz branu Podgradina. Pri izboru rada i opreme trebalo je zadovoljiti sljedeće 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.



Slika 2 – HE Orlovac – Situacija



Slika 3 – HE Orlovac

Postavljene uvjete zadovoljavaju tri crpnoturbinska reverzibilna agregata sljedećih karakteristika:

- crpka: $Q_i = 23,3/23,3/8 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 15,6/12,9/3 \text{ m}$
- asinkroni dvobrzinski motorgenerator snage 3,4/1,6 MW.

U crpnoj stanici Buško blato ugrađena su dva trofazna transformatora po 12 MVA, prijenosnog omjera 110/6 kV.

Mjesečna proizvodnja (MWh) HE Orlovac prikazana je u tablici 2., a prosječna mjesečna proizvodnja za razdoblje od 1973. do 2003. godine dijagramom na slici 4.

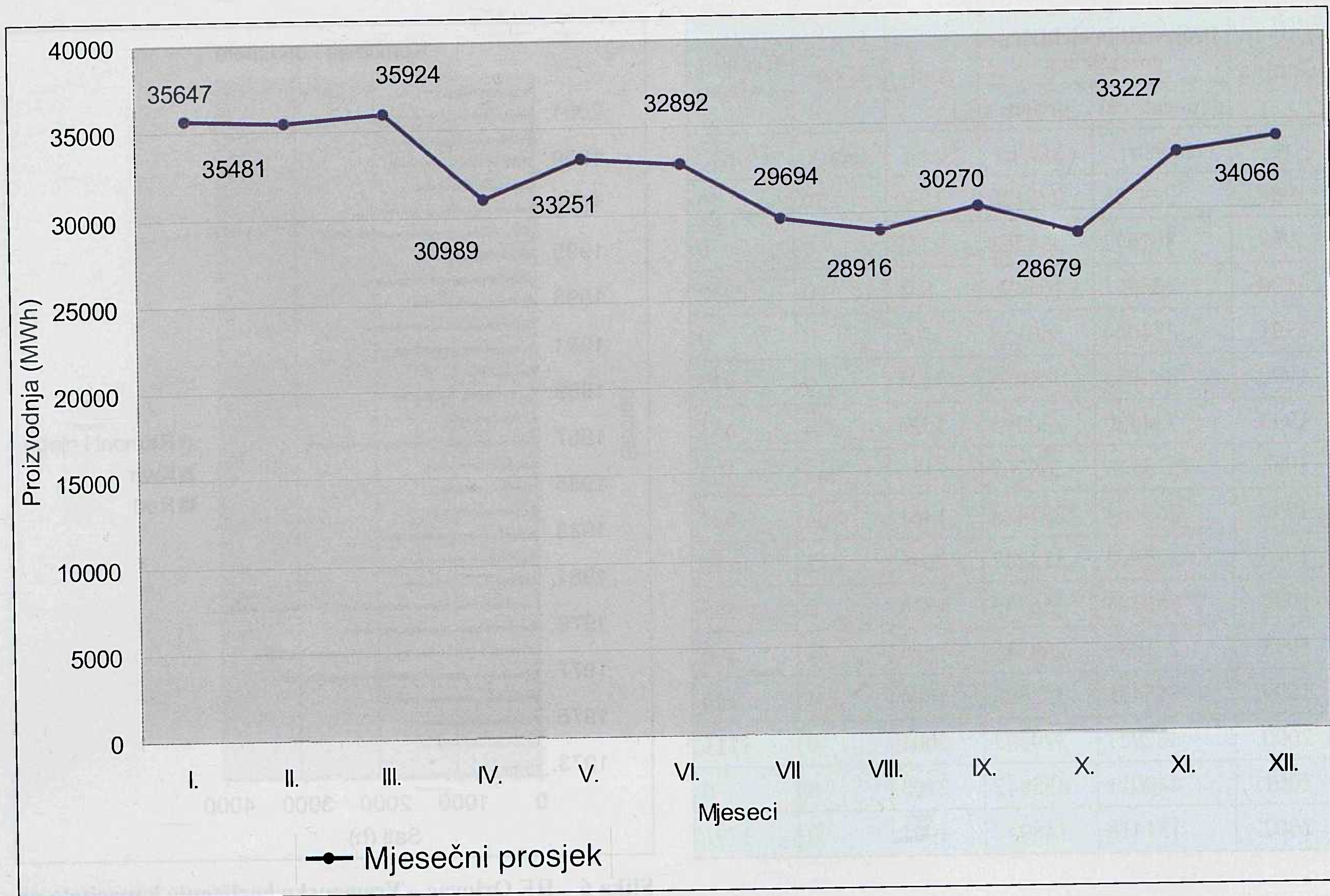
Najveća prosječna mjesečna proizvodnja ostvarena je u mjesecu ožujku u iznosu od 35924 mWh, a najniža u mjesecu listopadu u iznosu od 28679 MWh.

Talica 1 – HE Orlovac – Osnovni podaci

Akumulacija Buško blato			
Uspor	- maksimalni radni	(m.n. m.)	716,40
	- minimalni radni	(m.n. m.)	700,20
Volumen	- maksimalnog uspora	(hm ³)	800
	- minimalnog uspora	(hm ³)	18
	- korisni	(hm ³)	782
Akumulacija Mandak		(hm ³)	3,5
Kompenzacioni bazen Lipa			
Uspor	- maksimalni radni	(m.n. m.)	703,5
	- maksimalni preljevni	(m.n. m.)	704,0
	- minimalni radni	(m.n. m.)	699,5
Volumen	- maksimalnog radnog uspora	(hm ³)	1,60
	- minimalnog radnog uspora	(hm ³)	0,22
	- korisni	(hm ³)	1,38
Energetska vrijednost korisnog volumena akumulacija u odnosu na HE Orlovac			
- Buško blato		(GWh)	750
- Lipa		(GWh)	1,4
- Mandak		(GWh)	3,3
Hidroelektrana			
Bruto pad		(m)	403,7
Konstruktivni pad turbine		(m)	380
Snaga turbine		(MW)	79
Tip i broj		Kom	Francis, 3
Snaga generatora		(MVA)	83
Faktor snage		(cos φ)	0,95
Srednji energetska ekvivalent		(kWh/m ³)	0,94
Instalirana snaga elektrane		(MW)	237
Instalirani protok		(m ³ /s)	70
Brzina vrtnje agregata		(m ⁻¹)	500
Energija			
Maksimalna godišnja		(GWh)	870
Minimalna godišnja		(GWh)	151,4
Prosječna godišnja		(GWh)	352,9

Tablica 2 – HE Orlovac – Prosječna mjesečna proizvodnja u razdoblju od 1973. do 2003.

