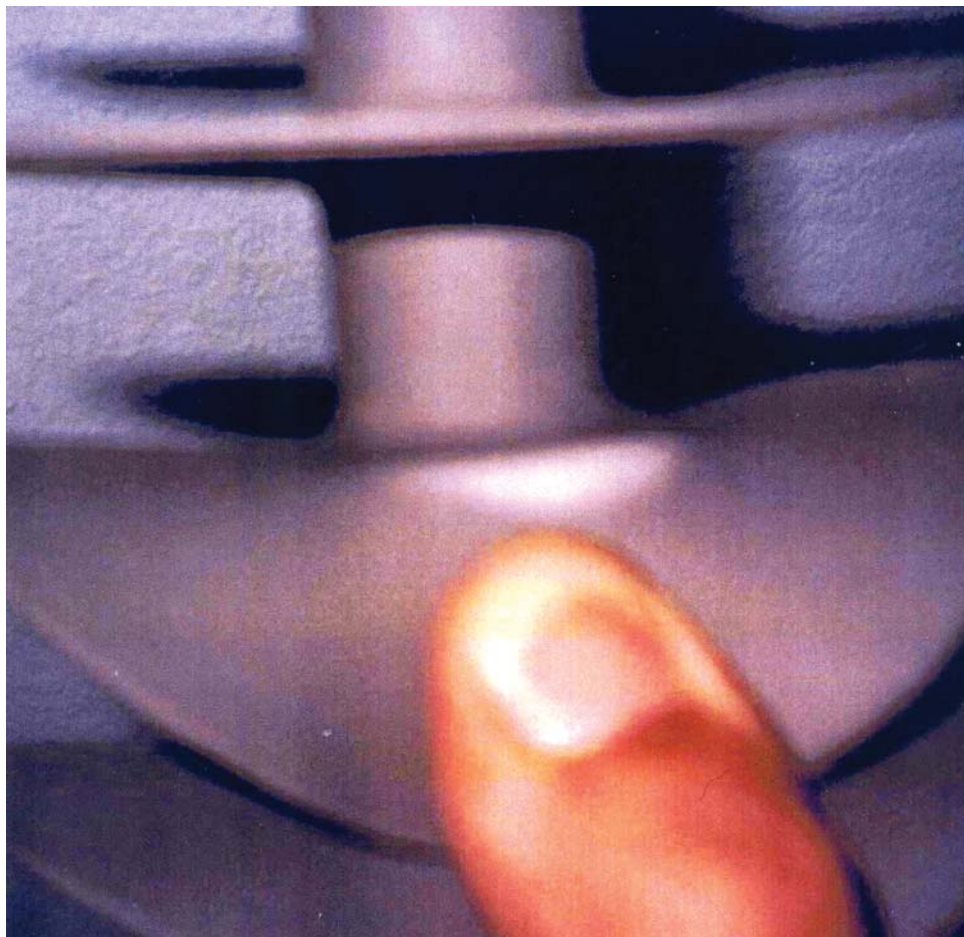


energija 6



ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE



UDK 621.31 ENJAAC 53 (6) 461 – 562 ISSN 0013-7448
ENERGIJA • GODINA 53 • BROJ 6 • STRANA 461 – 562 • ZAGREB, PROSINAC 2004.



**SVIM DJELATNICIMA HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE,
SURADNICIMA I ČITATELJIMA NEKA 2005. BUDE
GODINA POSLOVNOG USPJEHA I OSOBNE SREĆE**

UREDNIŠTVO

IZDAVAČ – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda, Zagreb

ZA IZDAVAČA

Mr. sc. Ivan Mravak, dipl. ing.

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije
i informatike

UREDIVAČKI 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., Ekoneg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR – EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković*, dipl. ing.
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 poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo \$ 95 godišnje.

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

Tisak: VARTEKS d.d., P.J. Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Godište 53 (2004)

Zagreb 2004

Br. 6

SADRŽAJ

<i>Dizdarević N. – Majstrovic M. – Čujić Čoko S. – Mandić N. – Benović J.</i> : Uzroci, analize i mjere sprječavanja raspada ees-a u Hrvatskoj 12. siječnja 2003. godine (Izvorni znanstveni članak)	465
<i>Santica I.</i> : Izolacija u srednjonaponskim zračnim mrežama s gledišta kvarova uzrokovanih vanjskim prenaponima (Stručni članak)	489
<i>Sekso A.</i> : Tipologija oštećenja kompozitnih izolatora u prijenosnim i razdjelnim mrežama Hrvatske (Stručni članak)	497
<i>Štritof I. – Grgić Bolješić K.</i> : Uskladenost područja i funkcija regulacije Vijeća za regulaciju energetske djelatnosti s Direktivom 2003/54/EZ (Stručni članak)	505
<i>Kolega V.</i> : Utjecaj Direktive Europske unije o energetskim karakteristikama zgrada (2002/91/EC) na potencijal energetskih ušteda u zgradarstvu (Stručni članak)	521
<i>Frühwirth B.</i> : Integrirano zrakom izolirano postrojenje (Pregledni članak)	533
Vijesti iz elektroprivrede i okruženja	541
Iz inozemne stručne literature	549

Fotografija na omotu:

MANJE ODVAJANJE REBRA OD PLAŠTA JEZGRE

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor 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 objavivali 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 stranica. 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 jedi-nica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sus-tava jedi-nica - SI.
Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizi-kalne 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 pa-piru. 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 shvaćanju, 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, obzornija 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 koristi 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 prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

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

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

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

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

UREDNIŠTVO

Riječ glavnog urednika

U ovom broju časopisa čitatelj može naći dva članka koji obrađuju istu problematiku, tj. izolaciju zračnih mreža. To je članak **I. Santice**: "Izolacija u srednjonaponskim zračnim mrežama s gledišta kvarova uzrokovanih vanjskim prenaponima" i članak **A. Seksa**: "Tipologija oštećenja kompozitnih izolatora u prijenosnim i razdjelnim mrežama Hrvatske". Ovu moju intervenciju izazvala je rečenica u prvom članku u kojoj autor I. Santica ispravno konstatira da cijena izolatora u zračnim mrežama ne prelazi 5 % ukupne cijene izgradnje, dok se broj kvarova zračnih vodova (srednjeg napona) uzrokovanih kvarovima izolatora kreće i iznad 70 % svih kvarova. Ovi podaci mogu varirati od područja do područja, odnosno u ovisnosti o naponskom nivou ili ugrađenoj opremi, ali osnovna postavka ostaje važeća sa svim posljedicama koje iz nje slijede. U prijevodu ta rečenica glasi: Ne štedimo kod izbora izolacije, jer ušteda može iznositi možda 0,1 do 0,3 % cijene izgradnje, a sigurnost dalekovoda može se lošim izborom izolacije smanjiti i nekoliko puta.

U svom članku se I. Santica zalaže za hrabriji pristup u korištenju kompozit izolatora u srednjonaponskim mrežama uza sav nužni oprez, a A. Sekso nam navodi neka iskustva s kvarovima kompozit izolatora u našim mrežama. Evo nas tako u vječitoj dilemi, da li i kada mijenjati usvojenu praksu, odnosno kako se otvoriti novim tehnologijama. Sigurno je da ćemo teško odustati od staklenog izolatora s njegovim pogonskim prednostima, ali je sigurno i to da ćemo se u drugim slučajevima odlučiti za kompozit kao najbolje rješenje, recimo u slučaju povišene zagađenosti. Važno je na tom putu ići korak po korak, uzevši u obzir i naponske nivoe i važnost pojedinog dalekovoda i razvijenost mreže i uvjete zagađenosti i atmosferske prilike i vlastita iskustva. Ovom prilikom treba upozoriti na zamku koja nam prijete. Dok se je tržište keramičkih izolatora, bilo porculanskih, bilo staklenih, svelo na mali broj iskusnih i renomiranih tvrtki potpomognutih jakim ispitnim laboratorijima, dotle broj proizvođača kompozit izolatora radi "jednostavnije tehnologije" kontinuirano raste i prijete nam mogućnost izbora loše izolacije ne budemo li tom poslu pristupali krajnje odgovorno, tj. stručno. Kad je naime riječ o "jednostavnoj tehnologiji" nije problem u polimerizaciji staklene vune ni u lijevanju silikonske mase ni u izradi kapa i batića. Problem je od ta tri sastojka napraviti dobar i pouzdan izolator koji će zadovoljiti sve pogonske uvjete, a za to je nužno vršiti brojna i dugotrajna ispitivanja i imati veliko iskustvo. Odluči li se neki investitor za npr. stakleni izolator, on će na tržištu naći izbor dobrih i boljih izolatora, no odluči li se za kompozit on može dobiti također dobar ili bolji izolator, ali i loš, odnosno vrlo loš izolator. Da bi izašli iz te zamke elektroprivredne tvrtke kao potencijalni investitori moraju razraditi izvrsne tendere za nabavu kompozit izolatora kako dosljedno našim propisima ne bi bile prinuđene kupovati najjeftinije izolatore. Bilo bi jako korisno o ovoj temi dobiti što više priloga naših suradnika, pogotovo vlastitih iskustava.

Koristim priliku da pozovem sve suradnike našeg časopisa da daju svoje osvrte i svoje sugestije na izdavačku politiku ENERGIJE u cjelini kako bi nam časopis bio još bolji.

UZROCI, ANALIZE I MJERE SPRJEČAVANJA RASPADA EES-a U HRVATSKOJ 12. SIJEČNJA 2003. GODINE

Dr. sc. Nijaz Dizdarević – prof. dr. sc. Mislav Majstrovic, Zagreb – Snježana Čujic Čoko,
Split – Niko Mandić, Zagreb – Josip Benović, Osijek

UDK 621.31.001.4:62–503.32
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

U ovom su radu predstavljeni uzroci, analize i mjere sprječavanja raspada elektroenergetskog sustava koji se dogodio 12. siječnja 2003. godine u južnom dijelu Hrvatske (HR) te u Bosni i Hercegovini (BH). Najprije su prepoznati temeljni uzroci i posljedice raspada putem analize raspoloživih zapisa koja je zasnovana na relevantnoj dokumentaciji prikupljenoj iz različitih izvora unutar HR i BH sustava. Nakon toga je provedena numerička analiza događaja s ciljem pružanja dodatnih objašnjenja tijekom razvoja događaja vezanih uz raspad. Spoznaje koje su dobivene analitičkim putem iskorištene su s ciljem ukazivanja na raspoložive mjere sprječavanja raspada, odnosno ublažavanja posljedica u njegovim različitim fazama razvoja. Predložen je skup mjera radi prevencije ponavljanja sličnih incidentnih situacija. Detaljnije je razmotrena uloga operatora sustava i specijalnog sustava zaštite tijekom kronološke sekvencije događaja vezanih uz predmetni raspad.

Ključne riječi: raspad, kaskadni ispadi, slom napona, kratki spoj, zatajenje prekidača, operator sustava, specijalni sustav zaštite.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Elektroenergetski sustavi u Republici Hrvatskoj, ali i u Republici Bosni i Hercegovini, ozbiljno su oštećeni ratnim razaranjima u prošlom desetljeću. U velikoj se mjeri nalaze izvan prvobitnih kriterija planiranja izgradnje zbog čega se vođenje njihovog pogona odvija u iznimno otežanim okolnostima. Stoga gotovo svako pogoršanje vremenskih prilika u uvjetima zimskog maksimuma opterećenja stvara povećani rizik po sigurnost pogona međusobno povezanih visokonaponskih prijenosnih sustava. U navedenim se okolnostima tijekom siječnja 2003. godine dogodio incident s krajnjom posljedicom šireg regionalnog raspada, odnosno lokaliziranog prekida napajanja potrošača [1]. Ovaj incident zapravo predstavlja seriju ozbiljnih poremećaja i kvarova koji su uzrokovali kaskadne ispade elemenata ees-a.

Uzroci i posljedice ovog raspada brojni su i ozbiljni te ukazuju na potrebu za većom koordiniranosti vođenja pogona između tih spojenih sustava. Uključuju ne samo dinamičko vladanje HR sustava već i vladanje sustava u susjednoj RBiH s obzirom da elektromehanički čine jednu cjelinu [2]. Imajući u vidu prijelazne pojave koje se nekontrolirano šire na oba sustava, nužno je ovaj raspad tretirati kao poticaj povišenju razine sigurnosti i pouzdanosti vođenja pogona ees-a [3]. Sigurnost pogona javit će se uskoro kao jedan od temeljnih problema, posebice u svjetlu očekivanih uvjeta rekonekcije

dviju sinkronih UCTE zona koje će se većim dijelom odvijati putem ova dva sustava. Ovaj je članak prije svega orijentiran prema prepoznavanju potrebe provođenja kombiniranog tipa analize incidentnih situacija; podatkovnog i numeričkog [4]. Raspadi trebaju služiti kao izvor učenju najznačajnijih lekcija i raspoloživih mjera smanjenja rizika pojave sličnih incidenata [5 – 6].

Razmotreni su brojni tehnički aspekti raspada elektroenergetskog sustava koji se dogodio 12. siječnja 2003. godine [1]. Predočeni su rezultati podatkovne analize sekvencije događaja vezanih uz raspad koji su numerički obrađeni statičkim i dinamičkim pristupom. Kombinirana podatkovna i numerička analiza ima za cilj korelirati spoznaje o raspadu. Raspad je obuhvatio južni dio HR sustava te dio BH sustava koji je u to doba bio priključen na prvu UCTE sinkronu zonu. Uzroci, posljedice i mjere sprječavanja detaljno su analizirane u studiji koja opširno obrađuje sve relevantne događaje na temelju prikupljene dokumentacije. Detaljnije je razmotrena uloga operatora sustava te prorada specijalnog sustava zaštite tijekom kronološkog slijeda događaja vezanih uz predmetni raspad.

Uloga operatora sustava prvenstveno je analizirana na temelju prikupljenih kronoloških zapisa događaja te odziva koji su grafički zabilježeni rejelijama različitih sustava zaštite u realnom vremenu. Analiza sadrži procjenu sigurnosti početnog stacionarnog stanja koje je vladalo neposredno prije raspada. Procjena ukazuje

na razinu opreza i pripremljenosti operatora sustava u narušenim uvjetima pogona. Analitičke spoznaje iskorištene su i radi ukazivanja na mjere koje su raspoložive operatoru sustava pri izbjegavanju, odnosno ublažavanju negativnih utjecaja tijekom ponovnog uspostavljanja stanja sustava nakon raspada. Također, prepoznate su prednosti uvođenja i pravilnog usklađivanja specijalnog sustava zaštite koji je instaliran na 220 kV sjevernoj vezi HR – BH (220 kV vod Đakovo – TE Tuzla). Specijalni sustav zaštite prvenstveno služi za kontrolirano razdvajanje sustava Hrvatske i Bosne i Hercegovine u uvjetima lokalno nestabilnog napona u sjeveroistočnom dijelu HR sustava. Usklađen je s podnaponskim rasterećenjem u čvorištima opterećenja u sjevernom dijelu HR sustava. Primjenom tog sustava izbjegnuta je jedan oblik tipičnog scenarija sloma napona u sjevernom dijelu sustava zbog raspada na jugu.

Analiza raspada zasnovana je na svim relevantnim događajima u sustavu Hrvatske elektroprivrede čija je pojava zabilježena KRĐ zapisima dobivenim iz različitih izvora. Raspad je najprije analiziran na temelju prikupljenih KRĐ zapisa te odziva izmjenjenih u realnom vremenu. Zatim je uspostavljen statički i dinamički računalni model ees-a zasnovan na stanju sustava koje je vladalo u vrijeme incidenta. Na temelju KRĐ zapisa i izmjenjenih odziva tijekom razvoja događaja postavljena je najvjerojatnija kronološka sekvencija poremećaja povezanih s incidentom prema kojoj je provedena numerička analiza. Analiza sadrži procjenu sigurnosti stanja koje je vladalo neposredno prije raspada te putanju sustava u vremenskoj domeni [7]. Analiza je uvelike doprinijela prepoznavanju uzroka i posljedica tijekom razvoja raspada sustava. Analitičke spoznaje iskorištene su radi ukazivanja na mogućnosti izbjegavanja ili minimalizaciju posljedica u svakoj od različitih faza raspada. Povećana je ukupna razina saznanja o raspoloživim mjerama za ublažavanje budućih incidentnih situacija u ees-u.

2. KARAKTERISTIKE SUSTAVA

Radi prepoznavanja stanja sustava u vrijeme raspada najprije je grafički predočena općenita konfiguracija prijenosne mreže prije razvoja događaja koji su doveli do raspada sustava (slika 1). Stanje mreže ne samo u HR sustavu već i u BH sustavu ozbiljno je narušeno još uvijek nedovoljno saniranim ratnim razaranjima tijekom proteklog desetljeća. U 2004. godini za očekivati je da cjelokupna prijenosna mreža HEP-a (110 kV/220 kV/400 kV) bude u potpunosti obnovljena i štoviše pojačana te da u BH sustavu prijenosna mreža 220 kV/400 kV bude rekonstruirana. Time bi se stvorile nužne infrastrukturne pretpostavke za ponovno povezivanje dviju sinkronih UCTE zona koje će u najvećoj mjeri biti ostvareno putem hrvatskog i bosansko-hercegovačkog ees-a.



Slika 1. Konfiguracija hrvatskog ees-a s okruženjem

Tijekom prve polovice siječnja 2003. godine u Hrvatskoj je došlo do ozbiljnih poteškoća na južnom elektroenergetskom pravcu (400 kV potez Meline – Velebit – Konjsko te 220 kV potez Meline – Senj – Brinje – Konjsko). Opskrba električnom energijom bila je izrazito otežana zbog jakog nevremena na širem dijelu jadranskog priobalja, a osobito u Dalmaciji. Ovakvom otežanom stanju opskrbe doprinijele su dugotrajne niske temperature, povremene susnežice, vjetar te česti ispadi dalekovoda zbog djelovanja APU-a. Na južnom pravcu potezi 400 kV i 220 kV čine jedinu čvrstu tranzitnu vezu dovoljne prijenosne moći između Rijeke i Splita. Postojeća 110 kV mreža, čak niti u normalnom pogonu, bez njih nije u stanju zadovoljiti kvalitetan spoj ove dvije regije na prijenosnoj razini i pri tome zadržati opskrbljenost lokalnih konzuma potrebnom električnom energijom.

Zbog izuzetno loših vremenskih prilika praćenih orkanskim vjetrom, niskim temperaturama, ledenom kišom i snijegom, prije raspada se zbog kvarova izvan pogona nalazilo 7 vodova značajnih za opskrbu Dalmacije električnom energijom (slika 2). Vodovi 400 kV i 220 kV južnog pravca bili su u prekidu. Područje Dalmacije bilo je povezano s jedne strane na BH sustav preko DV 220 kV Zakučac – Mostar, DV 220 kV Konjsko – Mostar te dalje kroz BiH vodom DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla (sjeverna veza) na sjeveroistočni dio hrvatskog ees-a. S druge strane, Dalmacija je na sjeverozapadni dio hrvatskog ees-a bila spojena putem 110 kV otočka veze Rab – Novalja – Pag – Nin. Otočka veza ima ograničenu prijenosnu moć koja ne udovoljava zahtjevima veće regionalne razmjene snage.



Slika 2. Narušeni uvjeti pogona hrvatskog ees-a prije raspada

U južnom dijelu HR sustava zadovoljenje (N-1) kriterija procjene sigurnosti ovisi o razini opterećenja DV 400 kV Melina – Velebit – Konjsko. Prekid te prijenosne veze uvelike utječe na sigurnost pogona u HR sustavu. Zadovoljenost kriterija ovisi i o angažmanu proizvodnih jedinica u Dalmaciji te o raspoloživoj snazi rotirajuće rezerve. Ukoliko do prekida navedene prijenosne veze dolazi pri opterećenju većem od 200 MW (iskustveni podatak vezan uz uvjete stacionarnog pogona s minimalnim angažmanom proizvodnih jedinica u Dalmaciji), tok snage se najvećim dijelom preraspodjeljuje uzduž DV 220 kV Brinje – Konjsko. Nakon toga, taj vod ulazi u rizično područje pogona zbog mogućeg narušavanja termičkih ograničenja. Ukoliko u sustavu postoji dostatna snaga rotirajuće rezerve, operator sustava može preventivno izbjeći kaskadne ispadе vodova na južnom pravcu uz uvjet da je u prethodnom periodu bio koncentriran na to područje. Zasiurno, ovakvo djelovanje operatora sustava ostvarivo je samo ukoliko različiti sustavi zaštita nisu prethodno već reagirali i uzrokovali kaskadne ispadе u široj regiji. Općenito uzevši, zadovoljenje (N-1) kriterija sigurnosti nije upitno uz odgovarajuće uvjete pogona raspoloživih proizvodnih jedinica u HE Zakučac i HE Velebit.

Otočka veza ima manje povežno značenje uzduž južnog pravca zbog niskog iznosa najveće dozvoljene propusnosti snage. Veće značenje poprima tek pri ponovnom uspostavljanju stanja nakon poremećaja. Tada je potrebno prosljediti napon u Dalmaciju, odnosno dati vanjski napon hidroelektranama za ponovno pokretanje. Nakon prekida južnog pravca na 400 kV i 220 kV razinama, pogon 110 kV otočke veze ostvariv je uz uvjet uravnoteženosti razmjene snage između dvaju dijelova sustava. Uravnoteženi pogon se postiže usklađenim angažmanom svih proizvodnih jedinica tijekom dužeg vremenskog razdoblja, što međutim nije jednostavno ispunjavati u dužem vremenskom razdoblju.

Za slučaj trajnog kvara DV 400 kV Melina – Velebit – Konjsko i DV 220 kV Brinje – Konjsko pogon hrvatskog ees-a značajno je otežan zbog sljedećih razloga:

- Nužno je kontinuirano provoditi ostvarenje usvojenog satnog i dnevnog voznog reda prema UCTE-u uz dozvoljeno odstupanje od ± 20 MW. U slučaju navedenih trajnih kvarova u prijenosnoj mreži to se postiže prvenstveno putem podizanja i spuštanja tereta uvjetno govoreći u sjevernom i južnom dijelu sustava, pri čemu je nužno osigurati da je opterećenje DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u dozvoljenim okvirima.
- Nužno je kontinuirano provoditi uravnoteživanje opterećenja uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla koje ne smije narušiti postavljena ograničenja te osim toga svojom promjenom ne smije uzrokovati trajno satno odstupanje prema UCTE-u.
- U slučaju navedenih trajnih kvarova u prijenosnoj mreži, izvan pogona se nalazi višenamjenska elektranu RHE Velebit koja je priključena na 400 kV naponsku razinu. RHE Velebit može injektirati snagu u iznosu od 2×135 MW, odnosno u crpnom režimu uzimati iz ees-a 2×130 MW uz mogućnost kompenzacijskog rada i korigiranja visokih napona tijekom noći.
- Svaki poremećaj prolaznog karaktera može ugroziti pogon HR i BH sustava.
- Angažman hidroelektrana u južnom dijelu HR sustava prvenstveno treba biti u funkciji ostvarenja zadanog voznog reda, ali i u funkciji korigiranja opterećenja uzduž dalekovoda na južnom kraku (ponekad i na sjevernoj vezi DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla) te očuvanja planiranih kota kod malih akumulacija.
- Ispad svake proizvodne termoenergetske jedinice narušava u sustavu teško uspostavljeno kvazi-stacionarno stanje, remeti tokove snaga, izaziva stvaranje zagušenja u prijenosnoj mreži, zahtijeva preraspodjelu ograničenih količina plina među elektranama ili čak i zamjenu pogonskog goriva (plin – mazut).
- U uvjetima dugotrajno niskih temperatura okoliša i bure dolazi do povećane potrošnje električne energije posebice u Dalmaciji za potrebe grijanja.
- U južnom dijelu BH sustava nalazi se EAL Mostar koji je značajan potrošač velikog iznosa električne energije. Njegovo napajanje izvodi se iz TS Mostar 3 i TS Mostar 4. U uvjetima normalnog pogona ovaj potrošač trajno preuzima snagu u iznosu između 160 MW i 190 MW. Stabilan je potrošač koji ima dugoročno ugovorene izvozne poslove. S obzirom da se u proizvodnom procesu u njegovim kadama tali aluminij, osjetljiv je na duži prekid napajanja. Dozvoljeni prekid napajanja može trajati do najduže 2 sata bez većih posljedica po proizvodni proces. U suprotnom nastupaju velike štete. Za usporedbu, utrošena

električna energija EAL Mostar na dnevnoj je razini ekvivalentna ukupnoj proizvodnji električne energije iz tri novoizgrađene hidroelektrane na Neretvi (HE Salakovac, HE Grabovica, HE Mostar) koje cjelodnevno nisu u mogućnosti ostvariti maksimalni angažman. Dakle, EAL Mostar je potrošač kojem je potrebno osigurati trajno napajanje energijom neovisno o pravcu iz kojeg ona dolazi.

Promatrajući HR i BH sustave kao elektromehaničku cjelinu uočavaju se dvije spojne točke značajne za zajednički pogon; jedna u Slavoniji, a druga u Dalmaciji. Spojna točka u Slavoniji odnosi se na TS Đakovo i poveznicu DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla. Spojna točka u Dalmaciji odnosi se na poveznice DV 220 kV Konjsko – Mostar i DV 220 kV Zakučac – Mostar, što uz DV 220 kV Konjsko – Zakučac čini zajedničku 220 kV petlju s povezanim čvorištima Zakučac, Konjsko i Mostar. U vrijeme prije raspada, druga spojna točka je na sjeverozapadni dio HR sustava bila spojena putem otočke 110 kV veze ograničenih mogućnosti prijenosa. Veći poremećaji proizvodnje u južnom dijelu HR sustava poput ispada većih hidroenergetskih jedinica dodatno opterećuju sjevernu 220 kV vezu te otočku 110 kV vezu. U nepovoljnim okolnostima moguć je razvoj kritičnog slijeda događaja koji u konačnici može uzrokovati raspad sustava.