Mjeseci	Mjesečna proizvodnja (MWh)											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1973.	0	0	770	12331	10277	10278	10279	10280	10281	10282	10283	10284
1974.	48724	27192	36067	65858	10577	16268	3341	32677	5432	32123	29595	46551
1975.	36754	79594	12127	6122	4840	4840	4840	4840	4840	4840	4840	4840
1976.	71174	22385	23552	22559	14467	14467	14467	14467	14467	14467	14467	14467
1977.	46703	87303	66566	58280	56106	68368	16847	48771	69556	39823	47207	58396
1978.	46874	40389	12359	27779	54456	104477	118176	53170	94109	91994	89558	18824
1979.	31637	42777	50876	35505	33058	38495	19429	22031	33867	35655	55361	58396
1980.	102152	99987	99084	100191	90221	148355	57594	5708	3385	11293	46380	51466
1981.	41240	50129	42328	37030	34444	21634	20671	13551	11180	18340	18908	24169
1982.	48666	65102	23469	29101	24387	24412	12953	13119	11912	5525	35002	51594
1983.	17086	36899	55451	19746	54854	4456	43378	45733	46916	13442	14399	16318
1984.	27503	20167	44704	26903	8573	11414	23453	36115	7059	11603	8614	47281
1985.	43856	25286	82869	24764	35382	2204	0	3165	1697	0	26711	56391
1986.	23842	17924	8538	13457	32881	2037	16989	24686	19509	30942	43504	38357
1987.	39665	28055	11571	15231	13027	5716	6227	17094	60825	22247	22180	9526
1988.	8122	17955	20843	25209	21031	10379	23213	23118	14094	18837	30853	16155
1989.	19372	19425	89047	76322	59646	59646	59646	59646	59646	59646	59646	59646
1990.	6632	6400	11720	40158	36500	36500	36500	36500	36500	36500	36500	36500
1991.	30401	26765	28996	36701	28129	28129	28129	28129	28129	28129	28129	28129
1992.	36442	68052	43746	25576	61207	61207	61207	61207	61207	61207	61207	61207
1993.	72551	20930	30657	10963	39454	39454	39454	39454	39454	39454	39454	39454
1994.	63	1092	7321	8664	1129	1129	1129	1129	1129	1129	1129	1129
1995.	42676	22032	10584	9392	5027	5027	5027	5027	5027	5027	5027	5027
1996.	24631	28605	63661	30839	20262	20262	20262	20262	20262	20262	20262	20262
1997.	22153	28789	42880	52021	59036	59036	59036	59036	59036	59036	59036	59036
1998.	13862	19780	38289	14386	12637	12637	12637	12637	12637	12637	12637	12637
1999.	28831	23118	14958	5301	19932	19932	19932	19932	19932	19932	19932	19932
2000.	76526	40787	46052	29090	74664	74664	74664	74664	74664	74664	74664	74664
2001.	11516	49213	36660	51383	73882	73882	73882	73882	73882	73882	73882	73882
2002.	14114	12814	21970	18798	7453	7453	7453	7453	7453	7453	7453	7453
Mjesečni prosjek	35647	35481	35924	30989	33251	32892	29694	28916	30270	28679	33227	34066



Slika 4 – HE Orlovac – Prosječna mjesečna proizvodnja od 1973. do 2003.

Korištenje kapaciteta u HE Orlovac prikazano je u tablici 3. te dijagramima na slikama 5., 6., 7. i 8.

Prikazana je godišnja proizvodnja na generatoru i pragu, godišnji sati rada elektrane, sati stajanja zbog kvara te vrijeme utrošeno na remont i njegu.

Na slici 5. dijagramom je prikazana godišnja proizvodnja električne energije na generatoru i na pragu te radni sati elektrane.

Najveća proizvodnja električne energije u HE Orlovac ostvarena je 1980. godine u iznosu 817 GWh, dok je najniža ostavrena u 2002. godini u iznosu od 151,4 GWh. Treba napomenuti da je te godine zbog remonta i njege u trajanju od 1791 sat elektrana bila van pogona.

Dijagram na slici 6. prikazuje vremensko korištenje kapaciteta elektrane, odnosno sate rada, stajanje zbog kvara te vrijeme utrošeno na remonte i njegu.

U tridesetogodišnjem razdoblju elektrana je radila ukupno 56853 sata, odnosno prosječno godišnje 1895 sati.

Dijagram na slici 7. prikazuje ukupno godišnje stajanje zbog kvara.

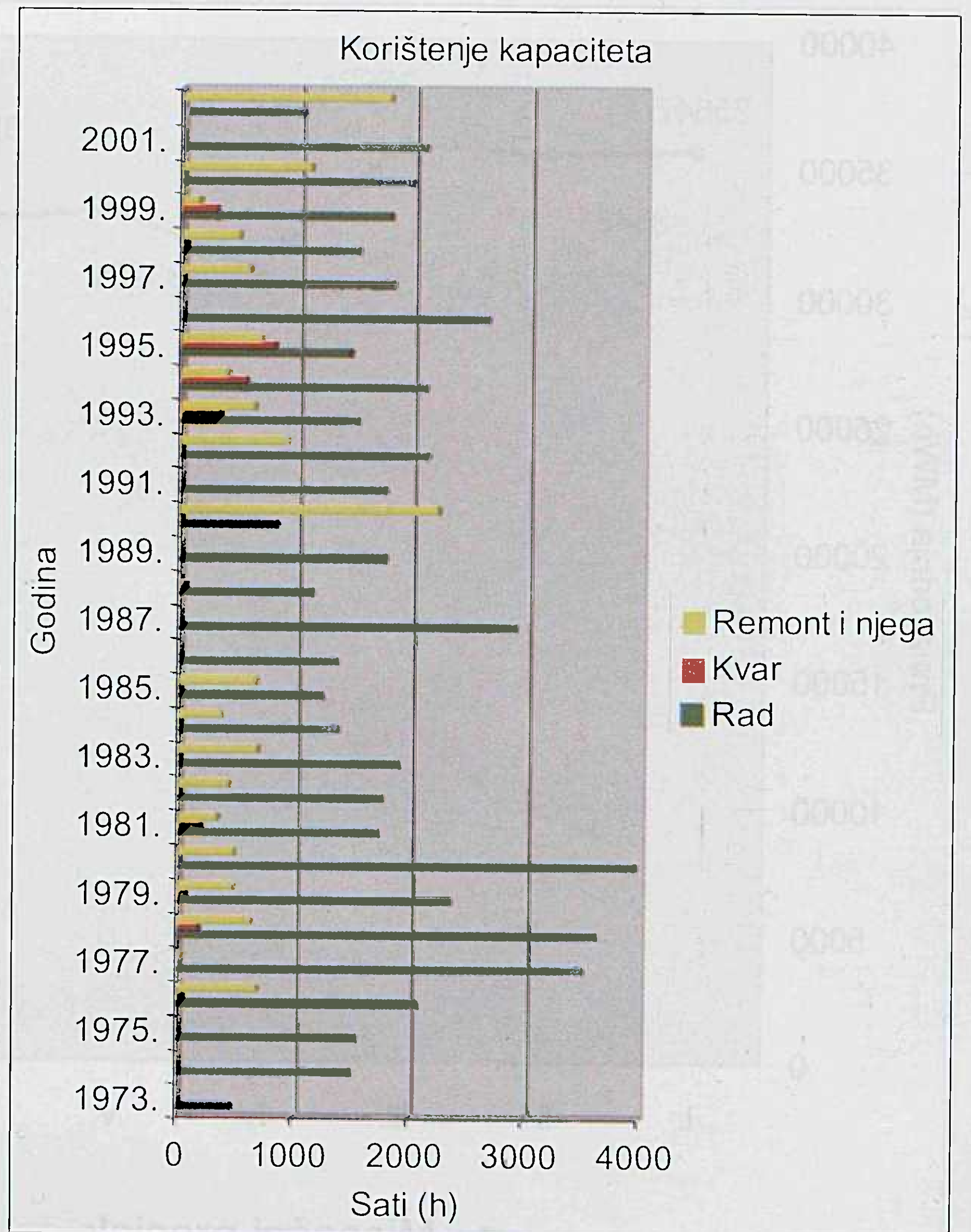
U tridesetogodišnjem razdoblju ukupno stajanje zbog kvara trajalo je 2557 sati. U promatranom razdoblju tijekom 17 godina nije bilo stajanja zbog kvara. U preostalim trinaest godina prosječno godišnje stajanje zbog kvara iznosi 197 sati. Najduži zastoj zbog kvara bio je u 1995. godini u iznosu od 804 sata.

Dijagram na slici 8. prikazuje utrošeno vrijeme na remont i njegu. Kao što je vidljivo najviše vremena je utrošeno u 1990. (2232 sata), 2000. (1111 sati) i 2002. godini (1791 sat).

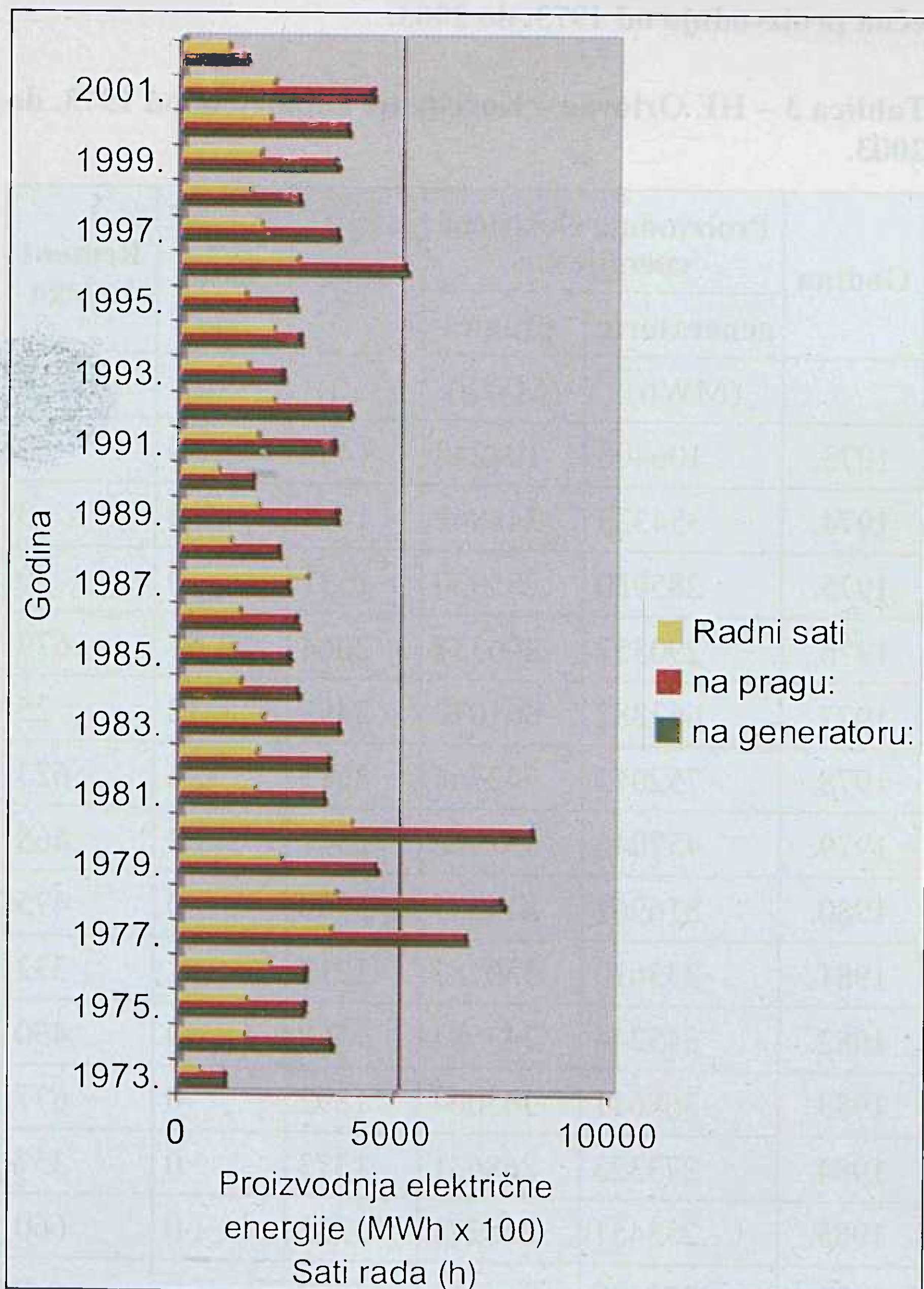
Tablica 3 – HE Orlovac – Korištenje kapaciteta od 1973. do 2003.

Godina	Proizvodnja električne energije na:		Rad (sati)	Kvar (sati)	Remont i njega (sati)
	generatoru: (MWh)	pragu: (MWh)			
1973.	106408	104248	454	0	0
1974.	354323	348842	1485	0	0
1975.	285930	285930	1531	0	0
1976.	290357	290357	2064	31	679
1977.	663882	661072	3492	12	25
1978.	752072	742764	3613	176	623
1979.	457046	451968	2347	63	465
1980.	816961	814185	3950	0	475
1981.	333610	330787	1717	191	332
1982.	345244	343584	1760	10	430
1983.	368641	365064	1892	0	677
1984.	273323	268631	1373	0	357
1985.	253451	248271	1232	0	660
1986.	272438	264514	1352	0	0
1987.	251210	245003	2905	0	0