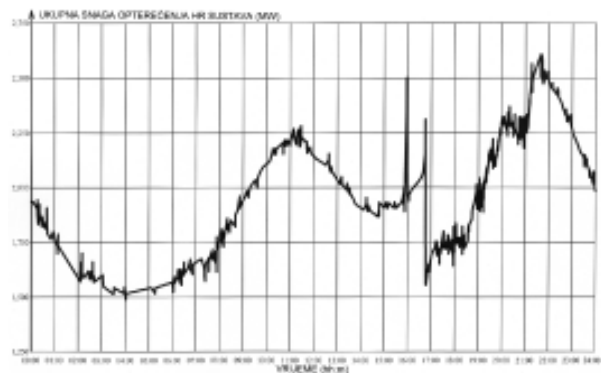
3. UZROCI I POSLJEDICE RASPADA

Predmetni raspad ees-a dogodio se u nedjelju 12.1.2003. godine u 16:44 sati. Operatori sustava uspjeli su uravnotežiti razmjenu snage HR sustava i njegovih regija. Neposredno prije raspada HR sustav bio je relativno dobro uravnotežen prema UCTE-u (razmjena snage u iznosu od 173 MW / -70 Mvar, tranzit snage u iznosu od 741 MW / 169 Mvar). Prema BH sustavu je HR sustav također bio relativno dobro uravnotežen (razmjena snage u iznosu 5 MW / -23 Mvar). Proizvodnja na području Dalmacije bila je uravnotežena s potrošnjom. Ukupna potrošnja konzuma Dalmacije u trenutku incidenta iznosila je približno 490 MW (približno 80% od maksimalnog opterećenja u iznosu od 633 MW). Ukupno opterećenje hrvatskog sustava (potrošnja + gubici) iznosilo je 2023 MW / 41 Mvar (vršno opterećenje približno 2700 MW).

Prema izvadcima iz SCADA sustava, bilanca proizvodnje i potrošnje šire regije Dalmacije te BH sustava ukazuje na regionalno uravnoteženo vođenje pogona u uvjetima smanjene sigurnosti zbog neraspoloživosti većeg broja prijenosnih vodova. Sjeverna 220 kV veza (DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla) bila je slabo opterećena (30 MW / 4 Mvar iz BH u HR), a u elektranama je postojalo 120 MW rotirajuće rezerve. Opterećenje spojnih vodova između HR i BH sustava je tijekom cijelog dana 12.1.2003. godine iznosilo između 10 i 25 % od dozvoljene termičke granice. BH sustav uglavnom je proizvodio energiju za svoje potrebe. Angažirana sna-

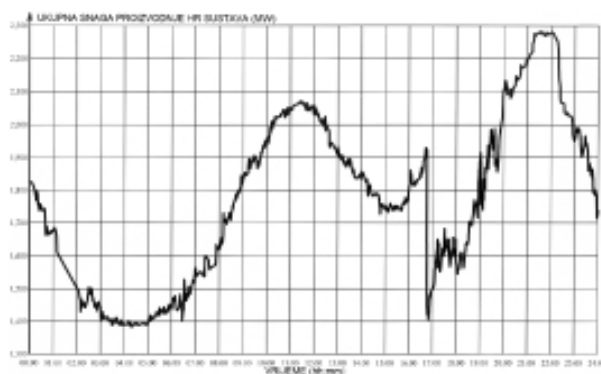
ga na mreži u vrijeme raspada iznosila je 730 MW u EP BiH te 280 MW u EP HZHB. Drugi agregat u HE Dubrovnik koji inače radi za potrebe EP RS bio je priključen na prvu UCTE sinkronu zonu unutar BH sustava.

U pravilu je ukupna dnevna nedjeljna potrošnja niža od ukupne potrošnje tijekom radnog dana. Potrošnja električne energije u trenutku poremećaja locirana je u cjelodnevnom dijagramu potrošnje u udolinu između jutarnjeg i večernjeg vrha (slika 3). U dnevnom dijagramu opterećenja radi se o točki s relativno nižom potrošnjom energije u očekivanju brzog porasta prema večernjem vrhu. Tijekom sljedeća dva sata potrošnja sustava treba rasti te u samom vrhu dostići vrijednost koja bi bila veća za približno 500 MWh/h do 600 MWh/h. Poremećaj je inicijalno uzrokovao promjenu snage opterećenja u hrvatskom ees-u i to u iznosu od približno 500 MW; snaga opterećenja pala je s 2060 MW na 1560 MW.



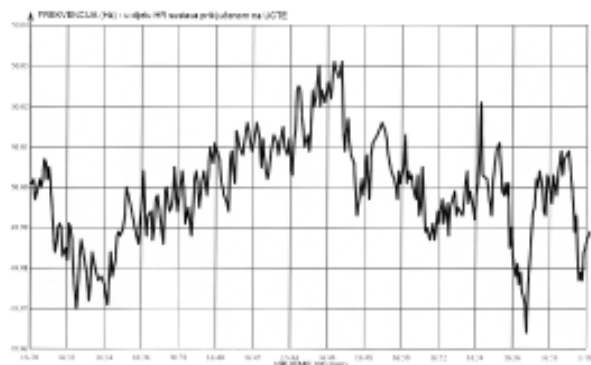
Slika 3. Opterećenje HR sustava na dan raspada

Poremećaj je inicijalno uzrokovao i promjenu snage proizvodnje u HR sustavu u iznosu od 540 MW; snaga proizvodnje pala je s 1940 MW na 1400 MW (slika 4). Nakon raspada, cijeli južni dio HR sustava ostao je bez napajanja i to u vrijeme očekivanog brzog porasta potrošnje. Dvije BH elektroprivrede koje su u to vrijeme bile priključene na prvu sinkronu UCTE zonu također su doživjele potpuni raspad.



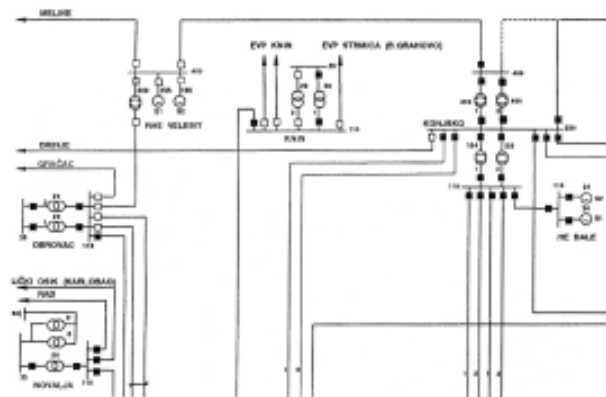
Slika 4. Proizvodnja HR sustava na dan raspada

U sjevernom dijelu HR sustava koji je cijelo vrijeme bio priključen na UCTE, izmjerene promjene frekvencije sustava poprimale su niske iznose s obzirom da se radi o sustavu velike frekvencijske krutosti (slika 5). Promjena frekvencije u vrijeme poremećaja (16:44 sati) ima relativno mali iznos od 23 mHz. Nisu pronađeni odzivi frekvencije u dijelovima HR i BH sustava koji su tijekom raspada odvojeni od prve sinkrone UCTE zone. Ti su se dijelovi nalazili u uvjetima otočnog pogona tijekom približno 30 sekundi.



Slika 5. Frekvencija UCTE sustava tijekom raspada

Tijekom 11.1.2003. i 12.1.2003. na vodu DV 400 kV Konjsko – Velebit registrirana je višestruka prorada jednofaznog APU-a, a vod je uključivan neuobičajeno mnogo puta nakon prolaznih kvarova (slika 6). Zbog potrebe da se poveća sigurnost sustava nastojala se uspostaviti sigurna veza putem voda DV 400 kV Konjsko – Velebit kako bi mogla biti korištena elektrana RHE Velebit. Time bi se u RHE Velebit prosljedio napon koji je potreban za napajanje vlastite potrošnje elektrane te za njezino pokretanje i sinkronizaciju na mrežu.



Slika 6. Lokacija poremećaja koji je uzrokovao raspad

Kao neposredni inicijalni događaj koji je izazvao raspad sustava prepoznat je kratki spoj na DV 400 kV Konjsko – Velebit u blizini čvorišta Velebit zbog poteškoća s prekinutim zaštitnim užetom. Taj je vod neposredno prije toga (u 16:34 sati) uključen sa strane

TS Konjsko i jednostrano napajan radi prosljeđivanja napona u RHE Velebit potrebnog za uspostavljanje pomoćnog napajanja i stvaranje preduvjeta za njezino pokretanje. Na temelju provedene analize KRD zapisa događaja zaključeno je da najvjerojatnije jedan pol prekidača 400 kV vodnog polja Velebit u TS Konjsko nije prekinuo struju kvara pri isključenju voda DV 400 kV Konjsko – Velebit u 16:43:58.998 sati. Ovakav je zaključak izveden na temelju stalno prisutnog (i nakon isključenja prekidača u TS Konjsko) pobuđivanja zaštite u TS Konjsko, HE Zakučac i TS Bilice. Prorade zaštita od nesimetrije kod generatora u HE Zakučac i HE Đale idu u prilog ovakvoj tvrdnji.

Širenje predmetnog poremećaja nije učinkovito spriječeno u čvorištu TS Konjsko 400 kV. TS Konjsko 400/220/110 kV jedina u hrvatskom ees-u na razini 400 kV nije opremljena zaštitom sabirnica i zaštitom od otkazivanja prekidača. Ove bi vrste rezervnih zaštita osigurale učinkovitije izoliranje predmetnog mjesta kvara u slučaju otkazivanja glavnog sustava zaštite. Dakle, nastala nesimetrija nije eliminirana rezervnim sustavom zaštite u 400 kV čvorištu Konjsko zbog čega je u kratkom periodu nakon inicijalnog događaja (30 s) došlo do kaskadnog ispada velikog broja vodova (distantna zaštita) i elektrana (nesimetrično opterećenje) u području južne Hrvatske što je za konačnu posljedicu imalo prekid isporuke električne energije.

Za vrijeme prekida napajanja ukupno nije isporučeno približno 1270 MWh električne energije konzumu južne Hrvatske. Uz cijenu od 0.55 HRK/kWh te dodavanjem 22% PDV-a procjenjuje se financijski gubitak Hrvatske elektroprivrede zbog neisporučene električne energije u iznosu 852.170 HRK ili približno 115.000 €. Odgovarajuća šteta za društvo u cjelini, odnosno vrijednost neisporučene energije, ukoliko se računa po prosječnoj cijeni od 1.5 €/kWh (što odgovara omjeru bruto društvenog proizvoda i godišnje potrošnje električne energije u Hrvatskoj) iznosila bi približno 1.900.000 €. S obzirom da se raspad dogodio u nedjelju (neradni dan) odgovarajuća šteta mogla bi biti i manjeg iznosa. Štete na infrastrukturnoj opremi koje su nastale kao posljedica olujnog nevremena znatno su veće. Troškovi popravka vodova iznose 17.285.000 HRK ili cca € 2.250.000.

Osim toga, raspadi sustava doprinose stvaranju nepovjerenja potrošača prema isporučiteljima električne energije, što dovodi do nepovoljnih ekonomskih, pravnih i političkih poteškoća. U takvim je situacijama slaba utjeha da je riječ o ratom devastiranom sustavu koji je dodatno oslabljen nedostatnim ulaganjima u održavanje te u kojem izrazito loši klimatski uvjeti lako mogu izazvati raspad. Da bi pojavnost raspada sustava bila svedena na najmanju moguću mjeru, svaki pravilno organizirani ees treba zadovoljavati neke osnovne mjere očuvanja sigurnog pogona poput pouzdanih i tehnički ispravnih postrojenja, ispravnog udešenja zaštite na selektivnom principu, podešenog podfrekvencijskog

i podnaponskog rasterećenja, sposobnosti 'crnog starta' ključnih agregata, poštivanja minimalnog (N-1) kriterija sigurnosti pogona sustava, razrađenog plana mjera za postupanje u kriznim situacijama... Navedene je mjere potrebno kontinuirano dorađivati i usklađivati.

Na temelju analiziranih KRD zapisa o tijeku događaja vezanih uz raspad ees-a u Dalmaciji uspostavljena je najvjerojatnija kronološka sekvencija poremećaja povezanih s incidentom. U tablici 1 detaljno su predložena sva vremena isključenja prekidača značajnijih generatora i vodova u postavljenoj kronologiji. Kronologija je iskorištena za formiranje simulacijskog scenarija raspada ees-a pomoću računalnog dinamičkog modela (vremena u zgradama). Na temelju provedenih simulacija procijenjeni su iznosi napona i tokovi snaga pri kojima je došlo do isključenja prekidača generatora i vodova kako bi se ukazalo na eventualna odstupanja u postavkama sustava zaštita.

Na temelju podataka iz tablice 1 uočava se da su unutar 30 sekundi od inicijalnog poremećaja iz pogona ispali svi proizvodni kapaciteti na području Dalmacije. Zbog velikog manjka snage proizvodnje kratkotrajno je potekla velika snaga uzduž otopke 110 kV veze te sjeverne 220 kV veze (DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u smjeru Tuzle). Zbog preopterećenja dolazi do kidanja otopke veze na sekciji DV 110 kV Novalja – Pag nakon čega se dodatno povećava opterećenje uzduž sjeverne 220 kV veze koja tada postaje jedina spona između dva hrvatska elektroenergetska kraka. Nedugo zatim, i sjeverna 220 kV veza biva isključena proradom specijalnog sustava zaštite koji je instaliran u čvorištu TS Đakovo 220 kV. Zaštita je u koordinaciji s podnaponskim rasterećenjem isključila vod u TS Đakovo zbog prijetjećeg sloma napona i time spasila Slavoniju od raspada koji je zahvatio južni dio sustava HR te BH sustav.

U HE Zakućac inicijalni je događaj najprije detektirao generator G4/150 MVA/110 kV, a zatim generator G3/150 MVA/220 kV. Detektiran je signal u sustavima regulacije uzbude tih generatora koji je vezan uz vremensko ograničenje najveće dozvoljene struje uzbude. HE Zakućac sadrži ukupno četiri proizvodne jedinice, a dvije navedene predstavljaju veće jedinice koje su opremljene sa statičkim uzbudnim sustavima napajanim s terminalskih priključnica generatora. Preostale dvije jedinice imaju starije rotirajuće uzbudne sustave. Generator G3/150 MVA/220 kV isključen je kao prvi u nizu generatora HE Zakućac zbog gubitka uzbude koji je uzrokovan pojavom nesimetričnih prilika u tiristor-skim usmjerivačima. Generator G4/150 MVA/110 kV isključen je kao posljednji u nizu generatora HE Zakućac unatoč činjenici da je kao prvi detektirao inicijalni događaj. Približno 24 sekunde proteklo je između prvog detektiranog signala i isključenja ovog generatora. Pregledom detaljnog kronološkog zapisa utvrđeno je da je ovaj generator proveo barem 7.5 sekundi u nestabilnom pogonu uz izmjenu polariteta uzbudnog napona između najveće (pozitivne) vrijednosti i najmanje (negativne) vrijednosti.

Tablica 1. Najvjerojatniji scenarij raspada u HR sustavu

Vrijeme (hh:mm:ss)	Događaj
16:43:58.603 (10.000 s)	Nastanak kratkog spoja na jednostrano napajanjem DV 400 kV Konjsko – Velebit (80 km od TS Konjsko).
16:43:58.998 (10.395 s)	U TS Konjsko isključen prekidač DV 400 kV Konjsko–Velebit. 3fKS prelazi u 1fKS (inverzna i nulta impedancija dodane na mjestu kvara).
16:44:00.474 (11.871 s)	U HE Dubrovnik isključen prekidač DV 220 kV Plat – RP Trebinje. Ispad agregata G2/120 MVA/220 kV u HE Dubrovnik.
16:44:01.224 (12.621 s)	U HE Zakućac isključen prekidač kod G3/150 MVA/220 kV.
16:44:01.627 (13.024 s)	U HE Dale isključen prekidač kod G2/24 MVA/110 kV.
16:44:02.499 (13.896 s)	U HE Dale isključen prekidač kod G1/24 MVA/110 kV.
16:44:02.879 (14.276 s)	U HE Zakućac isključen prekidač DV 220 kV HE Zakućac – Konjsko.
16:44:03.175 (14.572 s)	U HE Zakućac isključen prekidač kod G2/120 MVA/220 kV.
16:44:05.049 (16.446 s)	U TS Nin isključen prekidač na DV 110 kV Nin – Pag (kidanje 110 kV otopke veze).
16:44:05.051 (16.448 s)	U TS Novalja isključen prekidač na DV 110 kV Novalja – Pag (kidanje otopke 110 kV veze).
16:44:07.995 (19.392 s)	U HE Čaplina isključen prekidač kod G2/240 MVA/220 kV i to 1.5 s prije isključenja DV 220 kV Dakovo TE Tuzla (jedini simulirani događaj u BH sustavu).
16:44:08.339 (19.736 s)	U HE Zakućac isključen prekidač DV 220 kV HE Zakućac – Bilice.
16:44:09.495 (20.892 s)	U TS Dakovo isključen prekidač DV 220 kV Dakovo – TE Tuzla (kidanje sjeverne 220 kV veze).
16:44:12.031 (23.428 s)	U HE Dubrovnik isključen prekidač DV 110 kV Plat – Komolac. Ispad agregata G1/120 MVA/110 kV u HE Dubrovnik.
16:44:13.196 (24.593 s)	U HE Zakućac isključen prekidač kod G1/120 MVA/110 kV.
16:44:16.656 (28.053 s)	U TS Vrboran isključen prekidač na DV 110 kV Konjsko – Vrboran (1/2).
16:44:16.665 (28.062 s)	U TS Vrboran isključen prekidač DV 110 kV Konjsko – Vrboran (2/2).
16:44:17.132 (28.529 s)	U TS Vrboran uključen prekidač DV 110 kV Konjsko – Vrboran (2/2).
16:44:17.169 (28.566 s)	U TS Vrboran uključen prekidač DV 110 kV Konjsko – Vrboran (1/2).
16:44:17.226 (28.623 s)	U TS Vrboran isključen prekidač na DV 110 kV Konjsko – Vrboran (1/2).
16:44:17.232 (28.629 s)	U TS Vrboran isključen prekidač na DV 110 kV Konjsko – Vrboran (2/2).
16:44:17.258 (28.655 s)	U TS Konjsko sa strane 110 kV isključen prekidač kod ATR1 220 kV / 110 kV.
16:44:17.261 (28.658 s)	U TS Konjsko sa strane 220 kV isključen prekidač kod ATR2 220 kV / 110 kV.
16:44:17.279 (28.676 s)	U TS Konjsko sa strane 110 kV isključen prekidač kod ATR2 220 kV / 110 kV.
16:44:17.284 (28.681 s)	U TS Konjsko sa strane 220 kV isključen prekidač kod ATR1 220 kV / 110 kV.
16:44:17.582 (28.979 s)	U TS Makarska isključen prekidač DV 110 kV Makarska – Opuzen.
16:44:18.064 (29.461 s)	U TS Makarska uključen prekidač DV 110 kV Makarska – Opuzen.
16:44:18.456 (29.853 s)	U TS Blato isključen prekidač na DV 110 kV Blato – Ston.
16:44:19.120 (30.517 s)	U TS Blato uključen prekidač na DV 110 kV Blato – Ston.
16:44:22.467 (33.864 s)	U HE Zakućac isključen prekidač kod G4/150 MVA/110 kV.
16:44:31.724 (43.121 s)	U HE Peruća isključen prekidač kod G1/26 MVA/110 kV.

4. POUZDANOST PRIJENOSNIH VODOVA

Vrlo je zanimljivo uspostaviti korelaciju između pret-hodnih spoznaja vezanih uz predmetni raspad s jedne strane i zaključka statističke analize pouzdanosti prijenosnih vodova s druge [8]. Statistički podaci o kvarovima dalekovoda rezultat su analize kvarova provedene kroz period od 12 godina u prijenosnoj mreži bivše jugoslavenske elektroprivrede, koja predstavlja dovoljno veliki uzorak da bi se moglo doći do statistički vjerodostojne zakonitosti događaja.

Uzimajući u obzir građevinske i montažne elemente od kojih su dalekovodi sastavljeni, oni u pravilu predstavljaju vrlo pouzdane elemente prijenosne mreže. Strikt-nom primjenom propisa i provođenjem dobre tehničke prakse pri njihovoj izgradnji i održavanju, dalekovodi mogu dugi niz godina zadržati visoku razinu pouzdanosti. Nažalost, dva faktora negativno utječu na njihovu pouzdanost. Prvi je činjenica da zbog svoje prostorne dimenzije dalekovodi prolaze kroz vrlo različite geografske, vremenske i urbane zone što znatno doprinosi povećanju vjerojatnosti nastanka kvarova i ispada iz pogona. Drugi i značajniji faktor je vladanje dalekovoda tijekom vremenskih nepogoda. Učestalost kvarova dalekovoda u uvjetima vremenskih nepogoda povećana je i više desetaka puta u usporedbi s intenzitetom kvara pri normalnim vremenskim uvjetima. Olakšavajuća okolnost kod ovih kvarova nalazi se u njihovom prolaznom karakteru što najčešće ne stvara veće posljedice po sustav. Štoviše, vrijeme popravka kod trajnih kvarova u mnogim je slučajevima relativno kratko. Otežavajuća okolnost nalazi se u činjenici da se vremenske nepogode javljaju posebice intenzivno u ograničenim područjima zbog čega teškim kvarovima i ispadima može istodobno biti izložen veći broj dalekovoda u jednom području.

Osnovu ispitivanja predstavlja statistika trajnih kvarova dalekovoda 110 kV, 220 kV i 400 kV naponske razine tijekom perioda od 12 godina. Pod trajnim kvarom podrazumijeva se kvar zbog kojeg je potrebna intervencija ekipe na terenu prije ponovnog stavljanja dalekovoda u pogon. Ukupni broj trajnih kvarova u razmatranom periodu iznosio je 105. Godišnji broj kvarova bio je promjenjiv od 1 do 20, uz to da je prosječno bilo 8.75 kvarova na godinu. S obzirom na naponsku razinu udio kvarova imao je sljedeću raspodjelu:

110 kV	64.8 %
220 kV	27.7 %
400 kV	7.5 %

Predočeni se postotci poklapaju s dužinama vodova određenog nazivnog napona s malim odstupanjem na više kod nazivnog napona 110 kV i na niže kod nazivnog napona 400 kV.

Na temelju provedene analize lokacija trajnih kvarova uočeno je da postoje karakteristična područja s vrlo velikim brojem kvarova dok su u ostalom dijelu mreže

kvarovi relativno rijetki. Najtežim područjem u ovom razmatranju pokazalo se područje koja obuhvaća Primorje, Gorski Kotar i Liku (područje I). U tom se području dogodilo ukupno 34.4 % kvarova. Drugo područje (područje II) obuhvaća Dalmaciju (također Hercegovinu i dio Crne Gore). U tom se području dogodilo ukupno 20,9 % kvarova. Ako se promotre kvarovi koji su se dogodili isključivo u Hrvatskoj tada je ukupni broj kvarova iznosio 50 od čega su se 34 kvara ili 68 % dogodila u području I, 12 kvarova ili 24 % u području II, a 4 kvara ili 8 % u ostalim dijelovima. Rezultati ispitivanja pokazuju da je pouzdanost osobito ugrožena tijekom studenog, siječnja i prosinca sa 65 % od svih kvarova, dok osobito "mirne" mjesece predstavljaju svibanj, rujna i listopad sa svega 0,9 %.

Pojava istodobnih kvarova znatno je promjenjiva u ovisnosti o naponskoj razini. Tako je primjerice za nazivni napon 110 kV u 27 opažanja uočeno 1 istodobni kvar, a u 1 opažanju uočeno je čak 10 istodobnih kvarova. Za nazivni napon 220 kV raspolagalo se s 18 opažanja za 1 istodobni kvar, te s 2 opažanja za 5 istodobnih kvarova. Za nazivni napon 400 kV raspolagalo se sa 4 opažanja za 1 istodobni kvar te sa 1 opažanjem za 4 istodobna kvara. Proračunom vjerojatnosti pojave broja istodobnih kvarova postižu se sljedeći rezultati (x označava broj istodobnih kvarova, a $P(x)$ vjerojatnost njihove pojave):

400 kV naponska razina

x	$P(x)$
0	0.260
1	0.352
2	0.230
3	0.102
4	0.033

220 kV naponska razina

x	$P(x)$
0	0.295
1	0.360
2	0.216
3	0.088
4	0.027
5	0.006

110 kV naponska razina

x	$P(x)$
0	0.112
1	0.246
2	0.268
3	0.195
4	0.106
5	0.047
6	0.017
7,8,9,10	0.007

S obzirom da se predočena razdioba prilično dobro poklapa s Poissonovom razdiobom moguće je izračunati teorijski najveći broj istodobnih kvarova. On se kreće oko broja 6. Izneseni podaci o vladanju dalekovoda pružaju planeru prijenosne mreže i dispečerskoj službi korisne informacije vezane uz njihovo djelovanje. Uočeno je da s obzirom na zadovoljenje sigurnosnog kriterija (N-1) u ugroženim područjima, zimski period predstavlja vrlo rizičan dio godine.

Pomoću sličnih postupaka s kojima je obrađena učestalost pojave višestrukih kvarova obrađeno je i trajanje istodobnih kvarova. Za trajanje kvarova u 110 kV mreži dobivene su sljedeće vrijednosti (x označava broj istodobnih kvarova, a $P(x)$ raspodjela njihove pojave):

x	$P(x)$
0	0.429
1	0.363
2	0.153
3	0.043
4,5,6,7	0.011

Dakle, u 42.9 % vremena nema ni jednog trajnog kvara u mreži 110 kV, dok se na primjer u 4.3 % vremena javljaju tri dalekovoda u trajnom kvaru.

U slučaju da se postavi pitanje je li predmetni raspad bio nepredvidiv, neuobičajen ili neshvatljiv, odgovor bi bio negativan. Naime, usporedbom osnovnih informacija o predmetnom raspadu s prethodno navedenim rezultatima statističkih obrada uočavaju se sljedeće podudarnosti:

- Događaj se zbio u Dalmaciji, dakle u jednoj od dvije najugroženije zone.
- Događaj se zbio u siječnju, dakle u jednom od tri najugroženija mjeseca.
- Istodobno je u kvaru neposredno prije raspada bilo 7 dalekovoda, što je vrlo bliska vrijednost izračunatoj teorijskoj veličini 6.

5. REGIONALNO URAVNOTEŽENO POČETNO STANJE KAO POKAZATELJ PODUZETIH MJERA OPREZA OPERATORA SUSTAVA

Radi minimiziranja vjerojatnosti pojave raspada ili eventualnih posljedica u različitim fazama njegovog razvoja, svaki pravilno organizirani sustav treba zadovoljiti neke temeljne kriterije sigurnosti pogona. Time bi se operatoru sustava omogućilo učinkovito djelovanje u uvjetima nastanka takvih poteškoća.

Analiza rekonstruiranog početnog stacionarnog stanja koje je vladalo neposredno prije raspada ukazuje na uvjete regionalno uravnoteženog pogona HR sustava prije nego što je došlo do pojave inicijalnog poremećaja. Uočeno je da su operatori sustava primijenili odgovarajuće mjere radi uravnoteživanja snage razmjene iz-

među regija HR sustava te minimiziranja posljedica eventualnih incidentnih situacija. Numerički proračuni izvedeni su na temelju zaključaka podatkovne analize kako bi se doprinijelo ukupnoj analizi tehničkih problema vezanih uz raspad sustava. S tog je stajališta najprije formiran detaljni statički i dinamički model HR i BH sustava kao i svih okolnih sustava. Najprije je numerički analizirano početno stacionarno stanje koje je prethodilo predmetnom raspadu, a u nastavku su navedene osnovne spoznaje.