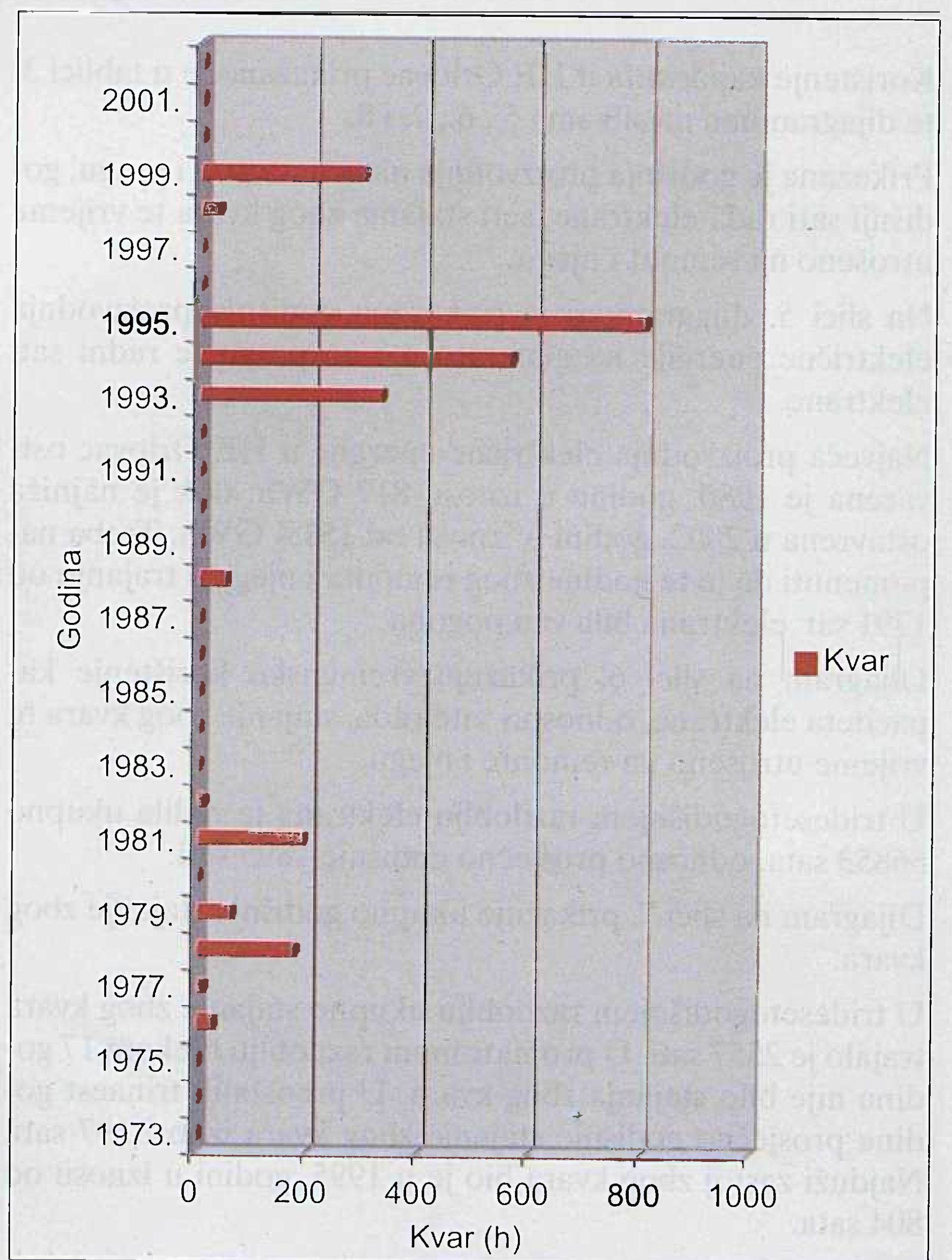
Godina	Proizvodnja električne energije na:		Rad (sati)	Kvar (sati)	Remont i njega (sati)
	generatoru: (MWh)	pragu: (MWh)			
1988.	229726	225120	1140	50	0
1989.	361672	358261	1773	0	0
1990.	165951	164498	831	0	2232
1991.	354064	350158	1765	0	0
1992.	389933	385036	2127	0	917
1993.	234520	230593	1524	328	633
1994.	275145	268767	2116	563	402
1995.	263644	257438	1461	804	689
1996.	522308	513747	2648	1	12
1997.	360705	356745	1816	0	585
1998.	271083	268545	1526	34	490
1999.	358435	352095	1804	294	146
2000.	382921	379582	2001	0	1111
2001.	440011	435942	2103	0	0
2002.	151418	148037	1051	0	1791



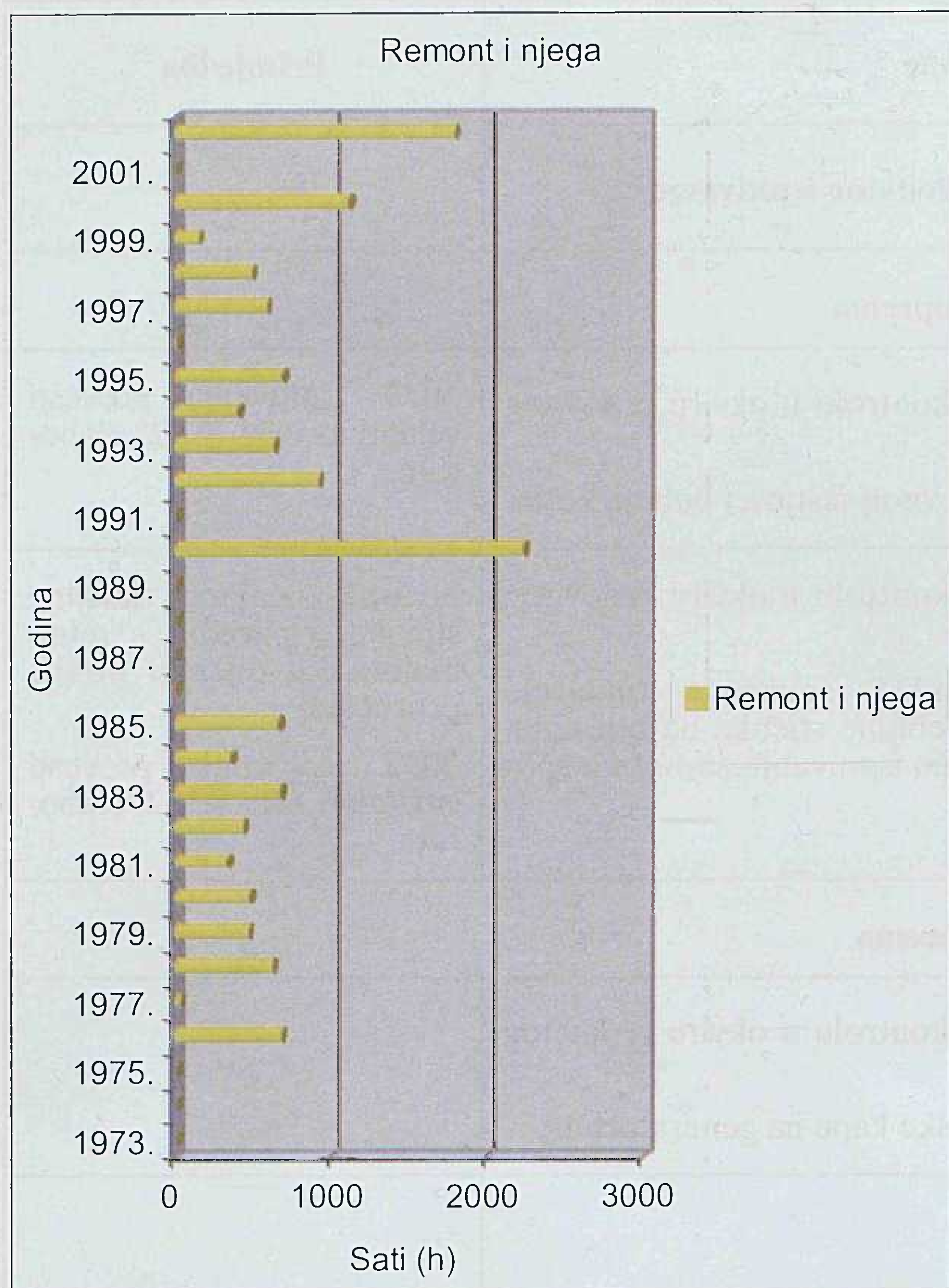
Slika 6 – HE Orlovac – Vremensko korištenje kapaciteta od 1973. do 2003.



Slika 5 – HE Orlovac – Proizvodnja električne energije na generatoru i pragu od 1973. do 2003.



Slika 7 – HE Orlovac – Vrijeme trajanja kvara od 1973. do 2003.



Slika 8 – HE Orlovac – Vrijeme utrošeno na remont i njegu od 1973. do 2003.

SBK

ANALIZA STANJA I PROCJENA OSTATNOG ŽIVOTNOG VIJEKA VITALNE OPREME POSTROJENJA PTE OSIJEK

Za potrebe Hrvatske elektroprivrede elaborat pod gornjim nazivom načinio je Ekonerg početkom 2003. godine. Elaborat je načinjen prema projektnom zadatku HEP-Sektora za razvoj. Kako je u projektnom zadatku navedeno kod PTE Osijek osnovni se dijelovi opreme nalaze pri kraju životne dobi, pa je zbog toga nužno napraviti analizu stanja i procijeniti ostatni životni vijek vitalnih komponenata strojarske, elektroenergetske i MRU opreme i građevina. Treba načiniti prijedlog što treba poduzeti da bi se životni vijek elektrane kao cjeline produžio.

U elaboratu je priložena i fotodokumentacija iz koje se dobro vide oštećenja na pojedinoj opremi i građevinskim objektima.

U zaključku elaborata dan je pregledan tabelarni prikaz iz kojeg se vidi stanje vitalnih dijelova i mjere za produženje životnog vijeka kao i dodatna ispitivanja, koji se u cijelosti prenosi:

Dio postrojenja	Ocjena stanja / preporuke		Primjedba
	Potrebne mjere za produljenje životnog vijeka	Potrebna dodatna ispitivanja	
Strojarska oprema			
Plinsko-turbinski agregat PTA1	Zamjena prvog reda statorskih i rotorskih lopatica svakih 30 tisuća ekvivalentnih sati rada (2500 sati rada godišnje) PTA1 2010. godine	Provoditi redovito održavanje. Nakon pojave tragova oštećenja visokotemperaturno opterećenih dijelova, treba provoditi učestalije preglede radi utvrđivanja brzine napredovanja oštećenja.	U PTA1 ugrađeni su vitalni dijelovi prema tablici 6.1.1.1-1 iz elaborata. Visokotemperaturno opterećenih diejlovi podložni su ubrzanom trošenju te se kao takvi periodički zamjenjuju.
Plinsko-turbinski agregat PTA2	Zamjena pumpe goriva kod PTA2 u najkraćem mogućem roku.	Nakon zamjenepotrebno je podešavanje regulacije izgaranja na tekuće gorivo.	Bez zamjene pumpe goriva PTA2 ne može raditi na tekuće gorivo.
	Zamjena prvog reda statorskih i rotorskih lopatica svakih 30 tisuća ekvivalentnih sati rada PTA2 2008. godine	Provoditi redovito održavanje. Posebno treba obratiti pozornost na poprečne plamene cijevi koje nisu zamijenjene u remontu 2002. godine, sanirane pukotine na lopaticama 2. stupnja statora i ardiacijske limove komore izgaranja br. 1. Nakon pojave tragova oštećenja visokotemperaturno opterećenih dijelova, treba provoditi učestalije preglede radi utvrđivanja brzine napredovanja oštećenja.	Visokotemperaturno opterećenih diejlovi podložni su ubrzanom trošenju te se kao takvi periodički zamjenjuju.

Dio postrojenja	Ocjena stanja / preporuke		Primjedba
	Potrebne mjere za produljenje životnog vijeka	Potrebna dodatna ispitivanja	
Strojarska oprema			
Kotao na otpadnu toplinu KNOT	Korektivne akcije provesti nakon analize rezultata ispitivanja.	Provoditi nadzor i kontrolu u okviru redovitog održavanja. NDT ispitivanja cijevnog sustava i bubnja kotla.	NDT ispitivanja provesti sukladno očki 8.1.2. elaborata.
Parovod svježe pare KNOT - razdjelnik	Korektivne akcije provesti nakon analize rezultata ispitivanja.	Provoditi nadzor i kontrolu u okviru redovitog održavanja. Provesti dodatna nDT ispitivanja unutarnje stjenke, mjerenje debljine stjenke na mjestima korozijskih oštećenja, ispitivanje zavarenih spojeva.	Stvarne izmjere debljine stjenke usporediti s minimalno dozvoljenim prema proračunu. NDT ispitivanja provesti sukladno očki 8.132. elaborata.
Elektrooprema			
Električki generator	Mjerenje svih parametara relevantnih za ocjenu starjenja ne kasnije od 2003. godine.	Provoditi nadzor i kontrolu u okviru redovitog održavanja. Ispitati stanje rotorske kape na generatorima.	
Generatorske zaštite	Zamjena kod PTA1 u 2003. godini, a kod PTA2 do 2012. godine.		
Generatorski uzbudni sustav	Zamijeniti statičkim uzbudnim sustavom kod PTA1 u 2003. godini, a kod PTA2 do 2012. godine.		
Energetski transformatori	Korektivne akcije u slučaju potrebe.	Provoditi nadzor i kontrolu u okviru redovitog održavanja. Ompletirati dokumentaciju o ispitivanju papirnate izolacije.	
Rasklopno postrojenje	Zamjena 10 kV prekidača u 2003. godini.	Provoditi nadzor i kontrolu u okviru redovitog održavanja.	
MRU oprema			
Plinsko-turbinski agregat PTA1	Zamijeniti perifernu opremu nadzora i zamijeniti operacijsko računalo upravljačkog sustava Turbocon.	Redovito u okviru remonta izvršiti umjeravanje i kontrolu ispravnosti kompletne opreme, otkloniti grješke. Kontrolirati pojedine sekvence programa. Dnevno kontrolirati ispravnost uređaja.	Uređaje koji češće pokazuju odstupanja od nazivnih parametara zamijeniti. Ugraditi KRD.
Plinsko-turbinski agregat PTA2	Zamijeniti kompletan upravljački sustav Speedtronic sa sustavom Turbocon te zamijeniti perifernu opremu nadzora.	Redovito u okviru remonta izvršiti umjeravanje i kontrolu ispravnosti kompletne opreme, otkloniti grješke. Kontrolirati pojedine sekvence programa. Dnevno kontrolirati ispravnost uređaja.	Uređaje koji češće pokazuju odstupanja od nazivnih parametara zamijeniti. Ugraditi KRD.
Kotao na otpadnu toplinu KNOT	Potrebna zamjena mjerenja temperatura i prigona.		

Dio postrojenja	Ocjena stanja / preporuke		Primjedba
	Potrebne mjere za produljenje životnog vijeka	Potrebna dodatna ispitivanja	
Građevinski dio			
Glavni građevinski objekti	Korektivne akcije u slučaju potrebe.	Provoditi nadzor i kontrolu u okviru redovnog održavanja.	
Nosive konstrukcije	Korektivne akcije u slučaju potrebe.		
Građevine			

SBK

DEGRADACIJSKI PROCESI NA DEPONIJAMA KAMENOG UGLJENJA I NJIHOV UTJECAJ NA KAKVOĆU OKOLIŠA

Krajem 2002. godine dovršena je studija pod gornjim naslovom. Glavni autori studije su djelatnici Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu. Projektni zadatak je izradio HEP-Sektor za razvoj. Cilj je bio dobivanje uvida u kompleksni proces degradacije kakvoće kamenog ugljena na deponijama termoelektrana te dobivanje osnove za njihovo projektiranje i izgradnju. Također je bilo potrebno sagledati i procijeniti složeni utjecaj deponija kamenog ugljena na okoliš s posebnim osvrtom na deponije uvoznog ugljena za elektranu snage 800 – 1000 MW na ranije nominiranim lokacijama u priobalju i u unutrašnjosti.