U postavljenom početnom stanju najprije su provedeni proračuni tokova snaga koji su pokazali da nema čvorišta čiji bi iznos napona odstupao za više od $\pm 10\%$ od nazivnog napona. U manjem se broju čvorišta iznosi napona nalaze između $+5\%$ i $+10\%$, odnosno između -5% i -10% od nazivnog napona. U početnom stanju sustava koje je prethodilo raspadu nisu registrirani problemi s termičkim preopterećenjima niti nedozvoljena odstupanja iznosa napona u čvorištima mreže.

Analiza ispada elemenata prijenosne mreže pokazala je da je (N-1) kriterij sigurnosti pogona s obzirom na preopterećenje elemenata u južnom dijelu HR sustava (te u BH sustavu) zadovoljen u modeliranom stanju koje je vladalo neposredno prije predmetnog raspada. Elementi koji su locirani u Dalmaciji (te BH) nisu klasificirani kao potencijalno kritični s obzirom da njihovi ispadi ne bi uzrokovali pojavu termičkih preopterećenja. Neposredno prije predmetnog raspada veći je broj dalekovoda u Dalmaciji bio izvan pogona, ali je sustav u Dalmaciji ipak statički zadovoljavao (N-1) kriterij sigurnosti pogona čak i pri inicijalnom gubitku 7 vodo-va. Na zadovoljenje statičkog (N-1) kriterija sigurnosti neposredno prije raspada prvenstveno je utjecalo uravnoteženo vođenje pogona između regija HR sustava te između HR i BH sustava. Operatori sustava bili su pripravnici za djelovanje u uvjetima smanjenje sigurnosti pogona. U sjeveroistočnom dijelu HR sustava koji nije bio zahvaćen raspadom, najveće narušenje termičkog ograničenja u slučaju ispada DV 220 kV Đakovo – Mraclin iznosi 136 % na DV 110 kV Međurić – Daruvar.

Nakon toga su proračunate vrijednosti raspoložive prijenosne moći (ATC) između HR i BH sustava. Dobivene ATC vrijednosti ne ukazuju na osobito velike poteškoće u ostvarenju razmjene snage u manjim iznosima (do 100 MW) što je i bio slučaj neposredno prije raspada.

Zatim su za postavljeno početno stanje sustava neposredno prije raspada proračunata kritična vremena trajanja trofaznog kratkog spoja koji se javlja u blizini proizvodnih jedinica. Dobivene vrijednosti kritičnih vremena dovoljnog su iznosa s obzirom na standardno vrijeme ispravne prorade prekidača. Kritična vremena uglavnom su veća od 0.300 s i ne ukazuju na poteškoće koje bi bile vezane uz održavanje elektromehaničke stabilnosti kuta rotora generatora tijekom prvog njihaja nakon inicijalnog trofaznog kratkog spoja. Pri tome su iznosi početne struje trofaznog kratkog spoja manji od

rasklopne moći prekidača u tim čvorištima. Iznosi snage trofaznog kratkog spoja na sučelju elektrana i prijenosne mreže veći su od minimalnog zahtjeva. Neposredno prije poremećaja bio je zadovoljen kriterij održanja sinkronizma s obzirom na minimalno kritično vrijeme (0.150 s) definirano vremenom djelovanja prekidača te barem šesterostruko veći iznos snage trofaznog kratkog spoja na sučelju elektrane i prijenosne mreže od instalirane nazivne djelatne snage.

Trofazni kratki spoj na predmetnom mjestu kvara trebao je biti izoliran ispravnim djelovanjem sustava zaštita te prekidača. S obzirom da jedan pol prekidača na DV 400 kV Konjsko – Velebit nije ispunio nalog za isključenje te da transformatori TR 400/220 kV Konjsko nisu na vrijeme isključeni, kvar se proširio iz čvorišta TS Konjsko 220 kV prema svim ostalim povezanim čvorištima. Na temelju KRD liste događaja uočeno je da je nakon toga došlo do neselektivnog isključenja većeg broja okolnih vodova i proizvodnih jedinica zbog pojave izrazite nesimetrije. Kaskadni ispadi mogli bi biti spriječeni provođenjem ispravne koordinacije sustava zaštita u graničnom dijelu između HR i BH sustava.

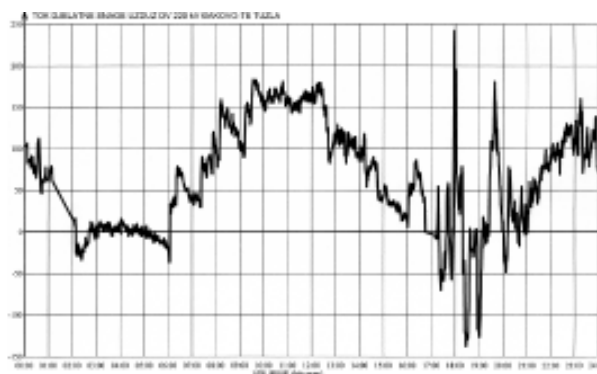
6. DJELOVANJE OPERATORA SUSTAVA TIJEKOM PONOVOG USPOSTAVLJANJA STANJA NAKON RASPADA

Na osnovi analiziranih KRD zapisa uspostavljen je najvjerojatniji kronološki slijed događaja koji opisuje razvoj raspada (tablica 1). Kronologija je iskorištena radi formiranja scenarija sekvencije raspada koji je simuliran pomoću računalnog dinamičkog modela.

Svi generatori u Dalmaciji ispalili su iz pogona unutar 30 s od inicijalnog poremećaja. Zbog tako velike neuravnoteženosti snage u sustavu dolazi do povećanja tokova snaga uzduž otopke 110 kV veze i sjeverne 220 kV veze (DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u smjeru Tuzle). Zbog termičkog preopterećenja, otopka 110 kV veza najprije je prekinuta na sekciji DV 110 kV Novajla – Pag. Nedugo zatim dolazi do dodatnog povećanja tokova snaga uzduž sjeverne 220 kV veze koja je tada postala jedina poveznica između dvije glavne regije HR sustava (sjeverne i južne). Ubrzo nakon toga sjeverna 220 kV veza je isključena zbog prorade specijalnog sustava zaštite koji je instaliran u 220 kV čvorištu Đakovo. Specijalni sustav zaštite koji je usklađen s podnaponskim rasterećenjem isključuje sjevernu 220 kV vezu u 220 kV čvorištu Đakovo zbog približavajućeg sloma napona. Na taj je način u Slavoniji izbjegnuta raspada sustava koji se do tada već proširio u Dalmaciji i BH sustavu. Kasnije je sjeverna 220 kV veza ponovno uključena kako bi se operatorima sustava omogućilo ponovno uspostavljanje stanja.

Tok djelatne snage uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla (slike 7 – 8) ukazuje na veliku promjenjivost koja se javila u periodu između 16:43 i 20:30 sati. U tom su periodu Dalmacija i BH bili u stanju raspada pri čemu

su operatori sustava pokušavali ponovno vratiti napajanje potrošačima djelomično i putem te veze.

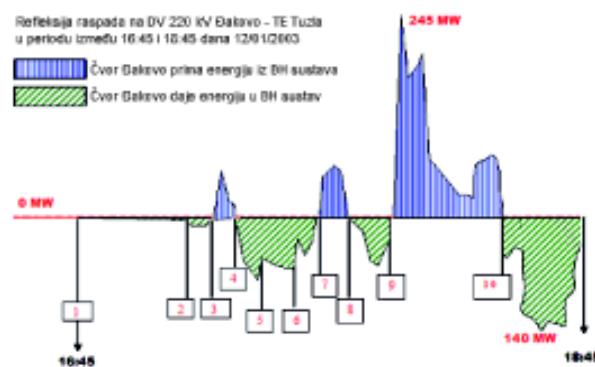


Slika 7. Djelatna snaga uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla - na dnevnoj osnovi -



Slika 8. Djelatna snaga uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla - između 16:00 i 21:00 sati -

Posebice je u tom pogledu zanimljiv pokušaj rekonstrukcije događaja vezanih uz razmjenu energije između HR i BH sustava uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u periodu ponovnog uspostavljanja stanja od 16:45 sati do 18:45 sati (slika 9). Tijekom raspada ovaj je dalekovod najprije isključen u sklopu prorade zaštite sustavnog rasterećenja. Zatim je u fazi ponovnog uspostavljanja stanja ponovno uključen kako bi se izvelo energetske povezivanje HR i BH sustava.



Slika 9. Refleksija raspada na DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla

Točka 1 označava ispad DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla i raspad sustava. Između točke 1 i 2 BH sustav vuče početne količine energije koja postupno raste. U vremenu koje je procijenjeno na 17:12 sati (točka 2) teret je narastao na dvostruko veći iznos od prethodnog. U 17:15 sati priključeni teret ispada (točka 3) ili ulazi proizvodnja do snage od 60 MW. Vjerojatnijim se čini da sinkronizirani izvor u BH sustavu daje energiju u HR sustav tijekom idućih 5 minuta.

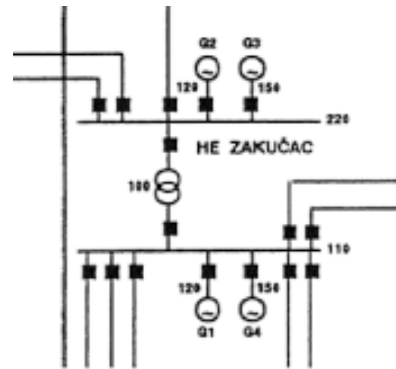
U točki 4 oko 17:20 sati dolazi do priključenja većeg iznosa potrošnje u BH sustavu pa se razmjenjuje snaga u iznosu od približno 70 MW. Na taj porast pretpostavlja se najveći utjecaj ima priključenje opterećenja u središnjem dijelu BH sustava koja se na intervenciju operatora sustava snižavaju zbog rizika od pojave smanjenih iznosa napona i sloma napona. Stoga između točaka 5 i 7 dolazi do snižavanja opterećenja s obzirom na zahtjev HR operatora sustava da se teret priključuje postupno i kontinuirano kako bi se održali odgovarajući uvjeti pogona na DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla. Ulazak proizvodnih izvora u BH sustavu trebalo je uravnotežiti s kontinuiranim porastom tereta. Pri tome je terećenje trebalo provoditi selektivno u smislu pružanja priključka proizvodnji (tj. pogonima koji su izuzetno osjetljivi na gubitak napajanja) pa tek onda potrošnji kućanstava.

Između točaka 7 i 8 teret u BH sustavu vjerojatno ispada iz pogona, a proizvedena energija koju u BiH nema tko potrošiti ulazi u HR sustav. Između točaka 8 i 9 dolazi do ponovnog priključenja potrošnje u BH sustavu do iznosa snage 50 MW. Nakon toga se iza točke 9 u vremenu od 17:55 sati do 18:20 sati u HR sustav isporučuje najveći iznos snage (245 MW). Pretpostavlja se da je u točki 9 došlo do ispada potrošnje u BH sustavu. S obzirom da proizvedenu energiju u BiH nije imao tko potrošiti ona je predana u HR sustav. Između točaka 9 i 10 operatori sustava pokušavaju postupno smanjiti iznos snage te razmjene.

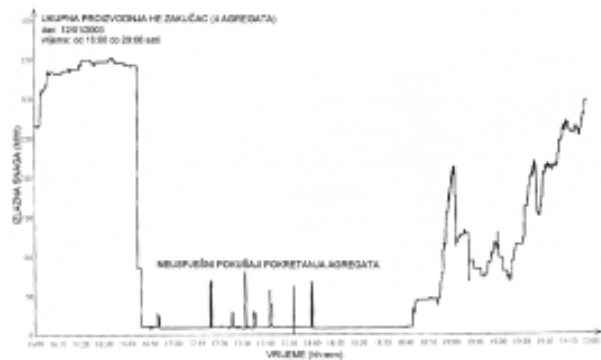
U vremenu nakon 18:20 sati (iza točke 10) u BH sustavu je ponovno priključen teret tako da BH sustav uzima iz HR sustava snagu u najvećem iznosu od 140 MW s tendencijom daljnjeg porasta. Ta tendencija porasta tereta ograničena je i stabilizirana odgovarajućim djelovanjem operatora sustava.

U periodu ponovnog uspostavljanja stanja sustava nakon raspada, agregati HE Zakućac (najveća hidroelektrana u Hrvatskoj) iskazuju probleme vezane uz pokretanje bez vanjskog napona ('crni start') (slika 10). Odziv ukupne snage proizvodnje hidroelektrane te odzivi pojedinačnih snaga proizvodnje za sva četiri agregata u HE Zakućac jasno pokazuju postojanje tri osnovna vremenska perioda vezana uz raspad 12.1.2003. – između 16:00 i 20:00 sati (slike 11 – 12). Prvi period početnog stacionarnog stanja prekinut je u trenutku nastanka raspada koji se jasno uočava u 16:44 sati. Drugi period obilježavaju neuspješni pokušaji resinkronizacije agregata HE Zakućac. Na kraju, nakon višestrukih pokušaja

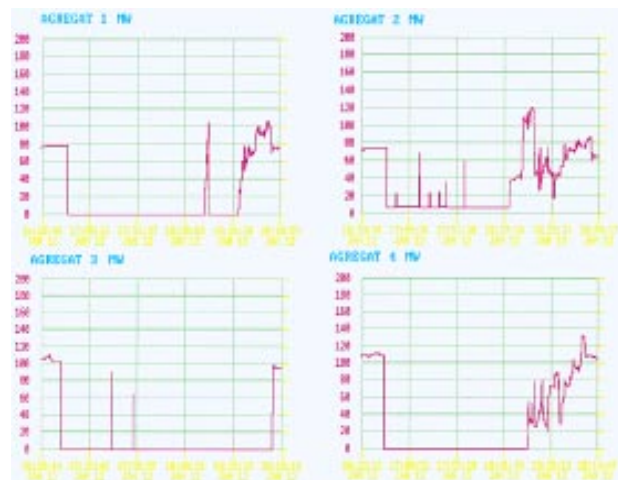
agregati su uspješno sinkronizirani na mrežu što je omogućilo povećanje njihovog opterećenja tijekom trećeg perioda ponovnog uspostavljanja stanja.



Slika 10. Konfiguracija priključenja agregata u HE Zakućac



Slika 11. Ukupna snaga proizvodnje HE Zakućac tijekom raspada



Slika 12. Pojedinačne snage proizvodnje agregata HE Zakućac tijekom raspada

Prilikom ponovnog uspostavljanja stanja elektroenergetskog sustava nakon raspada operatori sustava su uočili da generatori G1/120 MVA/110 kV i G2/120 MVA/220 kV iskazuju nestabilnost turbinskog regulatora u pogonu na slobodnim sabirnicama s uključenim

generatorskim prekidačem (izolirani pogon od ostalog dijela ees-a). Ova je nestabilnost prepoznata kao osnovni uzrok neuspješnih pokušaja pokretanja generatora G1/120 MVA/110 kV i G2/120 MVA/220 kV u otočnom radu. Od HE Zakučac očekuje se zadovoljnije preduvjeta pokretanja bez prisustva vanjskog napona, odnosno sposobnost crnog starta.

Tijekom studenog i prosinca 2002. godine (dakle mjesec dana prije raspada), na generatorima G1/120 MVA/110 kV i G2/120 MVA/220 kV izvedena je rekonstrukcija turbinske regulacije. Tada je ujedno izvedena i provjera pogona agregata u svim režimima pa tako i provjera pogona na slobodne sabirnice s uključenim generatorskim prekidačem. Prilikom završnih podešavanja u pogonu na krutu mrežu (paralelni rad s ees-om) parametri regulacije udešeni su na način da maksimalno podržavaju brzinu i stabilnost pogona na krutu mrežu.

Osim toga, kod agregata G1/120 MVA/110 kV u HE Zakučac ugrađen je novi ormar sa zaštitama u okviru kojeg je aktivirana i nova podfrekvencijska i nadfrekvencijska zaštita. Ta je zaštita izbacivala agregat iz pogona na slobodnim sabirnicama s uključenim generatorskim prekidačem. U istom periodu ugrađen je i novi ormar s opremom za sinkronizaciju. Od tada se generatorski prekidač u pogonu na slobodni sustav sabirnica više ne može uključiti iz uklopnice, već je potrebno ići u polje prekidača i lokalno ga uključiti. To je dodatno usporilo aktivnosti operatora sustava na ponovnom uspostavljanju stanja ees-a nakon raspada. Ova situacija zorno ukazuje na potrebu i značenje pravilne razmjene informacija između pogonskog osoblja elektrana i operatora sustava.

Navedeni problemi rezultirali su s kasnijom resinkronizacijom agregata HE Zakučac na mrežu što je nadalje imalo za posljedicu i kasniji dovršetak ponovnog uspostavljanja stanja ees-a nakon raspada. Iz toga je više nego razvidna potreba da operatori sustava točno poznaju ne samo ulogu agregata u ees-u već i sposobnost realizacije postavljenih operativnih zadaća. Pravilnom parametriranju pripadnih regulatora brzine vrtnje (i uzbude) agregata također je potrebno posvetiti značajnu pozornost. Poteškoće koje su prepoznate u HE Zakučac prilikom ponovnog uspostavljanja stanja pokrenule su aktivnosti vezane uz kompromisno udešenje parametara regulacije. Nakon raspada, u suradnji s izvoditeljem radova na rekonstrukciji turbinske regulacije, u HE Zakučac je izvedeno udešenje parametara regulacije koje zadovoljava oba režima pogona agregata; otočni pogon i pogon na krutu mrežu. Štoviše, onemogućeno je isključivanje agregata u slučaju prorade podfrekvencijske i nadfrekvencijske zaštite kod generatora G1/120 MVA/110 kV (zadržani su samo signali upozorenja). Odlučeno je da se omogući uključivanje prekidača u pogonu na slobodni sustav sabirnica s komandnog pulta u uklopnici (predan zahtjev za dopunu projekta).

7. SPECIJALNI SUSTAV ZAŠTITE

Pravilno projektiranje i usklađivanje djelovanja specijalnog sustava zaštite od prvorazrednog je značenja. Ako se zaštitni relej pojedinačnog elementa doživljava kao prva linija obrane sustava od poremećaja, a rezervni zaštitni relej kao druga linija, tada specijalni sustav zaštite predstavlja posljednju obrambenu liniju. Ako prva i druga linija obrane mogu ograničiti širenje poremećaja i zadržati ga samo na izravno pogođenim komponentama sustava tada je vrlo vjerojatno da ees može izdržati posljedice. Primjena specijalnog sustava zaštite uglavnom se orijentira na ublažavanje posljedica ili njihovo lokaliziranje.

U čvorištu TS Đakovo 220 kV HR sustav prima energiju većeg ili manjeg iznosa iz BH sustava u ovisnosti o angažmanu tamošnjih elektrana. Tijekom godine je opterećenje uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla promjenjivog iznosa i kreće se od desetak MW pa sve do 220 MW. Smjer toka energije je iz BH sustava u HR sustav. Suprotan tok energije većeg iznosa čini vrlo rijedak slučaj s obzirom da:

- čvorište TS Đakovo predstavlja energetski siromašan izvor (proizvodnja u toj regiji najčešće se kreće između 20 MVA i 40 MVA, a potrošnja je deseterostruko veća te je prije raspada iznosila 256 MW),
- čvorište TS Đakovo povlači energiju iz 220 kV čvorišta TS Tuzla (BH) i TS Mraclin (HR, sa slovenske strane iz TS Cirkovce te s južne strane iz TS Brinje odnosno HE Senj) te iz čvorišta 110 kV mreže, i
- sjeverni elektroenergetski pravac DV 220 kV Cirkovce – Mraclin – Đakovo se zbog improvizacija iz ratnog perioda (T-spoj u Veleševcu) fizički sastoji od dionica 400 kV, 220 kV i manjim dijelom 110 kV (šarolika dalekovodna struktura unosi značajna ograničenja i stvara uska grla pri prijenosu snage te čvorište TS Đakovo čini manjkavim što će potrajati do potpune rekonstrukcije prijenosne mreže).

Stoga je radi šticeđenja sjeveroistočnog dijela HR sustava, u čvorištu TS Đakovo na DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla uveden specijalni sustav zaštite sa sljedećim uvjetima prorade:

- iznos napona u 220 kV čvorištu TS Đakovo niži od 180 kV,
- tok snage uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u smjeru Tuzla veći od 30 MVA, i
- vrijeme zadovoljenja prethodna dva uvjeta veće od 3 sekunde.

Dakle, u slučaju kontinuiranog propada napona u 220 kV čvorištu TS Đakovo ispod 180 kV te istodobnog toka snage u iznosu većem od 30 MVA uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u smjeru Tuzle tijekom više od 3 sekunde dolazi do iniciranja isključenja prekidača VP Tuzla u TS Đakovo, odnosno dolazi do isključenja DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla sa strane TS Đakovo.

Prvi signal koji je upućivao na poremećaj stabilnosti sustava je signal detekcije njihanja snage na DV 220 kV Đakovo – Mraclin. Signal je registriran u TS Đakovo na terminalu zaštite VP 220 kV Mraclin u 16:44:01.648 sati. Na slici 13 predočena je snimka njihanja iznosa napona i struja po fazama na terminalu zaštite VP 220 kV Mraclin u TS Đakovo s početkom u 16:44:01.448 sati. Tijekom dvije sekunde koje su zabilježene pomoću releja jasno se uočava njihanje posebice u odzivu struje. Nakon nekoliko sekundi njihanja snage registriran je početak kontinuiranog propada iznosa napona u čvorištima prijenosne mreže u Slavoniji. Na slici 14 predočena je snimka s terminala zaštite u VP 220 kV Mraclin na DV 220 kV Đakovo – Mraclin s početkom u 16:44:05.655 sati. Uočava se istodobno smanjenje iznosa napona te povećanje iznosa struje što je osobito karakteristično za scenarij razvoja sloma napona.

Zbog istodobnog propada iznosa napona te povećanja iznosa struje dolazi do intenzivnog pobuđivanja i razbuđivanja distantnih zaštita u sve tri faze na 110 kV putanjama Virovitica – Slatina – Našice (sjeverna Slavonija) i N. Gradiška – Požega – Sl. Brod (južna Slavonija) te na 220 kV vodovima Đakovo – TE Tuzla i Đakovo – Mraclin. Pobude zaštita upućuju na slom napona i značajno povećanje tokova snaga uzduž spomenutih koridora. Istodobno u TS Požega dolazi do isključenja vodnog polja 110 kV Slavonski Brod od neusmjerenog stupnja distantne zaštite (previsok teret uz nizak napon). Istom logikom specijalnog sustava zaštite dolazi do isključenja transformatora 110 kV / 35 kV u TS Slatina i TS Požega. Točno 3 sekunde nakon zadovoljenja uvjeta, logika specijalnog sustava zaštite proradila je na temelju iznosa napona nižeg od 180 kV te toka snage u smjeru Tuzle većeg od 30 MW. Proradom te logike isključen je DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla. Nakon toga dolazi do oporavka naponskih prilika i do razbuđivanja zaštite i podnaponskih releja u cijeloj mreži sjeveroistočne Hrvatske.

U 16:44:08.484 sati proraduje sustavno rasterećenje u TS Slatina prema kriteriju da je fazni iznos napona manji od 90 kV (0.709 pu) uz prethodni tok struje iz smjera TS Virovitica u iznosu većem od 400 A. Proradom sustavnog rasterećenja isključen je konzum TS Slatina u iznosu od približno 7 MW. Nakon ispada transformatora u TS Slatina više ne dolazi do pobuđivanja distantne zaštite na sjevernoj 110 kV putanji, što potvrđuje da je došlo do pada opterećenja dalekovoda. Pad pogonske impedancije prije prorade sustavnog rasterećenja iznosio je približno 60 Ω, a nakon rasterećenja pogonska impedancija iznosila je približno 70 Ω. Podešenje podimpedantnih članova iznosi 70 Ω za VP 110 kV Našice i 55 Ω za VP 110 kV Virovitica. U tablici 2 navedeni su iznosi struja i napona u TS Virovitica koji su pri tome registrirani.

U 16:44:09.444 sati dolazi do prorade sustavnog rasterećenja u TS Požega prema kriteriju da je fazni iznos

napona manji od 90 kV (0.709 pu) uz prethodni tok struje iz smjera TS N. Gradiška u iznosu većem od 400 A. Proradom sustavnog rasterećenja isključen je konzum TS Požega u iznosu od približno 15 MW. Nakon isključenja konzuma u TS Požega dolazi do prorade distantnog releja u 2. stupnju na DV 110 kV S. Brod – Požega te do isključenja prekidača u VP 110 kV S. Brod. U tablici 3 navedeni su iznosi struja i napona u TS N. Gradiška koji su pri tome registrirani.

Tablica 2. Struje i naponi koji su registrirani u TS Virovitica

TS Virovitica 110 kV registrirani iznosi napona i struja 12/01/2003 u 16:44 sati				
Vrijeme (internal clock)	Faza	Napon (kV)	Struja (A)	Prividna snaga (MVA)
16:43:03.191	L1	44.8	652.7	85
	L2	43.4	659.3	
	L3	43.7	629.0	
16:43:04.662	L1	41.2	662	81
	L2	39.8	662	
	L3	43.0	633	

Tablica 3. Struje i naponi koji su registrirani u TS N. Gradiška

TS N. Gradiška 110 kV registrirani iznosi napona i struja 12/01/2003 u 16:44 sati				
Vrijeme (internal clock)	Faza	Napon (kV)	Struja (A)	Prividna snaga (MVA)
16:43:36.125	L1	60.12	502.8	91
	L2	60.02	525.2	
	L3	59.65	495.3	
16:43:39.287	L1	46.60	767.5	108
	L2	47.51	784.3	
	L3	46.73	745.1	

Nedugo zatim proradio je specijalni sustav zaštite i isključio DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u VP 220 kV Tuzla u 16:44:09.495 sati. Sva tri kriterija su bila zadovoljena te je u TS Đakovo na DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla isključen prekidač VP 220 kV Tuzla. Isključenje prekidača dogodilo se 3.373 s nakon prvog registriranog signala u mreži PrP Osijek.