Studija se sastoji od desetak dijelova u kojima su razmatrani:

- osobine i svojstva kamenog ugljena
- uvjeti za smještaj kamenog ugljena
- klasifikacija skladišta
- tehnologija skladištenja ugljena
- strojevi za skladištenje
- utjecaji skladišta ugljena na okoliš
- mjere zaštite
- referentna skladišta ugljena.

U dodatku I. razmatrane su mogućnost i granice ekonomičnog korištenja uvoznih ugljena u izgrađenim termoelektranama, a dodatku II. analiza svojstava izgaranja ugljena.

Prema ocjeni povjerenstva za reviziju studije, studija je u pogledu sadržaja u potpunosti odgovorila postavljenom projektnom zadatku. Prema zaključcima:"

- Studija pruža cjelovit i sustavan uvid u mehanizme nastanka procesa oksidacije, samosagorijevanja i samozapaljenja ugljena i utvrdila je degradacijske procese na deponijama kamenog ugljena. Razvidno je ukazala i na utjecaj deponija na okoliš te na preventivne mjere zaštite okoliša. Sadrži dovoljno podloga i podataka te, zbog toga, može poslužiti kao priručnik za projektante, pogonsko osoblje termoelektrane i druge korisnike.
- S obzirom na naslov studije, preopširno su obrađena poglavlja: tehnologija skladištenja, stroj za skladištenje i ref-

erentna skladišta. Specificirana poglavlja bi trebalo, kao posebne cjeline, (u posebnom dodatku), a njihov prikaz (samo bitne činjenice) ostaviti u relevantnim poglavljima Studije. Lokacije Dalj, Turski bok i Zaton su dio Strategije prostornog plana Hrvatske i analizirane su samo kao karakteristične lokacije u svrhu izgradnje deponija ugljena.

- Dodaci I. i II. Studije imaju posebno značenje jer se u njima sustavno analiziraju karakteristične značajke ugljena i pepela, ne samo na degradacijske procese na deponij i fleksibilnost rada termoelektrnog postrojenja (snaga, raspoloživost, troškovi, granične vrijednosti emisija). Kroz Dodatke I. i II. autori iniciraju i argumentiraju nužnost specificiranja i analize svih aspekata izbora ugljena, utjecaja na postrojenje, te metodologije i procedure za vrednovanje kvantitativnih i kvalitativnih elemenata i kupnju kamenog ugljena sa svjetskog tržišta.
- Povjerenstvo smatra da je potrebno napraviti sažetak studije (Sažetak) u kojem treba naglasiti bit i složenost degradacijskih procesa na deponijama uvoznog ugljena i objasniti utjecaj na okoliš te naznačiti odgovarajuće mjere zaštite. Opseg i forma trebali bi osigurati operativnu uporabljivost za daljnje aktivnosti usmjerene na organiziranje istih u priobalju.
- U Sažetku treba dati prijedlog programa daljnjih aktivnosti na TE Plomin koji će sadržati definiranje podloga za izradu projektne zadaće rekonstrukcije postojećeg deponija Plomin, organizaciju monitoringa, te analizu svih aspekata izbora uvoznog kamenog ugljena i utjecaja na termoelektrni kompleks na lokaciji Plomin.
- Budući da ne postoji projekt skladištenja ugljena u TE Plomin, preporučuje se da se u nastavku rada, poštujući zahtjeve izložene u Studiji kao i stečena iskustva na lokaciji Plomin, pristupi razradi podloga za prijedlog rekonstrukcije postojećeg skladišta ugljena na lokaciji Plomin, s ciljem saniranja postojećih nedostataka. U sklopu tog zadatka treba dati argumentirani prijedlog granične kvalitete uvoznog kamenog ugljena, poštujući karakteristike tehnološke opreme na lokaciji.
- Povjerenstvo smatra da Studija po metodološkom pristupu i razini znanstvene obrade odgovara visokim standardima sličnih dokumenata."

SBK

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

	<p>ENERGIJA 1437</p> <p style="text-align: right;">UDK 621.316.93:614.8 PRETHODNO PRIOPĆENJE</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 175 – 183</p> <p style="text-align: center;">PROCJENA RIZIKA OD PRENAPONA U ELEKTRIČNIM INSTALACIJAMA</p> <p style="text-align: center;"><i>Mr. sc. Ivan Mateković, dipl. ing.</i></p> <p style="text-align: center;">Elektrokontakt d.d., Radnička cesta b. b., 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>Sve veća osjetljivost električnih uređaja na pojavu prenapona te sve veća umreženost električnih instalacija zahtijeva proučavanje vjerojatnosti pojave prenapona u električnim instalacijama te, sukladno tomu, procjenu rizika od prenapona. Da bi se procijenio rizik od prenapona u električnim instalacijama identificirana je opasnost od prenapona, prenaponi su promatrani prema uzrocima nastanka, dani su iznosi i vjerojatnosti pojave prenapona u električnim instalacijama, upozoreno je koje se štete od prenapona u električnim instalacijama mogu očekivati, povezane su vjerojatnosti pojave prenapona s vjerojatnostima nastanka šteta od prenapona te napravljena procjena rizika od prenapona. Na osnovi te procjene zaključeno je da se skoro svaku električnu instalaciju isplati štititi uređajima za zaštitu od prenapona.</p> <p>(Lit. 15, sl. 2 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autor ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/175-183/2003.</p>
	<p>ENERGIJA 1438</p> <p style="text-align: right;">UDK 621.515.5:621.3.05 PREGLEDNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 195 – 199</p> <p style="text-align: center;">NAPONSKE PRILIKE UZDUŽ SAMONOSIVOG OPTIČKOG KABELA OVJEŠENOG NA STUPOVE VISOKONAPONSKOG VODA</p> <p style="text-align: center;"><i>Prof. dr. sc. Mislav Majstović, dipl. ing. - Petar Sarajčev, dipl. ing.</i></p> <p style="text-align: center;">Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, R. Boškovića b. b., 21000 Split, Hrvatska</p> <p>U novije vrijeme došlo je do demonopolizacije u elektroenergetskom i telekomunikacijskom sektoru, što je dodatno otežalo dobivanje novih ili proširenje postojećih koridora. Zbog toga se sve češće optički kabeli postavljaju na stupove visokonaponskih vodova. Ovi kabeli se nalaze u jakom električnom polju, pa svako onečišćenje njihovog plašta može dovesti do oštećenja istih. U članku se analiziraju naponske i strujne prilike uzduž onečišćenog plašta samonosivog optičkog kabela bez metalnih dijelova, koji je ovješten na čeličnorešetkaste stupove visokonaponskog voda.</p> <p>(Lit. 6, sl. 9 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autori ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/195 – 199/2003.</p>
	<p>ENERGIJA 1439</p> <p style="text-align: right;">UDK 620.95:621.311.25 PREGLEDNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 207 – 212</p> <p style="text-align: center;">ZELENI CERTIFIKATI: TRŽIŠNI MEHANIZAM POTPORE OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE</p> <p style="text-align: center;"><i>Mr. sc. Maja Božičević Vrhovčak, dipl. ing. – Dražen Jakšić, dipl. ing. – mr. sc. Tea Kovačević, dipl. ing.</i></p> <p style="text-align: center;">Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>Navedeni su načini potpore obnovljivim izvorima energije. Detaljno je opisan nov, tržišno orjentiran mehanizam potpore - sustav zelenih certifikata. Opisano je tržište zelenih certifikata te ukazano na moguće zapreke njegovom ispravnom funkcioniranju. Prikazane su mogućnosti i zapreke uspostavi trgovine zelenim certifikatima.</p> <p>(Lit. 6, sl. 3 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autori ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/207 – 212/2003.</p>