Nakon provedene analize raspoloživih zapisa iz terminala zaštite VP 220 kV Tuzla i VP 220 kV Mraclin u TS Đakovo 220 kV zaključeno je da je došlo do vrlo velike potražnje za snagom iz prijenosne mreže u Slavoniji od strane TS Tuzla i to u iznosu od 320 MVA. Releju u VP 220 kV Tuzla u TS Đakovo 220 kV je u trenutku izdavanja naloga isključenja registrirao propad napona na čak 53.1 kV do 59.8 kV (fazni napon, 0.418 pu i 0.471 pu) uz iznos struje od 1876.6 do 1930.4 A. Množenjem faznih vrijednosti napona i struje dobiven je iznos snage od približno 320 MVA koji je potekao uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u smjeru Tuzle. O tome svjedoči zapis iz tablice 4.

Na releju u VP 220 kV Mraclin u čvorištu TS Đakovo 220 kV registriran je fazni iznos napona od 86.1 kV i fazni iznos struje od 1.39 kA i to približno 2 sekunde

prije registracije prikazanog mjerenja iz VP 220 kV Tuzla.

Tablica 4. Zapis faznih struja i napona u VP Tuzla TS Đakovo

LOCATION OF PART					
Organiz	REP PRP OS				
Station	TS DJAKOVO				
Obj/Bay	VP TUZLA				
Unit	RELS31A V1.0 C Line protection terminal				
Mod/Part	RELS31A DRP-TRIP Fault locator - Trip values ...				
RELS31 DRP-TRIP Monitor Screen 3 of 3					
DRP NO.49 - TRIP VALUES					
Date,Time = 03-01-12 16:44:09.415 Trig Signal = TRIP-GTRIP					
↑	↑ PreFault Condition		↑ Fault Condition		↑
↑ Analog. Input	↑ Magnitude	↑ Phase	↑ Magnitude	↑ Phase	↑
↑ U1	↑ 61.4	kV	↑ 0.0	deg	↑ 59.8
↑ U2	↑ 54.9	kV	↑ 237.7	deg	↑ 55.3
↑ U3	↑ 56.2	kV	↑ 123.4	deg	↑ 53.1
↑ U4	↑ 0.3	kV	↑ 25.4	deg	↑ 0.3
↑ U5	↑ 0.1	kV	↑ 231.9	deg	↑ 0.1
↑ I1	↑ 1976.1	A	↑ 18.2	deg	↑ 1930.4
↑ I2	↑ 2001.1	A	↑ 255.5	deg	↑ 1923.2
↑ I3	↑ 1919.3	A	↑ 136.6	deg	↑ 1876.6
↑ I4	↑ 11.3	A	↑ 156.0	deg	↑ 15.1
↑ I5	↑ 2.6	A	↑ 324.9	deg	↑ 2.6
↑ f	↑ 49.90	Hz	↑		↑

Nakon toga dolazi do oporavka iznosa napona u prijenosnoj mreži u Slavoniji te do razbude svih zaštita i normalnog napajanja konzuma. Konzumi TS Slatina i TS Požega bili su bez napona manje od 15 minuta. Zahvaljujući logici specijalnog sustava zaštite izbjegnuta je raspad ees-a u Slavoniji, a isključeni potrošači su vrlo brzo vraćeni na mrežu (nakon 12 i 14 minuta). Približno 6 minuta nakon prorade logike specijalnog sustava zaštite u TS Đakovo 220 kV dolazi do ponovnog uključivanja prekidača u vodnom polju 220 kV Tuzla (16:49:54.268). U nastavku je u 17:34 sati na DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla zabilježen tok snage u iznosu od 121 MW u smjeru Tuzle uz napon od 220 kV na sabirnicama TS Đakovo što ide u prilog ispravnosti rada logike specijalnog sustava zaštite. To nije bio usamljeni slučaj s obzirom da je u 18:56 sati izmjereno 117 MW, a u 18:59 sati 124 MW u smjeru Tuzle.

Tijekom raspada zabilježeno je više zanimljivih grafičkih zapisa vremenske ovisnosti naponskih prilika te tokova snaga i struja u sjevernom dijelu HR sustava. Na slici 15 predočena je vremenska ovisnost iznosa napona u TS Đakovo 220 kV. Uočava se da iznos napona u TS Đakovo 220 kV postaje izrazito promjenjiv nakon 16:43 sati kada dolazi do poteškoća u ees-u Dalmacije. Iznos napona ponovo se smiruje tek iza 19:15 sati. Samo se tijekom dva vrlo kratka intervala iznos napona spušta ispod 220 kV, a u četiri navrata raste iznad 240 kV i dostiže gotovo 250 kV. Pretpostavlja se da zbog krupnijeg vremenskog uzorkovanja nije vidljiv trenutak u kojem dolazi do spuštanja iznosa napona ispod 180 kV, odnosno do zadovoljenja naponskog dijela kriterija prorade sustavnog rasterećenja u ees-u Slavonije i Baranje. Na slici 16 predočena je vremenska ovisnost toka djelatne snage uzduž DV 220 kV Đakovo – Mraclin, a na slici 17 uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla. Uočava se znatna promjenjivost toka djelatne snage u periodu između 16:43 sati i 20:30 sati, dakle u vrijeme raspada ees-a u Dalmaciji. Zbog krupnijeg vre-

menškog uzorkovanja nije vidljiv potpuni tijek prijelazne pojave.

Nakon analize dostupnih podataka zaključeno je da je prorada specijalnog sustava zaštite u postrojenjima PrP Osijek bila u skladu s podešenjima i planovima štice-nja. Jedino se isključenjem sjeverne 220 kV veze u datom trenutku mogao sačuvati pogon prijenosne mreže u Slavoniji. Time je učinkovito spriječeno širenje poremećaja na sjeverozapadni dio HR sustava koje je moglo zahvatiti i bliži dio UCTE sustava.

8. SIMULACIJA SCENARIJA RASPADA

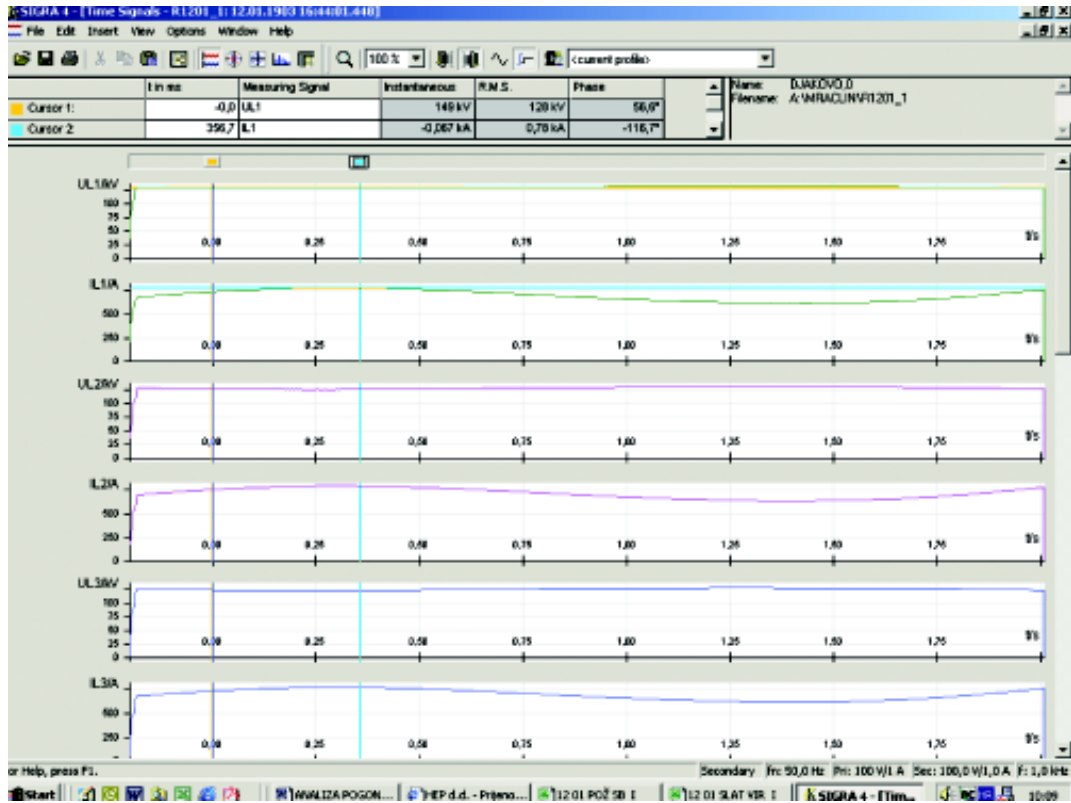
U simulacijskoj fazi analize raspada nužno je provjeriti uspostavljeni model sustava i eventualno iznaći teorijsko objašnjenje tehničkog fenomena koji je ključan za razumijevanje uzroka raspada. Post-mortem analiza vrlo je izazovan posao, jer zahtijeva:

1. uspostavljanje vremenskog slijeda diskretnih događaja (sklopnih operacija),
2. pripremanje modela pogonskog stanja sustava koje je vladalo prije prvog poremećaja,
3. dupliciranje snimljenih odziva sustava korištenjem računalnog modela.

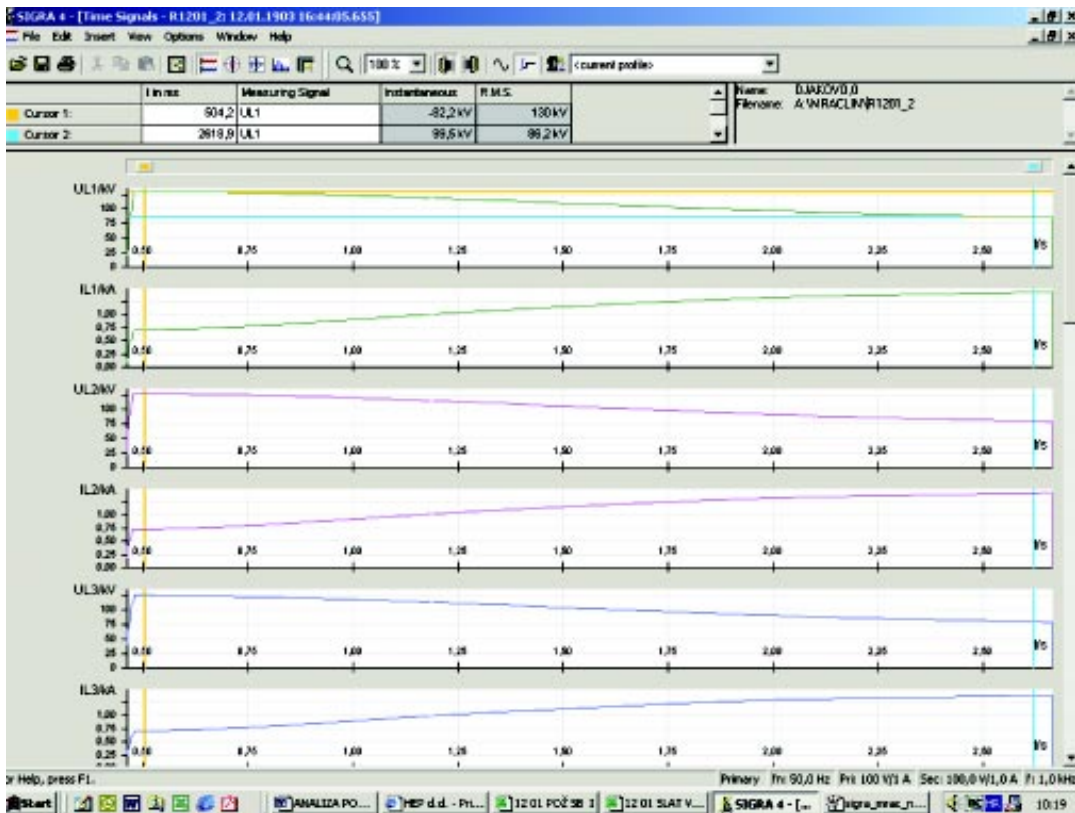
Koraci 1 i 2 zahtijevaju sublimiranje velike količine informacija iz različitih elektroprivrednih organizacija i upravljačkih područja. U koraku 3, dupliciranje i validaciju modela potrebno je zasnovati na grafičkim zapisima poremećaja (ukoliko uopće postoje). Najčešće se već u početku pokazuje da korištenje standardnog modela za planiranje rezultira s normalnim stanjem sustava kada on u stvarnosti već poprma obilježja stanja raspada. Stoga je potrebno prethodno prepoznati sve nedostatke u računalnom modelu čime se dolazi do poboljšanja računalnog predstavljanja sustava putem prikupljanja dodatnih podataka o generatorima i teretima u mreži. Nakon intenzivnih simulacija moguće je reproducirati slijed događaja korištenjem računalnog modela. Verificirane simulacije omogućavaju potvrđivanje zaključnih razmatranja.

Na temelju utvrđenog slijeda događaja provedeni su numerički proračuni pomoću kojih su analizirani tehnički problemi koji su se javili tijekom raspada. Ukazano je na potrebu postavljanja odnosno revidiranja postojećih standarda, uputa i postupaka djelovanja u hitnim stanjima. Pokazalo se nužnim osigurati i mjere nadzora nad provođenjem definiranih postupaka. Prikupljeni i obrađeni podaci vezani uz raspad iskorišteni su za izradu konačnog izvješća o raspadu.

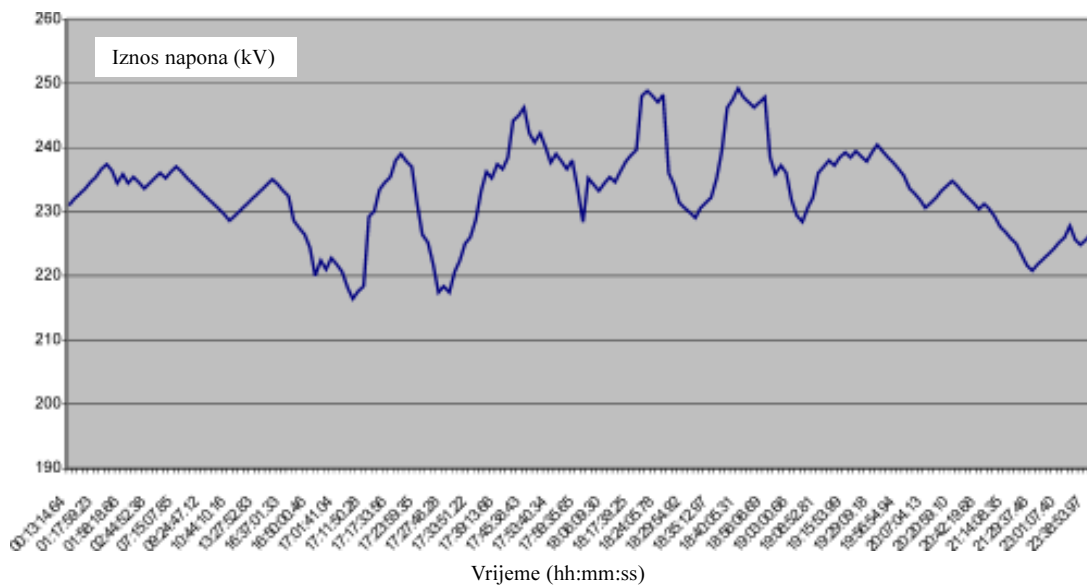
Radi toga je najprije uspostavljen detaljni statički i dinamički model HR i BH sustava te svih okolnih sustava. Model je iskoristiv za različite studije planiranja i vođenja pogona ees-a. Nakon toga je najprije numerički analizirano početno stacionarno stanje koje je prethodilo raspadu, a zatim je simulirana kronološka sekvencija događaja prema postavljenom scenariju raspada tijekom 30-ak sekundi.



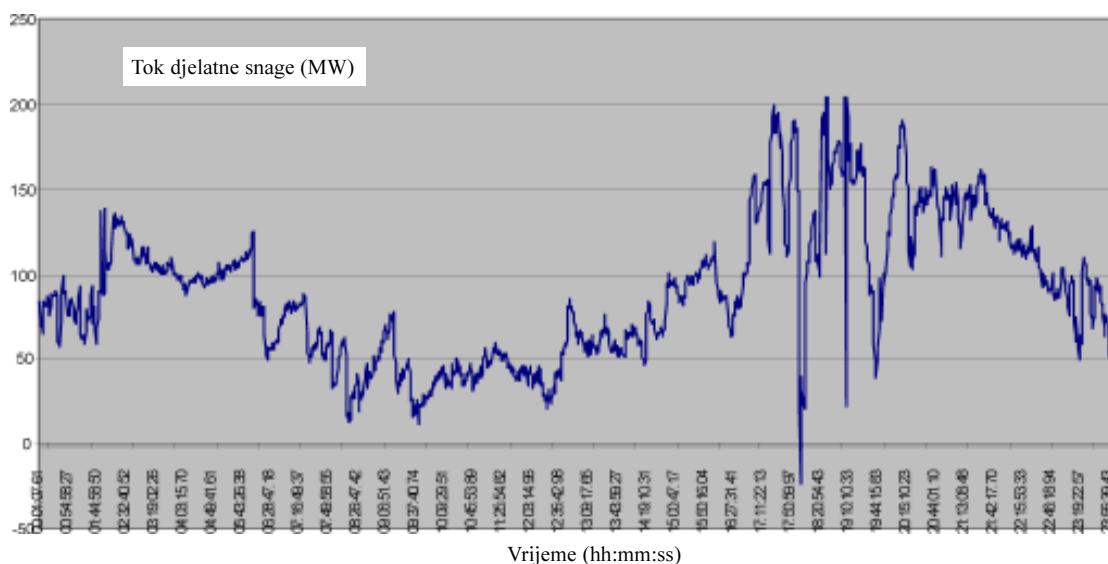
Slika 13. Naponi i struje u vrijeme njihanja snage na DV 220 kV Đakovo – Mraclin u TS Đakovo na VP 220 kV Mraclin



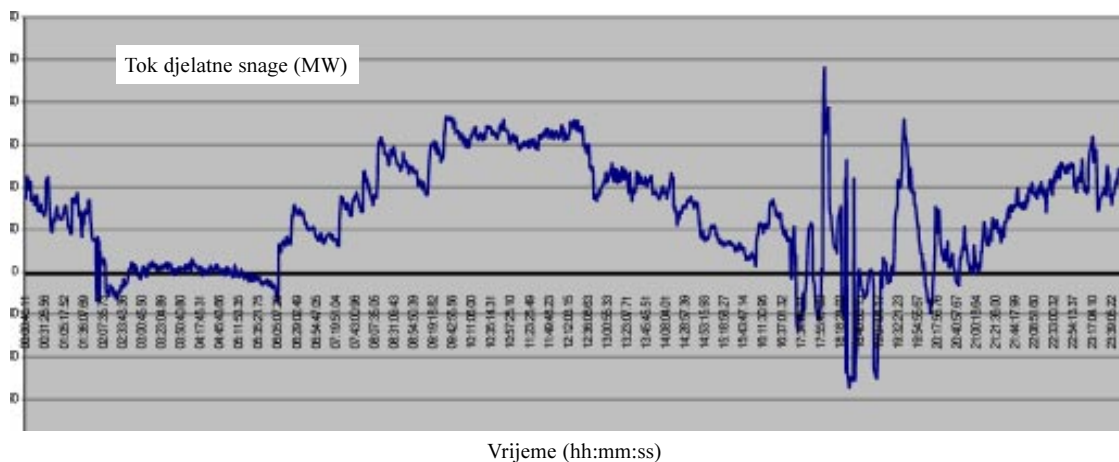
Slika 14. Propad napona nakon njihanja snage na DV 220 kV Đakovo – Mraclin u TS Đakovo na VP 220 kV Mraclin



Slika 15. Iznos napona u TS Đakovo 220 kV tijekom raspada ees-a u Dalmaciji na dan 12.1.2003.



Slika 16. Tok djelatne snage uzduž DV 220 kV Đakovo - Mraclin tijekom raspada ees-a u Dalmaciji na dan 12.1.2003.



Slika 17. Tok djelatne snage uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla tijekom raspada ees-a u Dalmaciji na dan 12.1.2003.

Za postavljeno početno stanje već je prethodno utvrđeno da neposredno prije raspada u sustavu nije bilo problema s termičkim preopterećenjima elemenata, nezadovoljavajućim odstupanjima iznosa napona, (N-1) kriterijem sigurnosti, raspoloživom prijenosnom moći, kritičnim vremenima trajanja trofaznog kratkog spoja i razinom kratkog spoja. Dakle, numerička analiza rekonstruiranog stanja sustava koje je vladalo neposredno prije predmetnog raspada ukazala je na uvjete uravnoteženog vođenja pogona prije pojave inicijalnog poremećaja.

Odzivi temeljnih varijabli ees-a proračunati su u vremenskoj domeni prema simulacijskom scenariju raspada iz tablice 1. Odzivi varijabli predočeni su i analizirani na način da reflektiraju promišljanja s obzirom na reakciju karakterističnih dijelova HR sustava (jug i sjever) te pojedinačnih komponentata sustava (generatora u elektranama, čvorišta opterećenja, vodova i transformatora). Odzivi su odabrani na način da što bolje oslikavaju prilike u različitim dijelovima HR i BH sustava koji su tijekom raspada postali međusobno razdvojeni (Dalmacija i BH te sjeverni dio HR sustava).

Slijed događaja koji je simuliran u vremenskoj domeni opisan je u tablici 1. Na temelju uspostavljenog scenarija raspada, simulirana je prijelazna elektromehanička pojava u periodu prvih tridesetak sekundi od inicijalnog kratkog spoja. Simulirani su događaji koji su se odvijali u HR sustavu s obzirom da su samo za te događaje prikupljeni KRD zapisi u milisekundnom području. Pretpostavljeno je da tijekom simulirane vremenske sekvencije ne dolazi do isključenja elemenata iz BH sustava (s izuzetkom jednog agregata u HE Čaplji-na). Trenutak $t=10.000$ s u simuliranoj sekvenciji odgovara trenutku nastanka kratkog spoja u stvarnoj sekvenciji $t=16:43:58.603$ (hh:mm:ss). Nakon toga su u simuliranoj sekvenciji sva vremena preračunata u odnosu na vrijeme nastanka inicijalnog kratkog spoja. Prijelaz s trofaznog na jednofazni kratki spoj zbog neuspješnog isključenja prekidača izveden je dodavanjem inverzne i nulte impedancije kako bi se na mjestu kvara stvorili uvjeti jednofaznog kratkog spoja. Impedancije su određene prema proračunu struje jednofaznog i trofaznog kratkog spoja, odnosno onog njezinog udjela koji dolazi sa strane TS Konjsko 400 kV s obzirom da je taj vod bio jednostrano napajan neposredno prije raspada.

Prema KRD zapisu, signal njihanja snage na DV 220 kV Đakovo – Mraclin registriran je u TS Đakovo na terminalu zaštite VP 220 kV Mraclin. Na slici 13 predočena je snimka njihanja iznosa napona i struja po fazama na terminalu zaštite VP 220 kV Mraclin u TS Đakovo s početkom u 16:44:01.448 sati. Tijekom dvije sekunde koje su zabilježene pomoću releja jasno se uočava njihanje posebice u odzivu struje. Nakon nekoliko sekundi njihanja snage registriran je početak kontinuiranog propada iznosa napona u čvorištima pri-

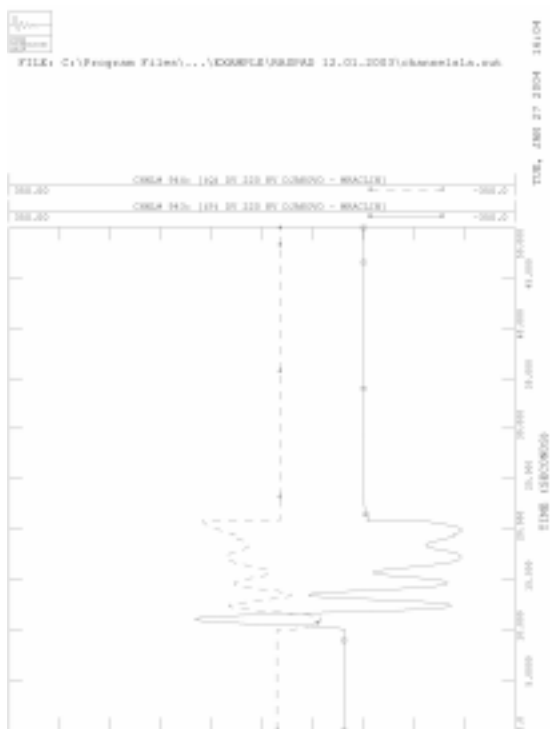
jenosne mreže u sjeveroistočnom dijelu HR sustava. Na slici 14 predočena je snimka s terminala zaštite u VP 220 kV Mraclin na DV 220 kV Đakovo – Mraclin s početkom u 16:44:05.655 sati. Relej u VP 220 kV Tuzla u TS Đakovo je u trenutku izdavanja naloga isključenja registrirao propad napona na čak 53.1 kV do 59.8 kV (fazni napon, 0.418 pu i 0.471 pu) uz iznos struje od 1876.6 do 1930.4 A. Uočava se istodobno smanjenje iznosa napona te povećanje iznosa struje što je osobito karakteristično za scenarij razvoja sloma napona. Zbog istodobnog propada iznosa napona te povećanja iznosa struje dolazi do prorade zaštite sustavnog rastećivanja koja je obuhvatila isključenje DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla u trenutku 16:44:09.495 sati.

Odzivi iznosa napona u čvorištima uzduž 220 kV sjeverne veze (Mraclin – Đakovo – TE Tuzla) osim oscilatorne naravi pokazuju i kontinuirani propad iznosa napona u čvorištu TS Đakovo 220 kV na približno 0.50 pu u periodu koji se odvija neposredno prije isključenja DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla (slika 18). Nakon isključenja sjeverne veze iznos napona u čvorištu TS Đakovo 220 kV brzo se oporavlja na stacionarni iznos nešto niži od nominalnog.

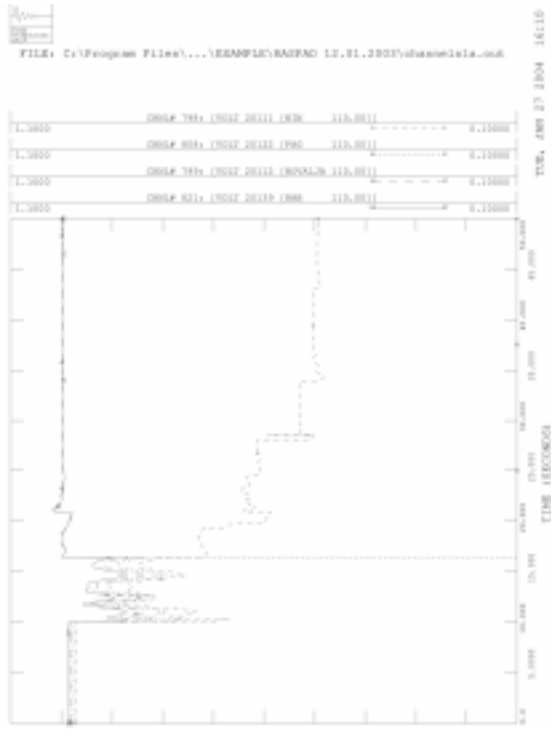
Odzivi tokova snaga (djelatna P, jalova Q i prividna S) uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla (sjeverna veza) pokazuju da je u scenariju raspada do njegovog isključenja došlo nakon kratkotrajnog njihanja snage na razini 300 MVA u smjeru TE Tuzla (slika 19). Odzivi tokova snaga uzduž DV 220 kV Đakovo – Mraclin tijekom simulirane varijante sekvencije raspada (slika 20) potvrđuju pojavu njihanja snage koja je također prethodno prepoznata.