ENERGIJA 1439

UDK 620.95:621.311.25

1. Zeleni certifikati: tržišni mehanizam potpore obnovljivim izvorima energije
- I. Božičević Vrhovčak, M. – Jakšić, D. – Kovačević, T.
- II. Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

*Obnovljivi izvori energije
Mehanizmi potpore
Zeleni certifikati
Tržište električne energije*

ENERGIJA 1438

UDK 621.515.5:621.3.05

1. Naponske prilike uzduž samonosivog optičkog kabela ovješnog na stupove visokonaponskog voda
- I. Majstović, M. – Sarajčev, P.
- II. Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, R. Boškovića b. b., 21000 Split, Hrvatska

*Dalekovod
Optički kabel
Napon
Suha zona
Preskok*

ENERGIJA 1437

UDK 621.316.93:614.8

1. Procjena rizika od prenapona u električnim instalacijama
- I. Mateković, I.
- II. Elektrokontakt d.d., Radnička cesta b. b., 10000 Zagreb, Hrvatska

*Prenapon
Vjerojatnost pojave prenapona
Šteta od prenapona
Prenaponska kategorija
Vjerojatnost nastanka šteta od prenapona
Procjena rizika od prenapona*

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

	<p>ENERGIJA 1440 UDK 658.516:621.391.31 PREGLEDNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 213 – 236</p> <p style="text-align: center;">PRIKAZ NORMIZACIJE I REGULATIVE VEZANE UZ KOMUNICIRANJE ELEKTROENERGETSKIM VODOVIMA, PLC I. DIO: NORMIZACIJA PLC-a</p> <p style="text-align: center;"><i>Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, dipl. ing.</i> HEP d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>Članak daje pregled normizacije sustava za komuniciranje elektroenergetskim vodovima, od prvobitnih uskopojasnih PLC sustava kod nas poznatih pod nazivom VF veze po VN vodovima, do danas aktualnih širokopojasnih pristupnih PLC sustava kojima se ostvaruju pristupne PLC usluge i energetske PLC usluge, te širokopojasnih PLC sustava kojima se ostvaruje komunikacija informatičkih i ostalih električnih i elektroničkih uređaja unutar zgrade. (Lit. 33, sl. 5 – original na hrvatskom)</p> <p style="text-align: right;">Autor ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/213 - 236/2003.</p>
	<p>ENERGIJA 1441 UDK 697.34:338.52:621.3 PRETHODNO PRIOPĆENJE</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 201 – 206</p> <p style="text-align: center;">ODREĐIVANJE CIJENE PARE I ELEKTRIČNE ENERGIJE</p> <p style="text-align: center;"><i>Vedran Uran, dipl. ing.</i> CASE d.o.o., Šetalište XIII. divizije 28, 51000 Rijeka, Hrvatska</p> <p>U radu je opisan način energetske i eksergetske vrednovanja pare te iznesene prednosti i nedostaci tih dvaju različitih načina vrednovanja pare. Za određivanje cijene pare i električne energije, i po jedinici energije, i po jedinici eksergije izrađena je bilanca troškova najvažnijih sudionika energetske i eksergetske sustava. Kao primjer za izračunavanje cijene pare i električne energije uzet je energetske i eksergetske sustav na bazi protutlačnog parnoturbinskog postrojenja. (Lit. 6, sl. 6 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autor ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/201 – 206/2003.</p>
	<p>ENERGIJA 1442 UDK 621.328 STRUČNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 185 – 193</p> <p style="text-align: center;">GIS U JAVNOJ RASVJETI GRADA ZAGREBA</p> <p style="text-align: center;"><i>Ranko Skansi, dipl. ing.</i> ELICOM d.o.o., Nova Ves 5, 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>U skladu s premisama modernog poslovanja te spoznaje o kvaliteti tehnologija koje su danas dostupne, razvijen je pilot projekt GIS-a iz domene javne rasvjete za područje Sv. Klara kraj Zagreba. Pri tome je korištena ESRI GIS tehnologija na razini ArcView 8 programskog paketa. Od sklopovske tehnologije, korišteno je računalo na bazi Pentium IV (1,6 GHz) procesora te ručni GPS uređaj tvrtke Trimble povezan s ručnim računalom Compaq IPAQ. U svrhu što preglednije i konciznije obrade, razvijena je osnovna baza podataka koja sadrži temeljne geografske podatke kao i temeljne tehnološke atribute. Za prikaz trenutnog stanja, proizveden je multimedijalni film trajanja 7,5 min. Film prikazuje kompoziciju tri kadra. Veći je dio dedican noćnoj vožnji kroz Sv. Klaru, gornji manji, dnevnoj vožnji istom trasom, te donji dio prikazuje trenutnu poziciju na planu Sv. Klare. (Lit. 9, sl. 8 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autor ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/185 – 193/2003.</p>