Odzivi iznosa napona u čvorištima uzduž 110 kV otočke veze (Rab – Novalja – Pag – Nin) pokazuju jasno razdvajanje sjevernog i južnog dijela Dalmacije uzduž otočke veze (slika 21). Nakon njezinog kidanja iznosi napona u sjevernim čvorištima otočke veze (Rab i Novalja) brzo se oporavljaju na približno nominalni iznos. Čvorište Pag 110 kV u trenutku kidanja ostaje bez napajanja s obzirom da je ispadu DV 110 kV Novalja – Pag neposredno prethodio ispad DV 110 kV Nin – Pag. U južnijem čvorištu otočke veze (Nin) iznos napona se smanjuje na vrlo nisku vrijednost. Odzivi tokova snaga (djelatna P, jalova Q i prividna S) uzduž DV 110 kV Novalja – Pag (otočka veza) također pokazuju da je u simuliranoj varijanti sekvencije raspada do njegovog isključenja došlo nakon kratkotrajnog perioda njihanja snage i to na razini koja je veća od 100 MVA (slika 22).

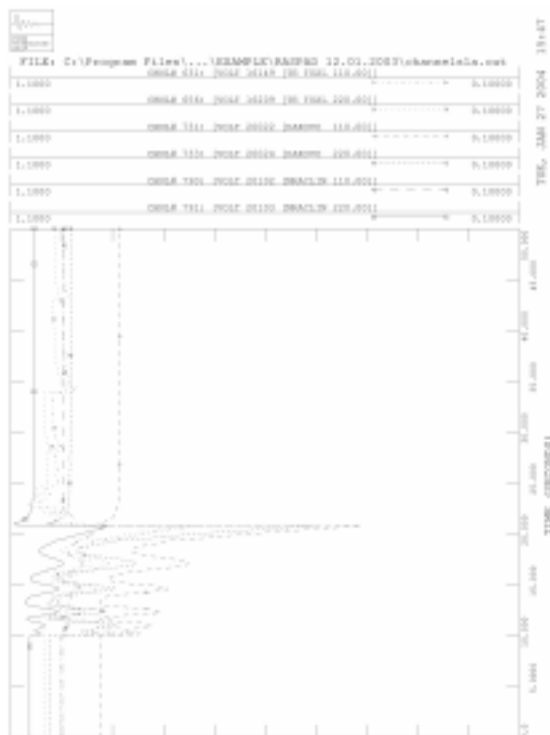
Odzivi napona u prijenosnoj mreži na području Dalmacije (slika 23) nedvojbeno pokazuju slijed događaja koji sustav vodi u raspad. Iznosi napona smanjuju se na vrlo niske vrijednosti u svim čvorištima koja se nalaze južno od TS 110 kV Novalja. U sjevernim čvorištima mreže (TS Tumbri i TS Melina) gotovo da i nema značajnijih promjena iznosa napona tijekom postavljene scenarija raspada (slika 24).



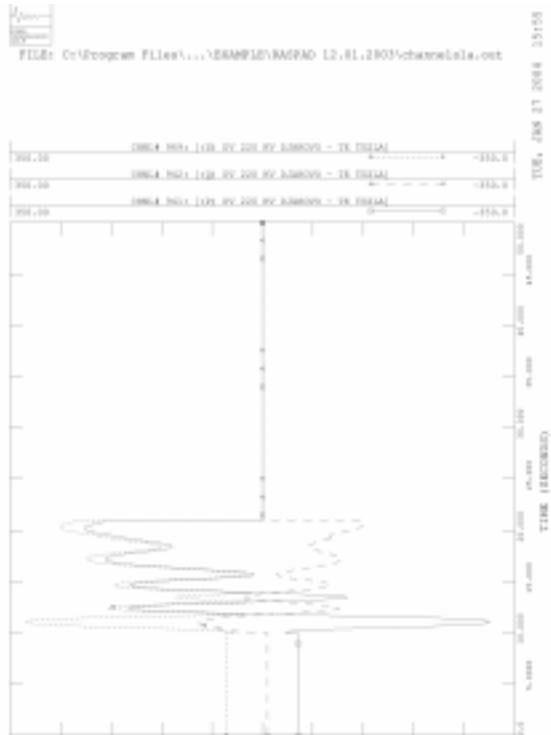
Slika 20. Tokovi snaga uzduž DV 220 kV Đakovo – Mračlin



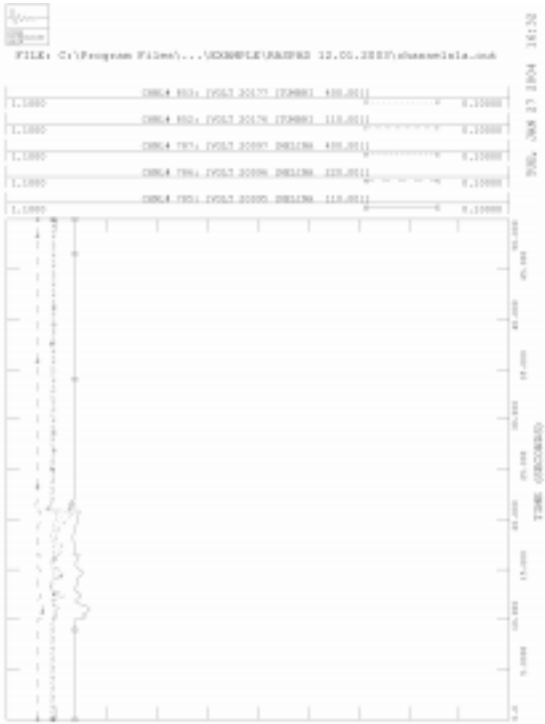
Slika 21. Iznosi napona u čvorištima uzduž 110 kV otočke veze (Rab – Novalja – Pag – Nin)



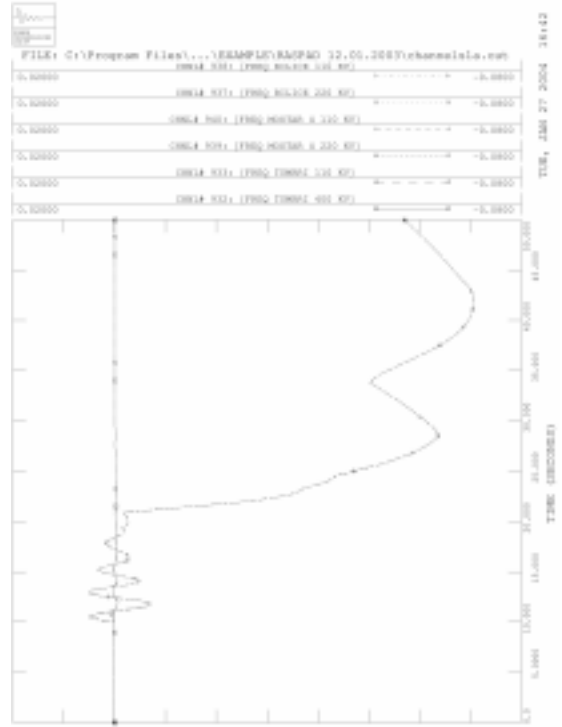
Slika 18. Iznosi napona u čvorištima uzduž 220 kV sjeverne veze (Mračlin – Đakovo – TE Tuzla)



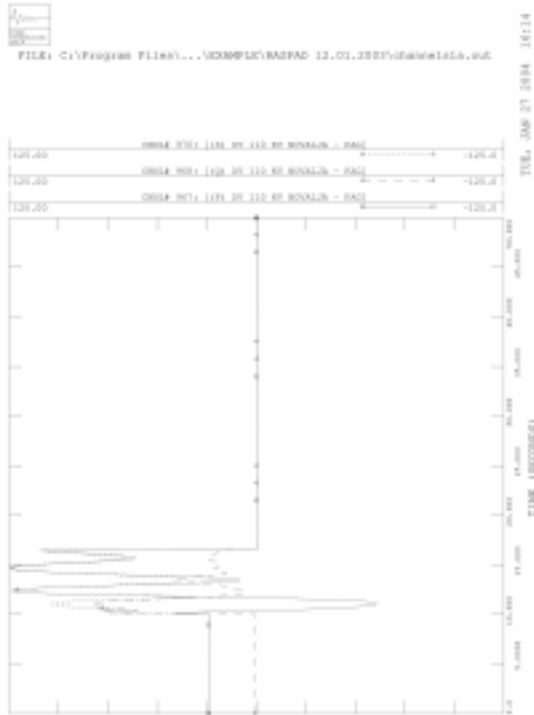
Slika 19. Tokovi snaga uzduž DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla



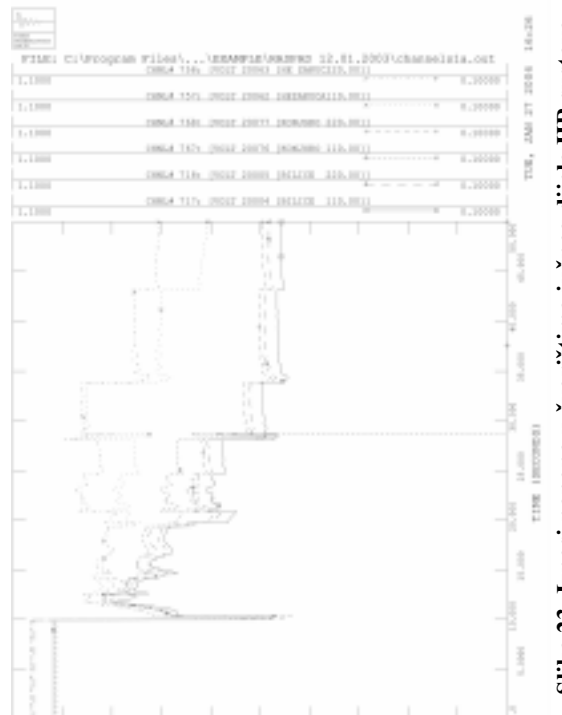
Slika 24. Iznosi napona u čvorištima sjevernog dijela HR sustava



Slika 25. Frekvencija u sjevernom i južnom dijelu HR sustava



Slika 22. Tokovi snage uzduž DV 110 kV Novajla – Pag



Slika 23. Iznosi napona u čvorištima južnog dijela HR sustava

Međusobno razdvajanje dijelova sustava (Dalmacija i BH nasuprot sjevernog dijela HR sustava) do kojeg dolazi zbog isključenja DV 110 kV Novalja – Pag – Nin (otočka veza) te posebice DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla (sjeverna veza) ima ključni utjecaj na odzive frekvencije u čvorištima razdvojenih dijelova sustava (slika 25). Nakon inicijalnog poremećaja dolazi do prigušenih elektromehaničkih njihanja u oba dijela sustava s tom razlikom da je njihanje veće u južnom dijelu nego u sjevernom. Nakon kidanja sjeverne veze dolazi do razdvajanja sustava na dva dijela (Dalmacija i BH u jednom dijelu te sjeverni dio HR sustava u drugom). Frekvencija u sjevernom dijelu HR sustava stabilizira se tijekom vrlo kratkog perioda. Frekvencija u južnom dijelu sustava (Dalmacija i BH) postaje oscilatorno nestabilna.

9. NAUČENE LEKCIJE IZ RASPADA

Tijekom 2003. godine dogodilo se 5 međunarodno poznatih raspada koji su unutar 6 tjedana pogodili 112 milijuna ljudi u 5 različitih zemalja (Italija, SAD, Velika Britanija, Danska/Švedska i Finska). Raspadi nisu zaobišli ni Hrvatsku u kojoj su se tijekom 2003. godine dogodila 3 velika raspada elektroenergetskog sustava od kojih je jedan prikazan u ovom članku. Na temelju post-mortem analiza tih raspada te nekih iz davne prošlosti, izvedene su naučene lekcije koje su u nastavku predočene u osnovnom skraćenom obliku:

- Revidirati raspored podrezivanja drveća uzduž trasa dalekovoda.
- Brinuti se za svaki MW koji je moguće proizvesti i prenijeti.
- Periodički testirati odzive proizvodnih jedinica u simuliranim uvjetima hitnih stanja.
- Plinski agregati uvijek trebaju biti raspoloživi ili raspoloživi za daljinsko pokretanje.
- Instalirati alarme na svim plinskim agregatima.
- Modificirati plinske agregate na način da im se omogućiti 'crni start', odnosno pokretanje bez vanjskog napajanja te napajanje vlastite potrošnje.
- Modificirati sustav regulacije napona kod plinskih agregata radi kompenziranja jalove snage koju proizvode poprečni kapaciteti spojnih kabela.
- Istražiti mogućnost odvajanja proizvodnih jedinica od mreže i napajanje vlastite potrošnje elektrane umjesto hitnog zaustavljanja agregata.
- Uvesti daljinsko upravljanje 'na jedan gumb' za brzi odziv.
- Uvesti mogućnost daljinskog uključenja/isključenja/pokretanja iz centra upravljanja u hitnim stanjima.
- Uspostaviti postupke za provjeru glavnih upravljačkih krugova s obzirom na njihovo pravilno projektiranje, puštanje u pogon i monitoring.
- Izvoditi testiranje sustava (radi validacije modela u uvjetima visokog opterećenja potrebno je uspoređivati mjerene i modelirane odzive temeljnih varijabli ees-a).
- Uskladiti podatke prikupljene na temelju provedenih testiranja ees-a s podacima koji su dobiveni monitoringom stvarnih stanja poremećaja te izvesti analizu na tako usklađenim podacima.
- Izvesti dodatnu studiju provjere modela ees-a radi što kvalitetnijeg parametriranja elemenata ees-a s obzirom na stvarne poremećaje.
- Uvesti monitoring ees-a na ključnim lokacijama.
- Kontinuirano izvoditi monitoring i promovirati razvoj sredstava za analizu i prigušenje njihanja u sustavu.
- Razviti i koristiti modele za vrednovanje stabilnosti ees-a u frekvencijskoj domeni.
- Organizirati radionice/seminare i pružiti konzultacije radi educiranja osoblja za rad s programima analize u frekvencijskoj domeni (MASS, PEALS, Pro-ny).
- Poboljšati sredstva za izravnu modalnu analizu njihanja u sustavu.
- Dati tehnički pregled predloženih regulacijskih krugova koji značajno mogu poboljšati prigušenje njihanja u sustavu.
- Revidirati modele elemenata ees-a koji sudjeluju u slabo prigušenim modovima njihanja.
- Razviti i instalirati naprednu tehnologiju informacijske mreže za mjerenje i monitoring dinamičkog vladanja sustava.
- Istražiti i razviti napredne matematičke postupke za ekstrakciju informacija o dinamičkom vladanju sustava iz provedenih mjerenja.
- Razmjenjivati informacije o graničnim snagama proizvodnje jalove snage generatora na precizan i vremenski zadovoljavajući način radi izrade modela ees-a za planiranje i vođenje pogona.
- Istražiti i razviti postupke monitoringa jalove snage i iznosa napona generatora radi određivanja generatora koji ne mogu slijediti zahtjeve pogona obzirom na Q-V ograničenja.
- Uspostaviti zajednički standard za pogon generatora u stacionarnom stanju te u stanju nakon poremećaja (15-minutni period) s obzirom na sposobnost proizvodnje jalove snage; odrediti metodologiju, način testiranja i zahtjeve na pogon.
- Odrediti razinu usluge koju generator obvezno mora pružiti s obzirom na proizvodnju jalove snage radi osiguranja pouzdanosti pogona.
- Periodički revidirati i testirati granice proizvodnje jalove snage generatora radi provjere mogućnosti postizanja deklariranih vrijednosti.

- Omogućiti pogonskom osoblju indikaciju raspoložive proizvodnje jalove snage u stvarnom vremenu iz svakog generatora (ili skupine generatora) i iz drugih izvora jalove snage te indikaciju rezervne margine jalove snage u kritičnim čvorištima. Time je moguće maksimalizirati korištenje poprečnih kondenzatorskih baterija tijekom velikih tranzita snage i povećati raspoloživost rezerve jalove snage iz elemenata s bržim odzivom.
- Kod problema nestabilnosti napona, razmotriti brzo automatsko uključanje kondenzatorskih baterija (poprečnih i serijskih), izravno isključenje poprečnih prikušnica i tereta te podnaponsko rasterećenje.
- Razviti i periodički revidirati marginu jalove snage prema kojoj se vrednuje sigurnost sustava kao i mogućnost ostvarenja najvećih dozvoljenih tranzita snage.
- Revidirati naponski odziv sustava na poremećaje.
- Dodati ili modificirati uređaje za regulaciju napona u čvorištima sustava.
- Osigurati informacije pogonskom osoblju u jasnom i konciznom obliku.
- Razviti sustave komunikacija i predočavanja koji pogonskom osoblju daju trenutačnu informaciju o promjeni statusa uključenosti glavnih komponenti vlastitog i susjednog sustava.
- Neprekidno napajati sustave komunikacija kako bi informacija o stanju sustava mogla biti točno prenieta u centre upravljanja tijekom poremećenih stanja.
- Uvesti rezervno napajanje za sustav komunikacija.
- Instalirati diesel-generatore u postrojenjima radi vlastitog nezavisnog napajanja.
- U centrima upravljanja, koristiti dinamičko određivanje opteretivosti vodova te zaslone s informacijama o ispadima kako bi se pogonskom osoblju pružila brza i razumljiva informacija o raspoloživosti elemenata ees-a kao i o uvjetima pogona svakog elementa.
- U centrima upravljanja uvesti takav sustav vođenja koji bi pogonskom osoblju omogućio postizanje računalno generiranog odziva sustava na primijenjenu specifičnu akciju zajedno s očekivanim rezultatima takve akcije.
- Uspostaviti postupak procjene sigurnosti pogona ees-a u stvarnom vremenu radi otkrivanja kritičnih ispada s obzirom na ograničenja vezana uz termičko opterećenje, iznose napona i stabilnost.
- Uspostaviti vremenski sinkroniziran monitoring sustava u stanju poremećaja radi vrednovanja sigurnosti povezanog sustava u uvjetima poremećaja te razviti odgovarajuće sustave zaštita.
- Nakon ispada, sustav se mora vratiti u pouzdano stanje tijekom prihvatljivog vremenskog perioda. Pogonska pravila i upute potrebno je revidirati radi definiranja plana djelovanja za ponovno uspostavljanje stanja ees-a tijekom prihvatljivog vremenskog perioda.
- Smanjiti najavljene tranzite snage na sigurnu razinu sve dok se analitički ne utvrdi granicu opteretivosti, odnosno ukupnu prijenosnu moć ees-a.
- Uspostaviti postupak prepoznavanja neuobičajenih uvjeta pogona i potencijalne scenarije razvoja poremećaja te osigurati njihovo analitičko razmatranje prije nego što se jave u stvarnim uvjetima pogona.
- Verificirati i korigirati uzemljenje stupova dalekovoda.
- Pripremiti procedure za pravilno upravljanje relejima.
- Testirati u najvećoj mogućoj mjeri ispravnost sustava zaštita.
- Provjeriti usklađenost sustava zaštita.
- Uvesti rezervni sustav zaštite kod kritičnih elemenata.
- Periodički izvoditi testiranje ponašanja ees-a u uvjetima prorade sustava zaštita. Pri instaliranju sustava zaštita potrebno je izvesti testiranje kompletne zaštite kao i testiranje svake pojedinačne komponente radi verifikacije prihvatljivosti djelovanja.
- Kontinuirano dograđivati sustav zaštita s obzirom na usklađivanje s infrastrukturnim promjenama u sustavu te poboljšavati nadzor nad relejima.
- Na kritičnim prijenosnim vodovima instalirati naprave za prepoznavanje poremećenog stanja te ih povezati s automatskim sustavima za rasterećenje ili isključenje generatora ukoliko se naruši kratkotrajno dozvoljena termička opteretivost. Vremensko zatezanje prorade treba biti dovoljno velikog iznosa da pogonskom osoblju omogući pokušaj smanjenja opterećenja voda na neki drugi način.
- Razmotriti djelovanje synchro-check releja tijekom raspada.
- Revidirati ograničenja vezana uz fazni kut koja mogu spriječiti ponovno uključanje glavnih poveznih vodova tijekom kriznih stanja. Razmotriti premoštenje synchro-check releja kako bi se dozvolilo izravno uključanje kritičnih poveznih vodova radi održavanja stabilnosti sustava u kriznim stanjima.
- Pripremiti kriterije za kontrolirano razdvajanje sustava na otočne dijelove u hitnim stanjima.
- Izbjegavati nekontrolirano razdvajanje sustava na otočne dijelove.
- Revidirati potrebe za kontroliranim razdvajanjem sustava na otočne dijelove. Pogonske upute trebaju ukazati na mogućnost pojave velike neravnoteže između snage proizvodnje i potrošnje unutar otočnih područja.
- Uspostaviti i održavati usklađenima programe automatskog rasterećenja kako bi se izbjegao potpuni gubitak snage u području koje je odvojeno od glavne

mreže te deficitarno s proizvodnjom. Rasterećenje treba biti tretirano kao pomoćni program, a ne kao zamjena za prihvatljivo projektiranje sustava.

- Instalirati program rasterećenja na način da se pogonskom osoblju omogući brza aktivacija isključenja velikih blokova snage.
- Ažurirati planove djelovanja u hitnim stanjima.
- Popuniti sastav pogonskog osoblja na organizacijski odgovarajući način radi kvalitetnog rješavanja hitnih stanja.
- Pripremiti i uvježbavati procedure za rješavanje hitnih stanja.
- Pripremiti i kontinuirano uvježbavati procedure za brzo ponovno uspostavljanje stanja.
- Pripremiti plan ponovnog uspostavljanja stanja na način da se tereti mogu priključivati na mrežu odmah po uključenju odgovarajućeg prijenosnog elementa (ne čekati potpunu restauraciju mreže za uključenje tereta).
- Pripremiti procedure za ponovno povezivanje s drugim mrežama.
- Pripremiti i uvježbavati procedure za brzu reakciju pogonskog osoblja na preopterećenje.
- Provoditi programe treniranja pogonskog osoblja za djelovanje u uvjetima hitnih stanja.
- U program treniranja uvesti simulator ees-a kako bi se pogonsko osoblje izvježbalo za djelovanje u normalnim i hitnim stanjima.
- Postupci i programi treniranja pogonskog osoblja trebaju uključivati očekivanje, prepoznavanje i definiranje hitnih stanja.
- Pisane upute i pisani materijal za treniranje pogonskog osoblja treba uključivati kriterije koji se koriste za prepoznavanje znakova poremećenog pogona te mjere sprječavanja širenja poremećaja koje je potrebno poduzeti prije prijelaza u hitno stanje.
- Postupke za smanjenje opterećenja vodova ne treba zasnivati na uvjetima koji vladaju u nesigurnim stanjima sustava s obzirom da te postupke u mnogim slučajevima nije moguće učinkovito provesti tijekom zahtijevanog vremenskog perioda koji je pogonskom osoblju na raspolaganju.
- Utvrditi pogonske upute za svaki dio opreme.
- Proširiti upute kako bi se pogonskom osoblju omogućilo izravno isključenje tereta prije fatalnog sljedaja ispada.
- Pogonsko osoblje nužno treba preuzeti odgovornost za trenutačnu reakciju radi ponovnog uspostavljanja normalnog stanja pogona ees-a.
- Ovlasti pogonskog osoblja i odgovornost za poduzimanje trenutačnih akcija potrebno je posebno naglasiti i zaštititi ukoliko osjete početak degradacije stanja sustava.

- Postupke za procjenu opasnosti od nestabilnosti napona te postupke za poboljšanjem postojećih programa treniranja pogonskog osoblja potrebno je revidirati kako bi se poboljšalo predviđanje budućih problema s naponom prije nego što se pojave ili prošire na okolna područja.

Specifični detalji koji su vezani uz lekcije naučene iz predmetnog raspada sustava predloženi su u [1]. Ti su detalji od velikog značenja u kvalitetnom obavljanju više djelatnosti. Njihovim se rješavanjem doprinosi povećavanju ukupne razine sigurnosti pogona hrvatskog elektroenergetskog sustava.

10. POTREBA DEFINIRANJA OBVEZUJUĆIH PLANOVA RJEŠAVANJA KRIZNIH STANJA

Predmetni raspad ees-a solidan je povod pristupanju izradi postupaka pri pogonu ees-a u kriznim stanjima te formiranju sveobuhvatnog plana djelovanja svih relevantnih sudionika [9]. Plan za zaštitu od velikih poremećaja pogona ees-a poput raspada i ponovno uspostavljanje stanja sustava nakon raspada nužno je izraditi u skladu s elektroenergetskim zakonima i uključiti u Mrežna pravila hrvatskog ees-a barem na razini definiranja odgovornosti svih sudionika za izradu planova za prevenciju i rješavanje izvanrednih situacija.

Plan zaštite od izvanrednih događaja nužno je pripremiti za situacije u kojima otkazuje bilo koji ključni element lanca proizvodnja-prijenos-distribucija-potrošnja. Iako se plan sastavlja od mjera koje uzimaju u razmatranje sve moguće događaje u sustavu te se računalno može testirati i za manje vjerojatne scenarije kvarova, plan nije u mogućnosti pokriti sve oblike kvarova opreme ili ljudske pogreške. Stoga valja imati u vidu da neovisno o kvaliteti tehničkih, planerskih i operativnih aspekata koji definiraju razinu sigurnosti pogona ees-a, višestruki kvarovi mogu dovesti do potpunog ili djelomičnog raspada sustava. Zato je nužna izrada i testiranje plana za ponovno uspostavljanje stanja sustava nakon njegovog poremećaja ili raspada radi pravodobnog povratka na normalno stanje u pogođenom području. Prvenstveni zadatak plana zaštite elektroenergetskog sustava od poremećaja nalazi se u izradi mjera koje sprječavaju širenje kvara i skraćuju vremensko trajanje kriznog stanja.

Jednu od vrlo bitnih mjera koja utječe na sigurnost pogona ees-a (iako ne izravno) čini postoperativni tretman, odnosno izvješće i analiza raspada. Kvalitetno izvješće, a pogotovo pažljiva i profesionalna rekonstrukcija i analiza svih događaja, omogućava sagledavanje uzroka, posljedica i odgovornosti za nastale događaje. Ona ujedno ukazuje i na propuste koje je nužno ukloniti radi sprječavanja raspada u budućnosti. Zbog toga je na obvezujući način nužno potrebno definirati sve elemente koje treba sadržavati završno izvješće o raspadu te razinu do koje analiza treba biti provedena.

Ukoliko dođe do djelomičnog ili potpunog raspada ees-a, osnovni cilj djelovanja operatora sustava u suradnji s ostalim sudionicima nalazi se u određivanju prioriteta i smjernica za ponovno uspostavljanje stanja sustava. Stoga je potrebno definirati sve aktivnosti koje se nalaze u okviru tog djelovanja. Kao prvo, potrebno je odrediti stanje sustava prije početka radova na prespajanju sustava ili ponovnom uspostavljanju stanja sustava. Prilikom određivanja stanja u sustavu treba imati u vidu ograničenja koja mogu usporiti proces ponovnog uspostavljanja stanja sustava te ih poštivati prilikom ponovnog uspostavljanja. Nakon utvrđivanja stanja u proizvodnji potrebno je prije uspostave sustava odrediti stanje u prijenosnoj mreži prema točno definiranim aktivnostima. Iako bi se s ponovnim uspostavljanjem stanja sustava trebalo započeti što je prije moguće, prije toga bi trebalo odrediti uzrok poremećaja s obzirom da su mjere opreza vrlo važne ukoliko je uzrok nepoznat.

Radi ponovnog uspostavljanja stanja sustava sve proizvodne jedinice trebaju imati jasne upute, odnosno proceduru rada u uvjetima hitnog djelovanja (eng. *Emergency Code*) koje definira operator sustava. Nakon pokretanja proizvodnih jedinica, daljnje uspostavljanje stanja sustava treba graditi na ponovnom uspostavljanju što većeg dijela mreže, odnosno prije potpunog uspostavljanja potrošačkog opterećenja. Ponovno uspostavljanje potrošačkog opterećenja u što kraćem roku predstavlja vrlo značajnu kariku u ponovnom uspostavljanju stanja sustava. Potrebno je uskladiti povratno potvrđivanje raspoloživih kapaciteta povezanih proizvodnih jedinica prije preuzimanja većih potrošačkih opterećenja.

Zanimljivo je napomenuti da su se za vrijeme Domovinskog rata dogodila 42 potpuna raspada na području Dalmacije i BiH (u otočnom pogonu), a ponovno uspostavljanje stanja sustava uobičajeno je trajalo od 15 do 30 minuta uz zadovoljenje svih ograničenja u proizvodnji, prijenosnoj mreži i potrošnji električne energije. Za usporedbu, predmetni raspad trajao je približno dva sata.

11. ZAKLJUČAK

Tijekom 2003. godine dogodilo se 5 međunarodno poznatih raspada koji su unutar 6 tjedana pogodili 112 milijuna ljudi u 5 različitih zemalja (Italija, SAD, Velika Britanija, Danska/Švedska i Finska). Raspadi nisu zaobišli ni Hrvatsku u kojoj su se tijekom 2003. godine dogodila 3 velika raspada elektroenergetskog sustava od kojih je jedan prikazan u ovom članku.

U analizi raspada koji se dogodio 12. siječnja 2003. godine zaključeno je da najvjerojatnije je jedan pol prekidača (faza L3) 400 kV vodnog polja Velebit u TS Konjsko nije prekinuo struju kvara pri isključenju voda DV 400 kV Konjsko – Velebit u 16:43:58.998 sati. Inicijalni kvar uzrokovao je isključenje većeg broja prijenos-

nih elemenata i generatora te ubrzo doveo do raspada u Dalmaciji te Bosni i Hercegovini.

Podatkovna analiza predmetnog raspada zasnovana je na svoj raspoloživoj dokumentaciji koja je dobivena iz različitih izvora u HR i BH sustavima. Uloga operatora sustava prvenstveno je analizirana na temelju prikupljenih KRD zapisa te odziva zabilježenih u različitim sustavima zaštita. Analiza sadrži procjenu sigurnosti početnog stanja sustava koje je vladalo neposredno prije raspada. Procjena je ukazala na oprez i pripravnost operatora sustava pri vođenju pogona u uvjetima pogoršane sigurnosti. Analitičke spoznaje iskorištene su također i radi ukazivanja na raspoložive mjere izbjegavanja posljedica u fazi ponovnog uspostavljanja stanja sustava.

Analiza rekonstruiranog početnog stacionarnog stanja koje je vladalo neposredno prije raspada ukazuje na uvjete regionalno uravnoteženog pogona HR sustava prije nego što je došlo do pojave inicijalnog poremećaja. Uočeno je da su operatori sustava primijenili odgovarajuće mjere radi uravnoteživanja snage razmjene između regija HR sustava te minimiziranja posljedica eventualnih incidentnih situacija.

Tijekom perioda ponovnog uspostavljanja stanja, kvalitetna koordinacija operatora susjednih sustava predstavlja jedan od prioriteta. Pokazalo se nužnim pružiti operatoru sustava sve potrebne informacije o stanju ključnih infrastrukturnih objekata. Sposobnost pokretanja ključnih hidroelektrana bez prisutnosti vanjskog napona (crni start) ima najznačajniju ulogu tijekom ponovnog vraćanja napajanja potrošačima.

Operator sustava neizostavno treba biti pravodobno i propisno informiran o izvođenju svake pojedinačne rekonstrukcije regulacijskih krugova proizvodnih postrojenja. U suprotnom, zbog nedostatne informiranosti moguće je dodatno usporavanje aktivnosti koje operator sustava poduzima radi ponovnog uspostavljanja stanja sustava nakon raspada.

U numeričkom dijelu analize prepoznata su početna elektromehanička njihanja koja se najprije stabiliziraju, a zatim s međusobnim razdvajanjem različitih dijelova sustava dolazi do nestabilnosti u Dalmaciji i BH sustavu. Međusobno razdvajanje motivirano je isključenjem DV 110 kV Novalja Pag (otočna veza) te posebice DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla. Nakon isključenja tih vodova generatori u Dalmaciji i BH gube stabilnost i bivaju isključeni s mreže, dok generatori u sjevernom dijelu HR sustava zadržavaju stabilnost.

Prorada specijalnog sustava zaštite u TS Đakovo koji među ostalim obuhvaća isključenje DV 220 kV Đakovo – TE Tuzla spriječila je širenje raspada na sjeveroistočni dio HR sustava. Nakon isključenja agregata G1/120 MVA/110 kV u HE Dubrovnik došlo bi do brzog sloma napona i u sjeveroistočnom dijelu HR sustava u slučaju da prethodno nije isključena sjeverna veza. Naime, nakon isključenja agregata G1/120 MVA/110 kV u HE Dubrovnik povećava se tok snage kroz sje-

vernu vezu zbog čega dolazi do dodatnog pada napona koji bi kao krajnju posljedicu imao ubrzani raspad cijelog sustava.

Predmetni raspad ees-a solidan je povod pristupanju izradi postupaka pri pogonu hrvatskog ees-a u kriznim stanjima te formiranju sveobuhvatnog plana djelovanja svih relevantnih sudionika. Plan za zaštitu od velikih poremećaja pogona ees-a poput raspada i ponovno uspostavljanje stanja sustava nakon raspada nužno je izraditi u skladu s elektroenergetskim zakonima i uključiti u Mrežna pravila hrvatskog ees-a barem na razini definiranja odgovornosti svih sudionika za izradu planova za prevenciju i rješavanje izvanrednih situacija.

LITERATURA

- [1] N. DIZDAREVIĆ, M. MAJSTROVIĆ, G. MAJSTROVIĆ, D. BAJŠ, "Analiza raspada hrvatskog elektroenergetskog sustava – 12. siječanj 2003. godine", *studija izrađena za HNOSIT I HEP – Prijenos*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, Hrvatska, siječanj 2004
- [2] CIGRÉ, Task Force 38.01.07, "Analysis and control of power system oscillations", Report, 1996
- [3] UCTE, "Transforming UCTE Rules and Recommendations into binding Security and Reliability Standards", Draft report, 2002
- [4] P. KUNDUR, "Power System Stability and Control", Electric Power Research Institute, McGraw/Hill, 1994
- [5] C. TAYLOR, "Power System Voltage Stability", Electric Power Research Institute, McGraw/Hill, 1994
- [6] CIGRÉ, Task Force 38.02.12, "Criteria and Countermeasures for Voltage Collapse", Report, 1995
- [7] PTI Inc., "Power System Simulator for Engineers – PSS/E", User's Guide, Rev 29
- [8] Z. CVETKOVIĆ, "Dalekovodi i pouzdanost elektroenergetskog sistema u vezi s raspadom dalmatinskog EES-a 12.01.2003. godine", 6. *Savjetovanje HK CIGRÉ*, C2-09, Cavtat, Hrvatska, studeni 2003
- [9] M. LOVRIĆ i R. GOIĆ, "Osvrt na problematiku sigurnosti rada EES-a", 6. *Savjetovanje HK CIGRÉ*, C2-07, Cavtat, Hrvatska, studeni 2003

CAUSES, ANALYSES AND MEASURES AGAINST BLACK-OUT OF THE CROATIAN ELECTRIC POWER SYSTEM ON JANUARY 12, 2003

In this paper causes, analyses and measures against the black-out of the electric power system on January 12, 2003 in the southern part of Croatia (CRO) and Bosnia and Herzegovina (BiH) are presented. First basic causes are recognised and consequences of the black-out using an analysis of the available documents that come out from different sources from CRO and BiH. After that the numerical analysis was performed in order to give additional explanations for the events the during black-out.

The knowledge that came from the analytical field was used to show possible measures against black-outs, i.e. how to diminish consequences in different develop-

ment phases. A set of measures is proposed to prevent similar incident situations. The role of the system operator is analysed in detail as well as a special protection system of the chronological sequestration of events connected to this black out.

DER ZERFALL DES KROATISCHEN STROMVERSORGUNGSSYSTEMS AM 12. JÄNNER 2003: URSACHEN, UNTERSUCHUNGEN, GEGENMASSNAHMEN

In diesem Artikel sind Ursachen, Untersuchungen und Gegenmaßnahmen bei einem Zerfall des Stromversorgungssystems, so wie er am 12. Jänner 2003 in Südkroatien (HR) und in Bosnien-Herzegowina (BiH) geschehen ist. Mit Hilfe der Untersuchungen der zur Verfügung stehenden Protokolle wurden zuerst die Grundursachen und Folgen des Zerfalles erkannt. Diese Untersuchungen beruhen auf sachdienstlichen, beweiskräftigen, aus verschiedenen Quellen in den Systemen der HR und der BiH gesammelten Dokumenten. Wegen der Darbietung weiterer Erklärungen des Ablaufes begleitender Ereignisse des Zerfalls, ist danach eine numerische Analyse durchgeführt worden.

Am analytischen Wege erhaltenen Erkenntnisse wurden zum Hinweisen auf verfügbare Verhütungsmaßnahmen genutzt. Zur Vermeidung ähnlicher Zwischenfälle wurde ein Maßnahmenpaket vorgeschlagen. Die Rolle des Systembetreibers und der Sonderschutzmaßnahmen im Falle der Ereignisse, wie sie im vorgefallenen Systemzerfall geschahen, ist ausführlicher betrachtet worden.

Naslov pisaca:

Dr. sc. Nijaz Dizdarević, dipl. ing.
prof. dr. sc. Mislav Majstrovic, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"

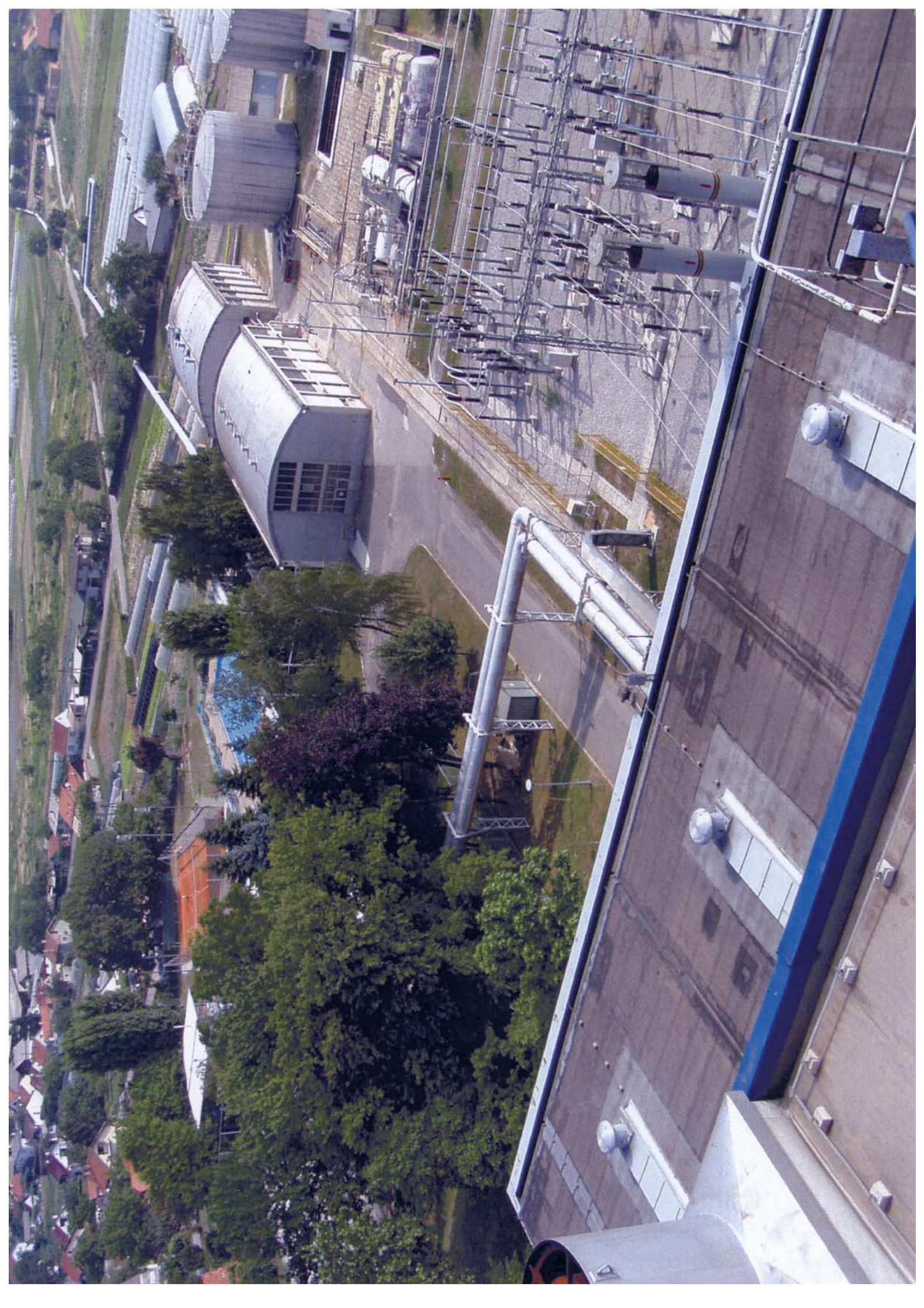
Savska cesta 163
10000 Zagreb, Hrvatska

Snježana Čujić Čoko, dipl. ing.
HEP Prijenos d.o.o.
Prijenosno područje Split
Ulica kneza Ljudevita Posavskog 5
21000 Split, Hrvatska

Niko Mandić, dipl. ing.
HEP HNOSIT d.o.o.
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Josip Benović, dipl. ing.
HEP Prijenos d.o.o.
Prijenosno područje Osijek
Šetalište kardinala F. Šepera 1a
31000 Osijek, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2004 – 05 – 04.



IZOLACIJA U SREDNJONAPONSKIM ZRAČNIM MREŽAMA S GLEDIŠTA KVAROVA UZROKOVANIH VANJSKIM PRENAPONIMA

Ivo S a n t i c a, Split

UDK 621.315.1:621.316.91
STRUČNI ČLANAK

Izolatorima i izolatorskom priboru, jednom od osnovnih elemenata u srednjonaponskim zračnim mrežama, treba posvetiti posebnu pozornost. Na ovim elementima dalekovoda najčešće se javljaju kvarovi kao posljedica atmosferskih prenapona. Korisnik dalekovoda (distributer), koji održava mrežu i mijenja oštećene izolatore, još nema konačan stav o najprihvatljivijem tipu izolacije, iako ima čvrstu spoznaju da na izolaciji treba biti što manje kvarova. Porculan se u principu zamjenjuje staklom, ali se premalo i samo ponegdje eksperimentira s kompozitnim polimernim izolatorima. Izolaciju većinom određuje projektant, uz pomoć trgovačkih kuća. Koje bi specifičnosti, uz propisima precizno određene karakteristike, trebao imati izolator da zadovolji potrebe distributera, pokušat će se naznačiti ovim člankom.

Ključne riječi: izolatori, prenaponi, povratni preskok.

1. UVOD

Izgradnja i revitalizacija distribucijskih srednjonaponskih mreža trajno je nazočna; nekad više nekad manje intenzivna. Bilo da se radi o sanacijama ratnih šteta, bilo da se radi o zatvaranju otvorenih petlji (zadovoljavanje sigurnosnog uvjeta $n-1$), bilo da se radi o sanaciji naponskih prilika ili pak o revitalizaciji već amortiziranih i zastarjelih dionica u srednjonaponskoj mreži uvijek se gradi. Značaj i vrijednost radova obvezuju na posebnu pozornost prema svakom elementu zahvata. Ovim člankom skreće se pozornost na izolaciju.

Izolator naponski odvaja vodič električne struje od nosive konstrukcije stupa. Osim ovog osnovnog zahtjeva, izolator preuzima sile koje se javljaju na vodiču i prenosi ih na konstrukciju stupa.

Porculan je osnovni materijal u povijesnom razvoju izolacije. On se upotrebljava radi izrazito dobrih električnih i mehaničkih karakteristika te kemijske postojanosti (čvrstoća na pritisak 4000 do 4500, na vlak 300 do 500, na savijanje 500 do 1000 kg/cm²; probojna čvrstoća 34 do 38 kV/mm). Vanjska površina se glazira. U mrežama srednjeg napona i danas ga nalazimo u funkciji, iako su neke mreže izgrađene početkom prošlog stoljeća. Tradicionalno dobre osobine porculana uza sve veću ponudu modernih materijala zadržavaju porculanske izolatore i dalje u uporabi u srednjonaponskim mrežama. Loša osobina, "vizualno sakrivanje mjesta proboja" odnosno oštećenja, pogotovo kod kapastih izolatora, razlog su postupne zamjene porculana sa staklom. Danas se kapasti porculanski izolatori rijetko ugrađuju u srednjonaponske mreže.

Kratko će se iznijeti razlika između porculana i stakla jer su oba materijala sličnog sirovinog sastava [12]. Razlika je u postupku proizvodnje. Za stjecanje nužnih mehaničkih svojstava potrebnih za uporabu u prijenosnim mrežama, stakleni izolator se kali, a porculanski glazira (pocakljuje). Postupak kaljenja znatno povećava čvrstoću keramičkog materijala. Postoje i druge razlike u procesu proizvodnje. Staklena masa najprije se topi pa zatim lije u kalupe, a porculanski izolator modelira u sirovu stanju, da bi zatim sljedila daljnja obrada. Dobra dielektrična čvrstoća keramičkih izolatora sljedeća je njihova značajka. Pri ispitivanju izolatora na probojnost u uljnoj kupki u skladu s preporukama IEC nikad ne dolazi do proboja ispod kape staklenog izolatora, no može doći do rasprsnuća tanjura. Kod porculana, naprotiv, dolazi do proboja kroz glavu. Tu je i glavna pogonska prednost staklenog izolatora.

Je li stakleni kapasti izolator najbolji izbor?

Ako se na ovo pitanje, u članku i ne dobije potpuni odgovor, pokušat će se dati naznake kojim se pristupom trebaju tražiti rješenja.

I porculan i staklo mogu podnijeti samo ograničena naprezanja na vlak, a značajno veće sile na tlak. Zbog toga je i razvijen poseban dizajn kapastih izolatora koji omogućava da se naprezanje na istezanje koje se javlja na armaturi (kapa, batić), konvertira u naprezanje na tlak i smik u izolacijskom elementu. Poznati su mnogi nedostaci ovakvog dizajna kao proboj tanjura, osrednje performanse u uvjetima zagađenja, trošenje i korozija batića i dr. Mnogi korisnici u distribuciji ne odustaju od korištenja ove vrste izolacije u distribucijskoj

praksi; veoma oprezno eksperimentirajući s novim tehnologijama.

Kvarovi na dalekovodima izazvani “onečišćenjem” nisu predmet ovog članka, iako razgovarajući o izolaciji, nemoguće je zaobići ovu problematiku. Dužina, oblik i kakvoća površina po kojoj puže strujna staza, osobina su svake izolacije.

U ukupnoj investiciji jednog dalekovoda na izolaciju otpada manje od 5% veličine investicije. Međutim, grubi pokazatelji kažu (do relevantnih podataka nije se moglo doći), da na tu istu izolaciju otpada preko 80 % kvarova na distribucijskim vodovima. Kvarovi obično nastaju za vrijeme vremenskih nepogoda. Tada je ujedno najteže locirati i otkloniti kvar.

Dosta područja još uvijek se napaja preko radijalnih vodova 35 kV i 10(20) kV. Sanacija kvara na dalekovodu često se izvodi uz predhodne složene manevre u mreži, kako bi što manje potrošača ostalo bez napona do konačnog otklanjanja kvara.

Prolazne kvarove otklanjamo automatskim ponovnim uklopom. Trajne kvarove kao što je proboj izolacije, otklanjamo jedino zamjenom izolacije.

Zapravo, uspješan automatski ponovni uklop za distributera, odnosno za njene službe održavanja, predstavlja samo naznaku prolazne smetnje. Kada bi sve kvarove mogli pretvoriti u prolazne kvarove, mogli bi hipotetski reći da imamo miran pogon. Na putu ove konstatacije pokušat ćemo zapravo tražiti rješenje.

Razmatranja se odnose na srednjonaponske vodove, jer je drukčija percepcija povratnog preskoka na ove vodove u odnosu na vodove višeg napona.

2. ORIJENTACIJSKI POKAZATELJI BROJA IZOLATORA U SN ZRAČNOJ DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

Jednostavnim računom umnoška broja stupova u pojedinoj mreži s brojem izolatora postavljenim na stupu, uvećano sve za određeni koeficijent, dobit ćemo traženu veličinu ukupnog broja izolatora. Određene razlike postoje po naponskim nivoima, ovisno o načinu izvedbe uporišnih mjesta, zato ih kompenziramo korekcijskim koeficijentom. Ukupni rezultat je samo red veličina bez pretenzije egzaktnog podatka, što je sasvim dovoljno kada se radi o orijentacijskom pokazatelju.

- 35 kV DV.....16611 stup. x 6 x 1,4 = 139532 izol.
- 20 kV DV.....32403 stup. x 6 x 1,1 = 213860 izol.
- 10 kV DV.....259499 stup. x 3 x 1,3 = 1012046 izol.

Iz gornjeg je vidljivo da u srednjonaponskim mrežama HEP-a imamo ugrađeno oko milijun i petsto tisuća izolatora.

Izgradnja novih dalekovoda kao i rekonstrukcija postojećih, zahtijeva sigurno određeniji odnos prema izolaciji s konačnim ciljem mirnijeg i urednijeg pogona.

3. UOBIČAJENA IZVEDBA SREDNJonAPONSKIH ZRAČNIH VODOVA

Kratki opisi se odnose na vodove 10, 20 i 35 kV.

S gledišta uporišnih mjesta vodovi se uglavnom izvode na drvenim, betonskim i željezno rešetkastim stupovima. Distribucijska je praksa izvedba dalekovoda 10 i 20 kV bez zaštitnog vodiča, a 35 kV dalekovoda sa zaštitnim vodičem.

Vodovi 10(20) kV izvode se s potpornim i visećim izolatorima. Za novije magistralne vodove to znači ili viseći izolatori ili potporni izolatori s gibljivom stezaljkom. Vodovi 35 kV koncipirani su s visećim izolatorima.

Uzemljenje stupova (betonskih i željezno rešetkastih) kod oba naponska nivoa 20 i 35 kV izvodi se prema propisanim vrijednostima po obliku a po zahtjevu “zaštite ljudi”. To rezultira s jednim ili dva prstena uzemljivača položena oko temelja stupa, ovisno je li stup postavljen na pristupačnom ili na nepristupačnom mjestu.

Zahtjev izvedbe uzemljivača u pogledu “zaštite postrojenja”, odnosno zaštite od povratnog preskoka, skoro se ne uobičava ispuniti kod vodova srednjeg napona. Razlog su izrazito veliki materijalni troškovi izvedbe uzemljenja, pogotovo na kraškim terenima.

Uobičajena jednadžba kojom se služe projektanti kod projektiranja uzemljivača srednjonaponskih dalekovoda je:

$$R_{uz} \leq \frac{U_i}{I_u} [\Omega]$$

gdje je:

R_{uz} – otpor uzemljenja promatranog stupa bez spoja sa zaštitnim užetom, odnosno ostalim uzemljivačima [Ω]

U_i – podnosivi udarni napon izolacije promatranog stupa u suhom [kV]

I_u – tjemena vrijednost udarne struje groma za promatrane stupove [kA]
(20 i 40 kA – veličine s kojima se najčešće ulazi u izračune)

$$- 20kV..... R_{uz} \leq \frac{125}{20} \leq 6,25\Omega$$

$$- 35kV..... R_{uz} \leq \frac{170}{40} \leq 4,25\Omega$$

te se praktički od ovog zahtjeva uglavnom odustaje i prihvaća se pojava povratnog preskoka kao pogonska nužnost.

Dalekovodi 10 i 20 kV svojom nižom izvedbom i prirodnom “skrivenošću” u okolišu, manje su izloženi vanjskim prenaponima od vodova 35 kV. Ovo je samo načelan stav, ali izuzetci postoje kod oba naponska nivoa.

4. POVRATNI PRESKOK UZROKOVAN VANJSKIM PRENAPONIMA

Atmosferska pražnjenja uzrokuju sljedeće vrste prenapona na vodovima:

- Prenapone zbog izravnog udara groma u fazni vodič.
- Prenapone zbog udara groma u stupove ili zaštitnu užad.
- Inducirane prenapone.