ENERGIJA 1442

UDK 621.328

1. GIS u javnoj rasvjeti grada Zagreba

I. Skansi, R.

II. ELICOM d.o.o., Nova Ves 5,
10000 Zagreb, Hrvatska

GIS - Geografski informacijski sustav

Podatak

Karta

Javna rasvjeta

GPS - Global Positioning System

Sv. Klara

ESRI

ArcView

CompaqIPAQ

Trident

Parametri

Prostorni podaci

Atributni podaci

Projekt

ENERGIJA 1441

UDK 697.34:338.52:621.3

1. Određivanje cijene pare i električne
energije

I. Uran, V.

II. CASE d.o.o., Šetalište XIII. divizije 28,
51000 Rijeka, Hrvatska

Para

Električna energija

Jedinica energije

Jedinica eksurgije

Bilanca troškova

Energetski sustav

Cijena

*Protutlačno paroturbinsko
postrojenje*

ENERGIJA 1440

UDK 658.516:621.391.31

1. Prikaz normizacije i regulative vezane uz
komuniciranje elektroenergetskim
vodovima, PLC - I. dio: Normizacija
PLC-a

I. Javornik Vončina, S.

II. HEP d.d., Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Normizacija

*Komuniciranje elektroenergetskim
vodovima*

PLT

Elektromagnetska usklađenost

Referentni model mrežne arhitekture

Kakvoća usluga

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

	<p>ENERGIJA 1437 UDK 621.316.93:614.8 PRELIMINARY REPORT</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 175 – 183</p> <p style="text-align: center;">OVERVOLTAGE RISK ASSESSMENT OF ELECTRICAL INSTALLATIONS</p> <p style="text-align: center;"><i>Ivan Mateković, B. Sc.</i> Elektrokontakt d.d., Radnička cesta b. b., 10000 Zagreb, Croatia</p> <p>Growing sensitivity of electrical equipment on overvoltage occurrence and electrical installation network requires probability assessment of overvoltage occurrence in electrical installations as well as risk assessment. In order to evaluate overvoltage risk in electrical installations, the danger of overvoltage is identified, and its causes observed. Values are given as well as probabilities of overvoltage occurrence in electrical installations, including damages caused by overvoltage. Probability of overvoltage is brought into relation with possibility of damage, and risk assessment is done. Based on that evaluation it is concluded that almost all electrical installations could be protected by overvoltage equipment in a cost-effective way. (No. of References: 15, Fig.: 2 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;"><i>Author</i> ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/175 – 183/2003.</p>
	<p>ENERGIJA 1438 UDK 621.515.5:621.3.05 SUBJECT REVIEW</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 195 – 199</p> <p style="text-align: center;">VOLTAGE CIRCUMSTANCES ACROSS SELF-CARRYING OPTICAL CABLE SUPPORTED ON HIGH-VOLTAGE LINE TOWER</p> <p style="text-align: center;"><i>Mislav Majstrovic, Prof. D. Sc. – Petar Sarajčev, B. Sc.</i> Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, R. Boškovića b. b., 21000 Split, Croatia</p> <p>Recent demonopolisation of electric power and telecommunication systems has lead to additional problems when obtaining new or widening old corridors. Therefore there is a constant increase in putting optical cables on high-voltage line towers. These cables are situated within strong electrical fields and any pollution of their sheath could lead to their damage. The paper analyses voltage and current circumstances across polluted sheath of self-carrying optical cable supported by steel towers of high-voltage lines without metallic parts. (No. of References: 6, Fig.: 9 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;"><i>Authors</i> ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/195 – 199/2003.</p>
	<p>ENERGIJA 1439 UDK 620.95:621.311.25 SUBJECT REVIEW</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 207 – 212</p> <p style="text-align: center;">GREEN CERTIFICATES – MARKET MECHANISM TO SUPPORT RENEWABLE ENERGY SOURCES</p> <p style="text-align: center;"><i>Maja Božičević Vrhovčak, B. Sc. – Dražen Jakšić, B. Sc. – Tea Kovačević, M. Sc.</i> Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p>Different supporting models for renewable energy sources are given. New, market oriented supporting mechanism – green certificates model is described in detail. Green certificates market is also described whereby possible barriers to its correct operation are also given. Possibilities and barriers for green market certificates trading are also stated. (No. of References: 6, Fig.: 3 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;"><i>Authors</i> ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/207 – 212/2003.</p>

ENERGIJA 1439

UDK 620.95:621.311.25

1. Green Certificates – Market Mechanism to Support Renewable Energy Sources
 - I. Božičević Vrhovčak, M. – Jakšić, D. – Kovačević, T.
 - II. Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10000 Zagreb, Croatia

*Renewable Energy Sources
Supporting Mechanism
Green Certificates
Electric Energy Market*

ENERGIJA 1438

UDK 621.515.5:621.3.05

1. Voltage Circumstances Across Self-Carrying Optical Cable Supported on High-Voltage Line Tower
 - I. Majstrovic, M. – Sarajčev, I.
 - II. Fakultet elektrotehnike, strojarstva I brodogradnje, R. Boškovića b. b., 21000 Split, Croatia

*Transmission Line
Optical Cable
Voltage
Dry Zone
Flashover*

ENERGIJA 1437

UDK 621.316.93:614.8

1. Overvoltage Risk Assessment of Electrical Installations
 - I. Mateković, I.
 - II. Elektrokontakt d.d., Radnička cesta b. b., 10000 Zagreb, Croatia

*Overvoltage
Overvoltage Probability
Overvoltage Damage
Overvoltage Category
Overvoltage Damage Probability
Overvoltage Risk Assessment*

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

	<p>ENERGIJA 1440 UDK 658.516:621.391.31 SUBJECT REVIEW</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 213 - 236</p> <p style="text-align: center;">REVIEW ON NORMISATION AND REGULATION CONCERNING COMMUNICATION THROUGH ELECTRIC POWER LINES, PLC – PART I: PLC NORMISATION</p> <p style="text-align: center;"><i>Suzana Javornik Vončina, M. Sc.</i> HEP d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p>The paper gives a review on normisation systems for communication through electric power lines, from the first short-range PLC systems known under the name VF connections by VN lines, to today's current wide-range access PLC systems that enable access PLC services and energy PLC services, as well as wide-range PLC systems for communication among information and other electric and electronic appliances in a building. (No. of References: 33, Fig. 5 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;"><i>Author</i> ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/213 - 236/2003.</p>
	<p>ENERGIJA 1441 UDK 697.34:338.52:621.3 PRELIMINARY REPORT</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 201 – 206</p> <p style="text-align: center;">PRICE DETERMINATION FOR STEAM AND ELETRIC ENERGY</p> <p style="text-align: center;"><i>Vedran Uran, B. Sc.</i> CASE d.o.o., Šetalište XIII. divizije 28, 51000 Rijeka, Croatia</p> <p>The paper describes energy and exergy valorisation of steam as well as advantages and disadvantages of these two different valorisation ways. For price determination of steam and electric energy, by energy unit and by exergy unit, the balance of costs of most important participants in the energy system is done. As an example of cost evaluation of steam and electric energy, the energy system based on back-pressure steam turbine facility is given. (No. of References: 6, Fig.: 6 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;"><i>Author</i> ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/201 – 206/2003.</p>
	<p>ENERGIJA 1442 UDK 621.328 PROFESSIONAL PAPER</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 52/2003/3, 185 – 193</p> <p style="text-align: center;">GIS IN PUBLIC LIGHTING OF THE CITY OF ZAGREB</p> <p style="text-align: center;"><i>Ranko Skansi, B. Sc.</i> ELICOM d.o.o., Nova Ves 5, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p>According to modern management as well as to the knowledge of the quality of today's technology, GIS pilot project for public lighting for the area of Sv. Klara near Zagreb has been developed. ESRI GIS technology on the level of ArcView 8 programming package has been used. As regards hardware Pentium IV (1,6 GHz) based computer has been used as well as GPS handy equipment from Trimble connected to handbook Compaq IPAQ. In order to get good insight and evaluation, basic data base has been developed that consists of fundamental geographic data and technological attributes. To grasp the current state a multimedia film has been developed lasting for 7.5 minutes. The film consists of three scenes. A larger part is devoted to a night drive through Sv.Klara, the upper smaller to a day's drive by the same route while the lower shows the current position on the map of Sv.Klara. (No. of References: 9, Fig.: 8 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;"><i>Author</i> ISSN 0013-7448 ENJAAC 52/3/185 – 193/2003.</p>

ENERGIJA 1442

UDK 621.328

1. GIS in Public Lighting of the City of Zagreb
 - I. *Skansi, R.*
 - II. ELICOM d.o.o., Nova Ves 5, 10000 Zagreb, Croatia

GIS
Data
Map
Public Lighting
GPS – Global Positioning System
Sv. Klara
ESRI
ArcView
Compaq IPAQ
Trident
Parameters
Spatial Data
Attribute Data
Project

ENERGIJA 1441

UDK 697.34:338.52:621.3

1. Price Determination for Steam and Electric Energy
 - I. *Uran, V.*
 - II. CASE d.o.o., Šetalište XIII. divizije 28, 51000 Rijeka, Croatia

Steam
Electric Energy
Energy Unit
Exergy Unit
Cost Balance
Energy System
Price
Back-Pressure Steam-Turbine Facility

ENERGIJA 1440

UDK 658.516:621.391.31

1. Review on Normisation and Regulation Concerning Communication Through Electric Power Lines, PLC - Part I. PLC Normisation
 - I. *Javornik Vončina, S.*
 - II. HEP d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Normisation
Communication using Electric
Power Lines – PLC
PLT
Electromagnetic Harmonisation
Reference Model of Network
Architecture
Service Quality