Sve navedene vrste prenapona mogu prouzročiti preskok na izolaciji voda.

Udarom groma u zaštitno uže ili stup, nastaje valni proces u sustavu: kanal groma – zaštitno uže – stup – uzemljivač stupa.

Ako ovaj valni proces prouzroči na izolaciji voda preskok sa stupa na fazni vodič, tada govorimo o povratnom preskoku. Sličan, ali ne isti proces, događa se kod udara groma izravno u vodič ili kod induciranih prenapona.

Inducirani prenaponi nastaju zbog udara groma u tlo u blizini voda, pri čemu je njihova amplituda općenito ovisna o amplitudi struje groma i udaljenosti između mjesta udara i dalekovoda. Njihova amplituda rijetko prelazi 250 kV, pa su posebno značajni za distribucijske vodove.

Preskok preko izolatora, stvara ionizirajući kanal kojim može teći struja kvara tjerana faznim naponom mreže. U slučaju povratnog preskoka na više faza, nastaje višefazni kratki spoj sa strujama veličine kA. Električni luk koji gori uz površinu izolatora, termički napreže izolaciju s mogućnošću njenog oštećenja. Zaštita, s dugim vremenom isključenja, omogućava veliku energiju električnog luka. Prethodna naprezanja izolacije, uz novonastalu termičku energiju, uzrok su razaranja izolacije. Ovim počinje distribucijski problem; trajni ispad voda, traženje kvara, otklanjanje kvara i ponovno puštanje voda pod napon.

Valni otpor stupa za stupove stožaste željezno rešetkaste konstrukcije [2] iznosi u $[\Omega]$:

$$Z_s = 30 \cdot \ln \frac{2(H_s^2 + r_s^2)}{r_s^2}$$

gdje su:

H_s – visina stupa, u m,

$2r_s$ – ekvivalentni promjer površine donje baze stupa, u m.

Impulsni otpor uzemljenja uzemljivača stupa u $[\Omega]$:

$$R_i = \frac{R_o}{\sqrt{1 + \frac{I}{I_g}}}$$

gdje je:

R_o – stacionarni otpor uzemljenja uzemljivača stupa;

$$R_o = \rho \times c_r$$

ρ – specifični električni otpor tla u $[\Omega\text{m}]$

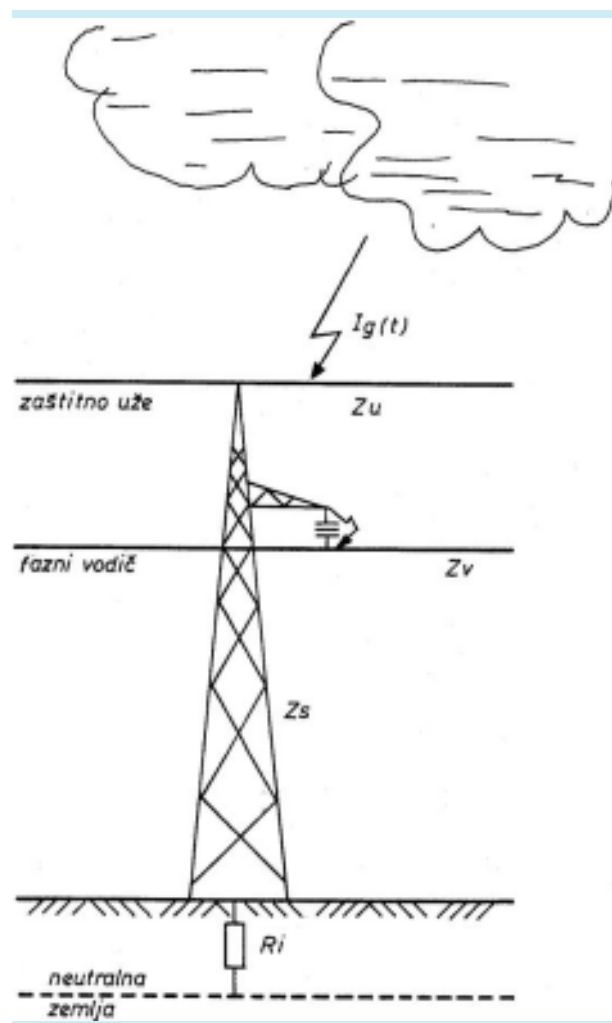
c_r – konstanta, ovisna o obliku uzemljivača

I – amplituda struje groma koju odvodi uzemljivač stupa u $[\text{kA}]$.

I_g – granična struja groma u $[\text{kA}]$.

Pomoću programa PRENAP [2] (Upustvo i primjeri programa PRENAP, ELMAP, Split 1995) mogu se izračunati prenaponi na:

- vrhu stupa
- izolatorskom lancu
- uzemljivaču stupa.



Slika 1. Skica udara groma u zaštitno uže uz nastanak povratnog preskoka

5. POBOLJŠANJE PRESKOČNIH KARAKTERISTIKA DALEKOVODA

Za poboljšanje preskočnih karakteristika vodova mogu se koristiti sljedeći zahvati; pojedinačno ili više njih zajedno:

1. – smanjenje otpora uzemljenja stupa i izbor odgovarajućih uzemljivačkih sustava,

2. – povećanje izolacijskog nivoa voda,
3. – ugradnja dodatnih zaštitnih užadi,
4. – ugradnja užeta ispod faznih vodiča s ciljem popravka faktora međusobnih utjecaja,
5. – ugradnja zateznih užadi na konstrukciji stupa.

Zahvat pod točkom 1. najefikasniji je, ali najsloženiji i najskuplji. Tehnički i ekonomski je opravdan i prakticira se kod svih vodova naponskog nivoa 110 kV i više.

Međutim, ovaj zahvat kod srednjonaponskih vodova, trebalo bi izvoditi u mjeri kako je navedeno u [2] pod točkom 5 "Gospodarski aspekti u odabiru uzemljivača stupova", u kojoj se navodi:

1. Kod vodova 10, 20 i 35 kV bez zaštitnog vodiča uzemljivači stupova ne utječu na zaštitu voda od atmosferskih prenapona. Prema tome, kod takvih vodova nema smisla ulagati u skupe uzemljivače (velikih dimenzija), pa je dovoljno izvesti uzemljivač u obliku jedne konture (K) oko stupa.
2. Kod vodova 35 kV sa zaštitnim vodičima, uzemljivači stupova važan su element zaštite od povratnog preskoka. Pri tome je bitno da impulsne impedancije budu manje od 30Ω . To se može postići uporabom konfiguracije uzemljivača prikazanih u sljedećoj tablici:

$\rho(\Omega)$	Konfiguracija	$Z_i(\Omega)$	Udio u cijeni voda(%)
50	K	5	0,3
100	K	10	0,3
500	K+4×5 m	25	2,5
1000	K+4×15 m	27	4,8
2000	K	145	1,2

Povećanje izolacijskog nivoa provodi se najčešće kod rekonstrukcija kada se kompletno zamjenjuju izolatori (kompozit). Posebnu problematiku imamo kod dvostrukih vodova. Ponekad se na jednom vodu smanjuje, a na drugom povećava izolacija, kako bi se ciljano usmjerili kvarovi i namjerno izbjegli dvostruki ispadi "diferencijalna izolacija".

Ugradnjom dodatnih zaštitnih užadi smanjuje se mogućnost direktnih udara groma u vodič, razgranava struja groma, povećavaju međusobni utjecaji, a time i smanjuje mogućnost povratnog preskoka.

Zateznom užadi u konstrukciji stupa smanjuje se valni otpor stupa, a time i potencijal stupa.

6. UGRADNJA LINIJSKIH ODVODNIKA PRENAPONA (PILOT PROJEKTI)

U zadnjih nekoliko godina u svijetu se intenzivira primjena odvodnika prenapona s polimernim kućištem, a radi poboljšanja prenaponskih karakteristika visokonaponskih vodova.

Linijski odvodnici prenapona s polimernim kućištem ugrađuju se u distribucijske i vodove najviših napona.

I u našoj se distribuciji predviđaju određeni pilot projekti. Svaki pilot projekt vrijedan je posebne pozornosti. Za uspješnost projekta nužni su određeni preduvjeti. Prvo je potrebno imati što veći broj preciznih ulaznih podataka, zatim razrađen sustav praćenja u praksi te na kraju objektivnu valorizaciju. Posebno treba inzistirati na preciznosti svih podataka, bilo da se radi o cijeni objekta, bilo da se radi o troškovima gubitka neisporučene električne energije ili bilo kojem drugom podatku.

Nažalost, ovakav pristup uvijek se ne prakticira, pa i rezultati ne mogu biti potpuno vjerodostojni.

Uvijek kada se rade usporedbeni troškovi, cijena investicije uspoređuje se s cijenom neisporučene električne energije. To je i logično.

Međutim, je li izračun temeljen na objektivnim pokazateljima sljedeće je pitanje?

Jednom prilikom konzultirajući dispečersku službu, ustanovilo se da u zadnjih šest godina na jednom dalekovodu nije zabilježen niti jedan uspješan automatski ponovni uklop. Prema ovom podatku nije bilo prolaznih kvarova. To otvara nova pitanja, kao što su podešenost zaštite ili podešenost regulacijskih iskrišta? Zapravo, sve je moguće. Možda je razmak iskrišta poremećen pa sklopni prenaponi izbacuju dalekovod u drugom ciklusu zaštite.

Na ovakvom dalekovodu, bez sistematiziranih ulaznih podataka, sigurno ne bi trebalo raditi pilot projekt jer rezultat može biti neobjektivna slika.

7. MOGUĆI IZRAČUNI SLIKA DOGAĐANJA IZAZVANIH VANJSKIM PRENAPONIMA

Danas već postoje specijalistički programi za izračun svih mogućih događanja prouzrokovanih vanjskim prenaponima. Programski paketi pokrivaju sva prenaponska događanja i sve konfiguracije dalekovoda. Moguće je analizirati jednostruke i dvostruke vodove sa i bez zaštitne užadi, vodove na drvenim stupovima, vodove s instaliranim linijskim odvodnicima prenapona, vodove s diferencijalnom izolacijom i dr.

Dobre statističke metode omogućavaju izračun moguće veličine i mjesta udara groma uz primjenu izokerauničkih podataka i podataka o konfiguraciji dalekovoda. Ovisno o karakteristikama voda izračunavaju se sva moguća događanja vezana za putne valove, preciziraju se detaljni podaci o svim prenaponima, te se određuju mjesta gdje će doći do preskoka.

Zapravo teoretski se mogu objasniti uglavnom sva prenaponska događanja.

Međutim, što je interesantno distributeru? Njega, odnosno njih, najviše interesira imati miran i uredan pogon bez obzira na sva moguća vanjska događanja. Njega zapravo sasvim zadovoljava da se po mogućnosti sve

smetnje pretvore samo u prolazne, tj. da se automatskim ponovnim uklopom bilo u prvom ili drugom ciklusu, obavi ponovno napajanje potrošača.

Znači kao posljedica prenapona ne bi trebalo biti oštećenja izolacije, odnosno to bi trebao biti izuzetak, a ne ponekad pravilo.

Postoje zapravo dva moguća rješenja ove problematike:

- ugradnja odgovarajućih kvalitetnih iskrišta, zaštitnih prstenova ili sl. radi zaštite izolacije (klasična metoda)
- inzistiranje na proizvodnji i ugradnji “što manje razorivih” izolatora.

Poznate su prilike u našoj distribucijskoj srednjonaponskoj mreži. Zbog veoma malih razmaka na izolaciji, na DV 10(20) kV ne ugrađuju se iskrišta, dok se na DV 35 kV uglavnom ugrađuju. Nažalost i tamo gdje se ugrađuju i gdje su ugrađena, nedovoljno su sistematizirani rezultati. Postoje podaci kako se ponekad i demontiraju jer bez njih pogon postaje mirniji. To je praksa i život u pogonu. Određivanje razmaka iskrišta uvijek je veoma složen zadatak, jer mnogi čimbenici utječu na ovu veličinu. Neće se ulaziti u detaljnije analize što je uzrok nekontroliranih preskoka; je li to premali razmak za moguće pogonske prenapone, ili je to mehanička pogriješka ili krivi dizajn pa se položaj iskrišta s vremenom “poremeti i izvitoperi”, a time i promjene predviđeni razmaci. Očito je da se ovim elementom ne rješava problem.

Prema tome sigurno je potrebno u distribucijsku praksu uvoditi “što manje razorive” izolatore, tj. izolatore kojima neće bit razorena struktura i u najtežim pogonskim događanjima.

Pojam “neprobojan” koristi se sada kod određenih tipova izolatora. Međutim, izolatori su možda neprobojni, ali imaju manjkavost da su još uvijek lomljivi. Kod određenih događanja izazvanih vanjskim prenaponima, dolazilo je do pucanja izolatora, odnosno loma. Posljedica je pad vodiča na zemlju, što je veoma problematično, bilo da se radi o opasnosti za ljude ili opasnosti za izazivanje požara.

Izolatori ugrađeni u srednjonaponske nadzemne vodove izloženi su tijekom uporabe stalnim ili povremenim utjecajima iz okoline, pa trebaju imati otpornost na ove utjecaje [10]:

- sunčevo zračenje,
- prirodno zagrijavanje i hlađenje,
- kiša, snijeg, led, magla i ostale oborine,
- vjetar i posolica,
- atmosferska pražnjenja,
- taloženje prirodne prašine,
- kemijski talog iz onečišćenog zraka.

8. KOMPOZITNI IZOLATORI

Kompozitni izolatori ili izolatori novijih tehnologija imaju nekoliko prednosti u odnosu na klasične izolatore (porculan i staklo).

- manja težina,

- povećana otpornost na namjerna oštećenja,
- bolje uklapanje u okoliš,
- manja mogućnost oštećenja kod preskoka izazvanih prenaponima,
- mogućnost kompaktiranja nadzemnih vodova,
- značajna poboljšanja performansi u uvjetima zagađene atmosfere,
- smanjeni troškovi održavanja.

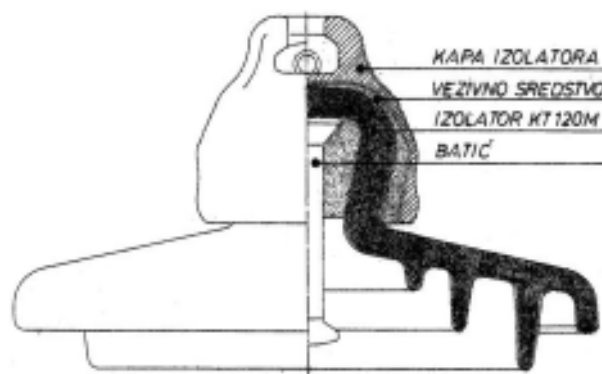
Danas 60% – 70% svih izolatora koji se instaliraju u USA, upravo su kompozitni polimerni izolatori. Postaje sve evidentnije da silikonska guma ima bolje performanse u odnosu na porculan i staklo. Podaci su djelomično dobiveni kroz pogonska iskustva, a djelomično u laboratorijima i ispitnim stanicama na otvorenom. Treba posebno obratiti pozornost na kvalitetu silikonske gume. Ovisno o kompoziciji materijala, dizajnu, procesu proizvodnje idr. različita je kvaliteta finalnog produkta. Vijek trajanja, odnosno, životna dob, može se razlikovati i 10 puta. Minimalni traženi životni vijek od 30 godina ne bi trebalo smanjivati. Dapače, razvoj se kreće u pravcu dobivanja materijala boljih dielektričnih svojstava u uvjetima kiše, vlage i onečišćenja. Time se zapravo rješava osnovni problem starenja i degradacije materijala.

Proizvodi trebaju proći svu potrebnu standardizaciju, uz propisana testiranja i ispitivanja, naravno, uz garancijski rok koji vrijedi i za ostalu opremu.

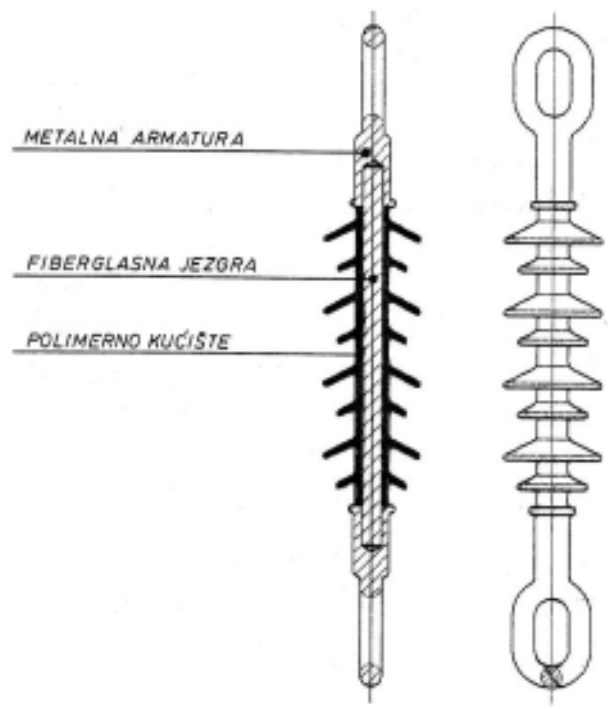
Osim kod štapnih zateznih kompozitnih izolatora i kod potpornih izolatora, javlja se niz mogućih prednosti. Veća je mehanička čvrstoća na udar nego kod konvencionalnih izolatora, a izolatori od silikonske gume imaju bolje performanse u uvjetima zagađenja.

Silikonska guma je hidrofobična, što znači da se vlaga ili tekućina na njezinoj površini, ukapljuje. Ovo je razlog manje mogućnosti stvaranja puznih staza na površini izolatora. Prilagodljivost i jednostavna obrada omogućava veoma jednostavno produžavanje strujne staze, neovisno o dužini izolatora. Također je moguća izrada drugačijih aerodinamičnih profila.

Kod izbora ovog zahtjevnog elementa ne smije se dogoditi pogriješka. Klasičnu komercijalnu praksu protežiranja niskih cijena kao kriterija izbora, treba izbjegavati. Kvaliteta treba biti odlučujući faktor podržan referencama proizvođača.



Slika 2. Klasični kapasti stakleni izolator



Slika 3. Kompozitni silikonski izolator

9. NEKI PRIMJERI I ISKUSTVA S IZOLACIJOM U PRIMORSKOM DIJELU REPUBLIKE HRVATSKE

Sistematiziranost temeljnih podataka i iskustava nužan je preduvjet za ozbiljniji pristup rješavanju postavljene problematike. Nažalost, podaci koji će se ovdje iznijeti, samo su niz usmenih izvješća ljudi koji se na određenim prostorima bave problematikom zračnih dalekovoda. Tvrtka još nije formirala eksperimentalni poligon za srednji napon na kojem se stječu i sistematiziraju iskustva. Za više napone da, ali za srednji napon ne.

Pojedinci u distribucijskim područjima pojedinačno eksperimentiraju, ali se stečena iskustva nedovoljno razmjenjuju.

Pokrenuta je inicijativa preko HK CIGRE odbora B2 da se problemu izolacije u srednjonaponskim mrežama posveti dužna pozornost s teorijskog i praktičkog gledišta kao i izolaciji u visokonaponskim mrežama. Na prvi pogled problematika izgleda ista, međutim kako je već izneseno, ona se ipak razlikuje te je kao tako različitu, treba i rješavati.

DP Elektrojug, Dubrovnik:

U zadnjih desetak godina na ovom prostoru izgrađeno je preko 100 km 10(20) kV i 35 kV zračnih dalekovoda. Najveći dio ove izgradnje odnosi se na sanaciju ratnih šteta. Dalekovodi su građeni na željezno rešetkastim stupovima sa staklenim kapastim izolatorima. Izuzetak je bio dvostruki DV 35 i 10(20) kV Blato – Korčula, opremljen štapnim porculanskim izolatorima. Baš

na ovom dalekovodu došlo je u dva navrata do pucanja štapnog izolatora i do pada vodiča na zemlju. Štapni izolatori na kraju su zamijenjeni staklenim kapastim izolatorima.

Većina novoizgrađenih dalekovoda zamjena je za postojeće, izgrađene na drvenim stupovima.

Posolica, samozapaljenje, rasprsnuća stupova zbog udara groma, bili su stalni pratioci prijašnjeg pogona. Poslije takvih iskustava nova mreža donosi znatno mirniji pogon, međutim ne sasvim bez kvarova. Kvarovi su uglavnom proboj izolacije kao posljedica vanjskih prenapona. Normalno je da distributer i dalje traži još mirniji i sigurniji pogon. Je li se to moglo postići drukčijim izborom izolacije?

DP Elektrodalmacija, Split:

Na ovom prostoru samo je djelomično bilo sanacija ratnih šteta. Dalekovodi su se izgrađivali s klasičnim izolacijama, na drvenim, betonskim i željezno rešetkastim stupovima. Izuzetak je bio dalekovod 10(20) kV Suhać – Hrvace (7 km) na betonskim stupovima s potpornim štapnim izolatorima i DV 10(20) kV Pisak – Slime (3,5 km) na željezno rešetkastim stupovima sa zateznim štapnim izolatorima. Prvi dalekovod ima konstantno miran i uredan pogon dok je na drugom dalekovodu (Pisak – Slime) bilo sličnih problema kao i na DV Blato – Korčula. Pucali su porculanski štapni zatezni izolatori.

U DP-ima južnog dijela države, nema još dovoljno iskustava s kompozitnim izolatorima.

DP Elektroistra, Pula:

U ovom DP-u već postoje određena iskustva s ugradnjom kompozitnih izolatora sa silikonskim kućištem [8]. Izolatori su ugrađeni na DV 35 kV Pazin – Vranja. Ne na cijelom dalekovodu, već na dionici najviše ugroženoj od vanjskih prenapona, između stupova br. 47 i br. 90, gdje su do zamjene bili montirani miješano porculanski i stakleni izolatori. Iskustva su veoma pozitivna. Broj kvarova znatno je smanjen. Na ovom primjeru eksperimentalno se prišlo ugradnji kompozitnih izolatora i uredno su se pratila događanja. Sve je brojčano prikazano u [8].

DP Elektroprimorje, Rijeka:

U uvjetima atmosferskih onečišćenja posolicom i izrazite izokerauničke izloženosti na pojedinim područjima ovog DP-a, razmišlja se o mogućnosti ugradnje nove generacije izolatora.

Za sada je sa silikonskim izolatorima izveden DV 20 kV TS 110/20 kV Rab – TS 20/0,4 kV Supetarska Draga s odcjepima na otoku Rabu, duljine 2,5 km. Dalekovod je izgrađen na betonskim stupovima s vodičima Al-Fe 70/12 mm².

Prekratko vrijeme (1 god.) pogonske eksploatacije dalekovoda onemogućava davanje bilo kakve ocjene. Međutim, ipak kroz jednu godinu korištenja, nema negativnih iskustava.



Slika 4. Kompozitni silikonski potporni izolatori na DV 20 kV TS 110/20 kV Rab – TS 20/0,4 kV Supetarska Draga

10. ZAKLJUČAK

Kompozitni polimerni izolatori predpostavka su smanjenja broja oštećenja uzrokovanih vanjskim prenaponima u distribucijskim mrežama, a time i smanjenje dužine trajanja prekida u napajanju potrošača određenim dalekovodom. Ovo se, pogotovo odnosi, na dio distribucijskih mreža, gdje se pojava povratnog preskoka, ne može ublažiti drugim mjerama.

Eksperimentalne poligone trebalo bi što prije aktivirati. Oni bi trebali postati mjerodavno mjesto za stjecanje valjanih iskustava, usporedbu i ocjenu više tipova izolatora.

Osim toga, trebalo bi razmišljati i o dodatnim zahtjevima, koje izolatori za distribucijske vodove trebaju ispunjavati, a propisima nisu zadani.

Zašto bi se uostalom trebale zadovoljiti samo propisanim vrijednostima?

To su propisane nužnosti koje nitko ne brani dopuniti, radi kvalitetnijeg pogona, a na korist potrošača i vlasnika mreže.

Put za ostvarenje cilja najlakši je kroz granske normative.

LITERATURA

- [1] M. PADELIN: “Zaštita od groma”, Školska knjiga Zagreb, 1987. god.
- [2] I. SARAJČEV: “Karakteristike ambijenta relevantne za mogućnost oštećenja OPGW užeta i načini smanjenja rizika: Utjecaj atmosferskih izbijanja”, STE d.o.o., savjetovanje na Hvaru, 1994. god.
- [3] S. ŽUTOBRADIĆ: “Zaštita nadzemnih vodova od atmosferskih prenapona”, časopis ENERGIJA 1, 1995. god.
- [4] V. KOLEGA, S. ŽUTOBRADIĆ: “Zaštita distribucijskih mreža od atmosferskih prenapona temeljni podaci”, časopis ENERGIJA 1, 1998. god.
- [5] U. MASSEN, “Svjetska iskustva o cikloalifatskim epoksidnim izolatorima kroz 25 godina”, Simpozij o tehnologiji nekeramičkih izolatora, Singapur, 1996. god.
- [6] Z. HAZNADAR, K. SOKOLIJA, S. BERBEROVIĆ, Ž. ŠTIH, “Primjena kompozitnih polimernih izolatora u prijenosu i distribuciji električne energije”, Šesto savjetovanje HK Cigre, Cavtat, 2003. god.
- [7] A. SEKSO, “Tipologija oštećenja kompozitnih izolatora u prijenosnim i razdjelnim mrežama Hrvatske”, Šesto savjetovanje HK Cigre, Cavtat, 2003. god.
- [8] S. JERGOVIĆ, “Prva iskustva sa silikonskim izolatorima u 35 kV mreži DP Elektroistra Pula”Šesto savjetovanje HK Cigre, Cavtat, 2003. god.
- [9] S. SADOVIĆ, M. PUHARIĆ, “Studija ugradnje linijskih odvodnika prenapona – pilot projekt”, ENEDIS d.o.o., Zagreb, 20004. god.
- [10] W. DALLAGO, “Smjernice za razvoj izolatora za vanjsku ugradnju u srednjenaponske nadzemne mreže”, Peto savjetovanje HK Cigre, Cavtat, 2001. god.
- [11] D. KREMER “Komparativna analiza različitih izolacija na dalekovodima”, Peto savjetovanje HK Cigre, Cavtat, 2001. god.
- [12] Z. CVETKOVIĆ, “Izolatori u prijenosnoj mreži”, časopis ENERGIJA 3, 1993. god.

INSULATION IN MID-VOLTAGE OVERHEAD NETWORKS FROM THE POINT OF FAULTS CAUSED BY OUTER OVERVOLTAGES

Insulation and insulation equipment is one of the basic elements of mid-voltage overhead networks and it needs special attention. Most of the faults on these transmission network elements are caused by atmospheric overvoltages. The user of transmission line (distributor) that maintains the network and changes the damaged insulation, has not yet a definite attitude on the most convenient insulation type, although it has profound knowledge about the fact that the number of insulation faults should be minimised. Porcelain is in principle changed by glass, but it is rare and only in a very few cases experimented with composite polymer insulation. Insulation is usually determined by the designer with the help of selling companies. Which characteristics beside those determined by rules should the insulator have to meet the needs of distributors are going to be given in this paper.

DIE ISOLIERUNG VON MITTELSPANNUNGS-FREILEITUNGEN ANGESICHTS DER DURCH ÄUSSERLICHE ÜBERSPANNUNGEN BEDINGTEN SCHÄDEN

Zu den Grundbestandteilen von Mittelspannungs-Freileitungen zählenden Isolatoren und dem dazugehörigen Zubehör, ist eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Schäden auf diesen Bestandteilen entstehen meistens als Folge atmosphärischer Überspannungen. In der Frage der Instandhaltung von Freileitungen haben Betreiber (Versorgungsunternehmen) das Erkenntniss der Notwendigkeit möglichst weniger Eingriffe bezüglich des Austausches der beschädigten Isolatoren, aber noch keinen endgültigen Standpunkt von deren geeignetster Art. Grundsätzlich tauscht man Porzulan mit Glas aus, es wird aber zu wenig und nur ausnahmsweise versucht mit den kompositen, polymeren Isolatoren zu Erfahrungen zu kommen. Die Isolation

wird meistens beim Entwurf bestimmt, unter Zuhilfe von Handelsunternehmen. In diesem Artikel versucht man anzudeuten, welche Eigenschaften, neben jenen durch Vorschriften genau bestimmten, ein Isolator haben sollte, um den Bedürfnissen des Betreibers zu entsprechen.

Naslov pisca:

Ivo Santica, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.
DP Elektrodalmacija, Split
Poljička bb
21000 Split, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2004 – 07 – 30.

TIPOLOGIJA OŠTEĆENJA KOMPOZITNIH IZOLATORA U PRIJENOSNIM I RAZDJELNIM MREŽAMA HRVATSKE

Ante S e k s o, Zagreb

UDK 621.316.1:621.315.62
STRUČNI ČLANAK

Svrha je rada da identificira, grupira i klasificira vrste kvarova na kompozitnim izolatorima koji su se pojavili tijekom dosadašnje primjene u razdjelnim i prijenosnim mrežama u Hrvatskoj. Kompozitni izolatori kao sasvim nova vrsta izolacijske opreme vodova i postrojenja visokih napona pojavili su se na tržištu prije više od 4 desetljeća, a u Hrvatskoj su u uporabi znatno kraće vrijeme. Međutim, već do sada prikupljeno je dosta uzoraka s kvarovima, kakvi su tipični baš za tu novu vrstu izolacije. Primjeri pogoršavanja svojstava, oštećenja izolatora i njihovih definitivnih kvarova zabilježenih kod nas su ilustrirani fotografijama s terena, a neki degradirani izolatori dodatno su analizirani u laboratoriju. U analizama i donesenim zaključcima treba voditi računa o mrežnim prilikama i općenito o uvjetima koordinacije izolacije za konkretne slučajeve.

Ključne riječi: izolatori, pogoršanja, oštećenja, kvarovi, koordinacija izolacije.

1. UVODNO O MJESTIMA I VRSTAMA OŠTEĆENJA I KVAROVA NEKERAMIČKIH IZOLATORA

Visokonaponski izolatori nove tehnologije i novih materijala označavaju se najopćenitije [1] imenom “nekeramički izolatori” (engl. kratica NCI), iako se najčešće u Europi [5] koristi izraz “kompozitni izolatori”, a ponekad [4] se posebno razlikuju tzv. “polimerni izolatori”, ali ima i drugih [2] skupnih naziva (npr. “kompozitni polimerni izolatori”, engl. kratica CPI). Kod nas [3, 7] se do sada najviše udomaćio izraz “kompozitni izolatori” ili “kompoziti”, pa ćemo ga najčešće koristiti. Takvi novi izolatori pružaju nekoliko prednosti u odnosu na klasične izolatore od keramike (porculana) i stakla, a to su manja težina, bolje uklapanje u okoliš, povećana otpornost na vandalizam, te mogućnost kompaktiranja nadzemnih vodova. Kako su u suvremenoj elektroprivrednoj djelatnosti poduzeća prisiljena osiguravati maksimalnu pouzdanost svojih prijenosnih i razdjelnih vodova to oštećenja individualnih komponenti kakvi su izolatori postaju kritično važnim. Pojavu oštećenja i kvarova kompozitnih izolatora uvjetuju specifična svojstva novih izolatorskih materijala, ali i njihova kombinacija u kompletnim izolatorskim konstrukcijama u različitim okolišnim i mrežnim uvjetima njihove primjene.

1.1. Mrežni i okolišni uvjeti rada kompozitnih izolatora

Djelovanje *atmosferskog električnog pražnjenja* izaziva na nadzemnim vodovima putne valove koji se šire

vodičima tražeći put najkraćeg preskoka do zemlje. Obično je minimalni razmak lociran na izolatorskim konstrukcijama. Da bi se osigurao preferentni put između vodiča i zemlje izvan osjetljive površine kompozitnog izolatora obično su izolatorske konstrukcije opremljene iskrištima. Iskrišta se postavljaju bočno u odnosu na nosne konstrukcije, a povrh u odnosu na zatezne konstrukcije. Razmak iskrišta je uvijek manji od lučne udaljenosti na suhom kompozitnom izolatoru. Stoga kada zračno iskrište kao posljedica inducirano grmljavinskog vala postane ionizirano dolazi do preskoka prema zemlji. Preskočna staza se potom napaja energijom voda pogonske frekvencije i u slučaju dobre konstrukcije razvije se luk pogonske frekvencije među vrhovima iskrišta izvan izolatorske jedinice (sl. 1) sve do ispada voda djelovanjem relejne zaštite. Energija slijednog luka (luka snage) pogonske frekvencije može biti znatna ovisno o svojstvima mreže, pa je stoga potrebno da presjek iskrišta i pripadnih metalnih dijelova bude adekvatan da izdrži toplinska naprezanja.



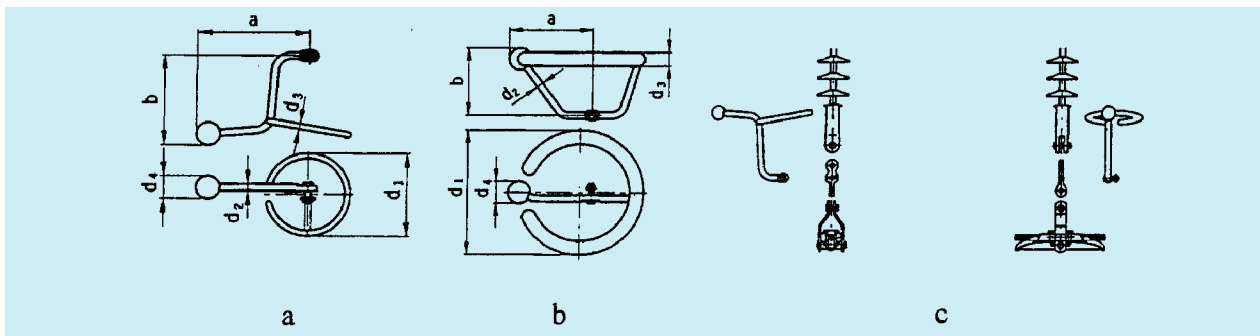
Slika 1. Luk među iskrištima kompozitnog izolatora za razdjelnu mrežu izazvan udarnim naponom brzog čela (grmljavinskog oblika) – ispitivanje u IE, Zagreb [21]

Za vrijeme pojave *sklopnih prenapona* preferentni put preskoka treba biti opet preko luka među krajevima iskrišta. Općenito se opet razvija slijedni luk (luk snage) pogonske frekvencije, pa stoga iskrišta trebaju biti tako dimenzionirana da pruže istu zaštitu površine kompozitnog izolatora kao i kod preskoka izazvanog grmljavinom.

Kompozitni izolator (slično izolatorskom keramičkom lancu) podvrgnut je djelovanjem pogonskog napona *naponskoj distribuciji* koja nije jednolika po čitavoj izolatorskoj duljini. Dijelovi kompozitnog izolatora uz spoj s mrežnim naponom preuzimaju viši dio napona u odnosu na dijelove spojene na ovjesište (električki: zemlju). Razdioba napona može se značajno popraviti specijalno projektiranim tzv. zaštitnim prstenovima koji omogućuju postizavanje dopuštenih RIV razina (radio interferentni naponi), ali i mnogo jednolikije razdiobe pogonskog napona duž kompozita, a time i njegovog duljeg vijeka.

Kompozitni izolatori izloženi uvjetima *onečišćenja atmosfere* izazvane prirodnim uvjetima (morska sol, pustinjski pijesak i sl.) ili djelovanjem čovjeka (industrija, promet i sl.) posebno su osjetljivi na svojoj po-

tzv. zaštitnih prstenova i iskrišta za izolatorske konstrukcije baš s kompozitima. Osnovni parametri dobrog projektiranja zaštitne armature i iskrišta su lučna udaljenost od površine kompozita (veća od 100 mm), potom promjer prstena, njegov presjek, način montaže i drugo. Ne ulazeći ovdje u detalje dat će se samo skica (sl. 2) lučnih prstena kakvi se u Češkoj montiraju na naponskom kraju kompozitnih izolatora i koji su nedavno prezentirani u Hrvatskoj [12]. Na sl. 2 prikazane su izvedbe za mreže 220 kV i 400 kV, te posebno naglašeni detalji montaže prstena na kraju izolatora. Ukoliko se zaštitni prsteni montiraju direktno na krajnji spojnik kompozitnog izolatora ispitivanja u institutu EGÚ (Prag) pokazala su da luk snage zatvarajući se kroz krajnji spojnik dovodi do pregrijavanja jezgre od staklenih vlakana, a to rezultira smanjenom mehaničkom čvrstoćom izolatora. Stoga su obvezni spojni umetci kao na sl. 2 c. Nadalje, zaštitni prsten ili prstenasto iskrište treba biti udaljeno od površine prvih rebara izolatora, jer se u suprotnom mogu pojaviti površinska oštećenja jezgre izolatora. Primjeri nekih loših rješenja zaštitnih armatura i iskrišta na našim izolatorskim konstrukcijama s kompozitnim izolatorima (sl. 7) potvrđuju gornje preporuke.



Slika 2. Lučni prstenovi za kompozitne izolatore za 220 kV (a) i 400 kV (b), te priključci na izolator (c) – češke preporuke [12]

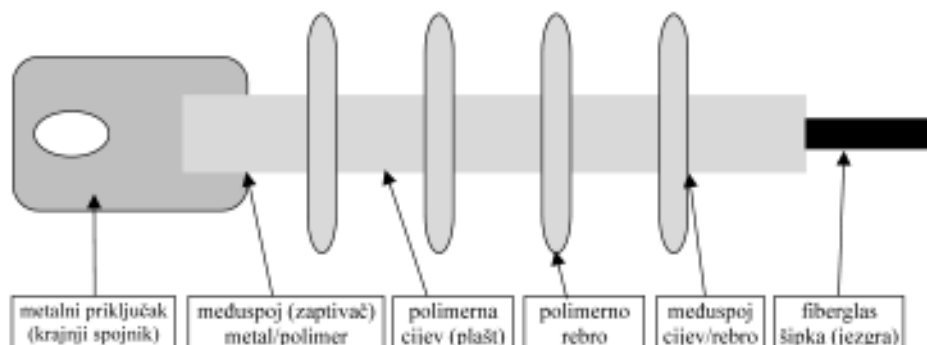
vršini, ali i u dubljim strukturama (međuspoj jezgropokrov, jezgra i sl.). Kompozitni izolatori imaju posebno razvijena svojstva vodoodbojnosti (hidrofobnosti), a neki tipovi materijala i do sada nepoznato svojstvo povratka ili oporavka hidrofobnosti. Međutim, pravilan izbor tipa vanjskog materijala (pokrov), duljine klizne staze, tipa materijala za nosnu jezgru i sl. zahtijeva niz predznanja o okolišu u kojem će ti izolatori biti ugrađeni s namjerom da djeluju ispravno u prosječnoj dobi nadzemnih vodova (oko 40 godina i više). To postavlja vrlo oštre uvjete za sve projektante i investitore u kompozitne izolatore za prijenosne i razdjelne mreže u Hrvatskoj. Ignoriranje bilo kojeg od nabrojanih uvjeta mreže i okoliša može vrlo brzo dovesti do oštećenja, a potom i fatalnih kvarova kompozitnih izolatora čime njihove ranije naglašene prednosti bivaju potpuno eliminirane.

Na kraju ovog sažetog prikaza vrsta i utjecaja mrežnih i okolišnih uvjeta na kompozitne izolatore može se izdvojiti pitanje pravilnog formiranja i dimenzioniranja

1.2. Tipovi pogoršanja, oštećenja i kvarova kompozitnih izolatora

Kompozitni izolatori su izloženi u životnom vijeku nekim tipičnim vrstama kvarenja svojstava, koja se općenito svrstavaju u tri grupe prema IEC, CIGRÉ i STRI terminologiji [6, 14, 18, 19, 20]. Prvo će se dati definicije tih triju grupa redukcija svojstava kompozitnih izolatora, a potom će se nabrojiti unutar pojedinih grupa tipični slučajevi. Osnovne grupe redukcije karakteristika kompozitnih izolatora su sljedeće:

Pogoršanja su definirana kao kozmetička ili površinska starenja koja se na kompozitnim izolatorima javljaju kao direktni rezultat izloženosti pogonskom okolišu, električnim mrežnim naprezanjima, mehaničkom opterećenju ili nepažljivom rukovanju. Za ovu vrstu starenja ne očekuje se da uzrokuje znatnije redukcije izolatorskih karakteristika i/ili dugovječnosti. Naime, pogoršanja ne reduciraju značajno debljinu polimernog kućišta koje sprječava pristup vlazi do jezgre, a smanjuju kliznu stazu samo do 10 % otprilike.



Slika 3. Tipični profil kompozitnog vodnog izolatora i mjesta mogućih slabljenja svojstava

Oštećenja su definirana kao promjene koje se na kompozitnim izolatorima javljaju kao posljedica progresivne pogoršanja ili vanjskih utjecaja uključivo nepažljivog rukovanja. Može se očekivati da oštećenja imaju negativan utjecaj na karakteristike izolatora i njegovu dugovječnost.

Kvarovi se dijele općenito na električne i mehaničke, pri čemu prvi dovode do gubljenja izolacijskih svojstava, a drugi do toga da izolator ne može više držati mehanički teret. Stoga se obje vrste kvarova ponekad nazivaju "slom životne dobi" (engl.: End of life failure modes).

Različiti nabrojani tipovi redukcije svojstava kompozitnih izolatora mogu se pojaviti u različitim zonama duž njegove konstrukcije. Stoga su na sl. 3 prikazana ta tipična mjesta na profilu jednog vodnog kompozitnog izolatora.

Među degradacije svojstava kompozitnih izolatora spada više tipova, koji će se samo nabrojiti dok su detaljnije definicije dane u IEC i STRI dokumentima navedenim u Literaturi [20,18]. Tipovi su:

Pogoršanja: krednjenje (brašnjenje), promjena boje, sitne pukotine, korozija priključka, curenje masti, lagana erozija, manje odvajanje, manje pukotine, blago sniženje hidrofobnosti itd.

Oštećenja: izloženost jezgre, odvajanje, erozija, odljepljivanje, oštećenje lukom snage, rupe, pukotine, stvaranje tragova, grananje, prskanje, jaki pad hidrofobnosti, pojava hidrolize itd.

Kvarovi se općenito dijele na električne i mehaničke i oni će ovdje biti nešto detaljnije opisani.

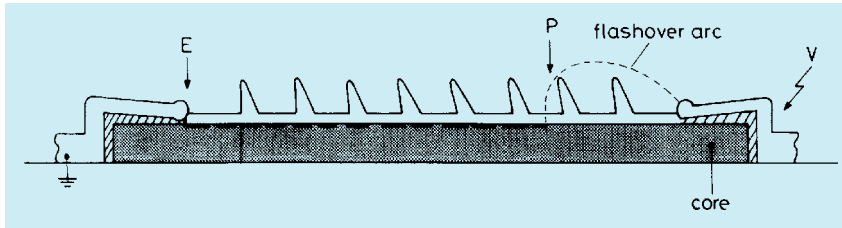
Mehanički kvar je prekid izolatorske jezgre koji dovodi do toga da izolator ne može dalje podnositi mehanički teret. Prekid jezgre od staklenih vlakana može uslijediti npr. radi duboke erozije i/ili nepovratne degradacije stvaranjem dubokih tragova ili staza na polimernom plaštu. Međutim, poseban oblik mehaničkog kvara je tzv. *krhi prijelom* (engl. Brittle fracture) tipičan za šipku jezgre od fiberglasa i to:

a) kao glatka prijelomna površina koja leži uglavnom okomito na os šipke od fiberglasa

- b) ponekad kao stupnjevita formacija glatkih površina
 c) kao prekid staklenih vlakana i veziva na istoj ravni
 d) kao čista prijelomna površina (bez finih čestica stakla ili veziva).

Krhki prijelom kao tipični i teški kvar kompozitnih izolatora predmet je brojnih istraživanja [npr. 12, 13, 18] i svaki uzorak s terena je dragocjen. Nosivu jezgru kompozitnih izolatora čine plastične šipke pojačane staklenim vlaknima ili fiberglasom (engl. kratica FRP), pri čemu tip stakla može biti različit (E-staklo, ECR-staklo itd.). Najozbiljniji problem je krhki prijelom izazvan kemijskim napadom na staklena vlakna. Da bi se taj problem dobro riješio potrebno je poznavati strukturu kemijskih agensa koji napadaju izolator na mjestu ugradnje, te primijeniti staklena vlakna otporna na napad korozije. Tako E-staklo može biti napadnuto od same kišnice, dok je ECR-staklo otporno čak i na kiseline. Voda može penetrirati kroz kućište difuzionim procesom tzv. hidrolize što može dovesti do pražnjenja u polimeru, a ona mogu izazvati organske kiseline. Dopunskim djelovanjem mehaničkih naprezanja kao rezultat nastaje konačni mehanički kvar u vidu krhkog prijeloma jezgre, ako sastav jezgre nije pažljivo i adekvatno odabran.

Električni kvar u vidu vanjskog preskoka ili unutarnjeg proboja dovodi do trajnog smanjenja dielektrične čvrstoće, pa izolator više ne može podnositi napon sustava. Jedan od posebno teških oblika električnog konačnog kvara kompozitnih izolatora uzrokovan je tzv. međuspojnomo invazijom na spoju "polimerni plašt – fiberglas jezgra" (sl. 4). Razlozi međuspojne invazije mogu biti različiti, a jedan od njih je slabljenje spoja "metal – polimer" na metalnom priključku zbog mehaničkih naprezanja posebno kod zateznih izolatora. Kada nevidljiva invazija prođe dovoljno daleko može kroz rupu na kućištu nastupiti preskok preko rezidualne vanjske površine obično uz mehanički kolaps izolatora. Što se tiče vanjskih preskoka preko čitave površine kompozitnih izolatora, njih najčešće uzrokuju jaki erozivni napadi.



E – potencijal zemlje, P – rupa na polimernom plaštu, V – napon mreže

Slika 4. Prijenos potencijala zemlje duž međuspoja "fiberglas šipka – polimerni plašt" putem tzv. invazije [1]

2. PRIMJERI DEGRADACIJE KOMPOZITNIH IZOLATORA U HRVATSKOJ

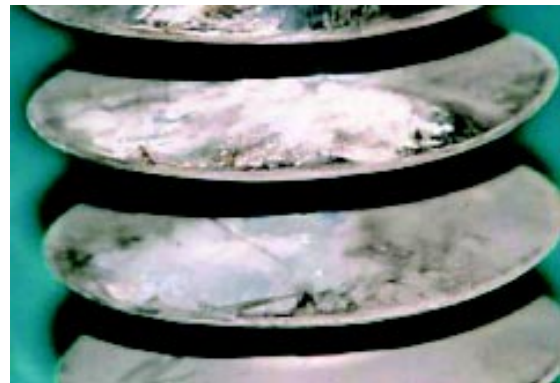
U vidu fotodokumentacije [8, 9, 10, 11, 22] dat će se neki tipični slučajevi degradacija svojstava kompozitnih izolatora u hrvatskim razdjelnim i prijenosnim mrežama. Ilustrirat će se različiti tipovi opisani prethodno, a moguća objašnjenja za neke slučajeve dat će se u potpisu slika. Na slikama su obuhvaćeni gotovo svi

oblici stradanja izolatora uz napomenu da su najstariji izolatori u pogonu manje od 10 godina (izolatori sa Otočne veze 110 kV), a većina prikazanih i znatno manje (2 do 3 godine). Ovaj podatak posebno naglašava važnost ovakve sistematizacije i potrebu daljnjeg rada na tome.

2.1. Primjeri pogoršanja svojstava kompozitnih izolatora



Slika 5. Porast indeksa hidrofobnosti gornjeg rebra (HC 3 do 4 prema STRI klasifikaciji)



Slika 6. Krednjenje i promjena boje izolatora



Slika 7. Lagana erozija plašta jezgre 110 kV izolatora (neadekvatno rješenje zaštitnog prstena)



Slika 8. Manje odvajanje rebra od plašta jezgre

2.2. Primjeri oštećenja kompozitnih izolatora



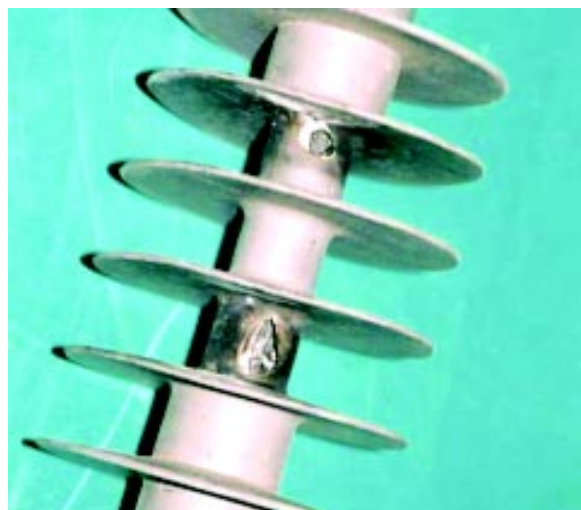
Slika 9. Pukotine i oštećenja rebara na provodnom izolatoru 110 kV u KK Toreta (Pag)



Slika 10. Stvaranje tragova, oštećenje lukom (sa 20 kV voda HEP Elektroistre)



Slika 11. Izloženost fibreglas jezgre utjecaju okoliša



Slika 12. Rupa i veća pukotina na plaštu jezgre



Slika 13. Rupa u polimernom kućištu iznad srednjeg rebra razdjelnog izolatora

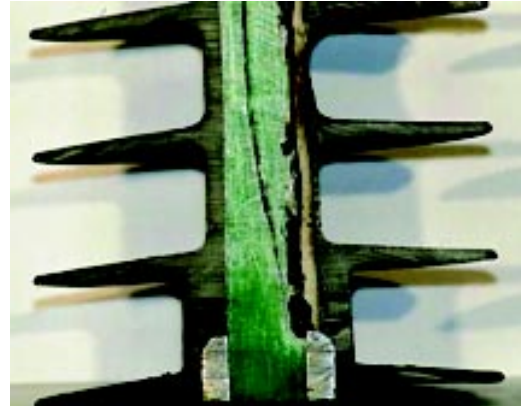


Slika 14. Presjek rupe s unutarnje strane (spoj prema metalnom priključku)

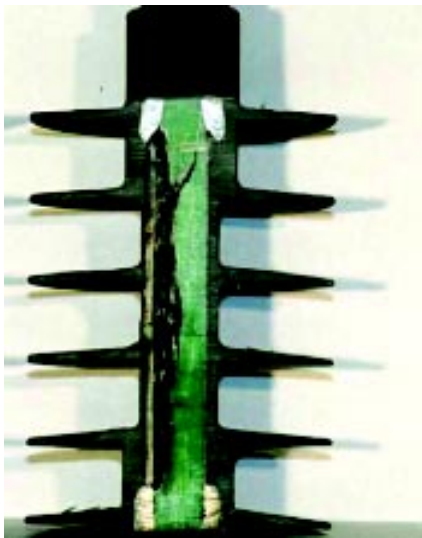
2.3. Primjeri kvarova (uništenja) kompozitnih izolatora



Slika 15. Jaka erozija i uništenje površine provodnog izolatora 110 kV (neadekvatan izbor)



Slika 16. Parcijalna invazija i unutarnja pogrješka u fibreglas jezgri (dijagonalno)



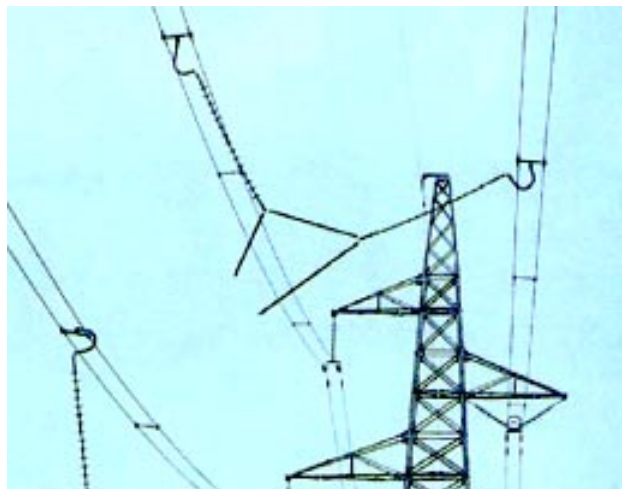
Slika 17. Potpuna invazija i unutarnji proboj razdjelnog kompozitnog izolatora



Slika 18. Odljepljivanje na metalnom priključku kao izvor invazije



Slika 19. Krhki prijelom fibreglas jezgre kompozita (kod ispitivanja u laboratoriju uz 90% tereta)



Slika 20. Lom međufazne izolatorske konstrukcije (djelovanje leda i vjetra, loša izvedba)

3. UMJESTO ZAKLJUČKA

Navedeni pregled tipologije i primjera degradacije svojstava kompozitnih izolatora u mrežama Hrvatske prvi je takav pokušaj sistematizacije kod nas. On je daleko od završenog posla, ali već i takav pokazuje stanovita iskustva u prvim godinama većeg korištenja te nove izolacijske tehnike u našoj distribuciji i prijenosu energije. Pokazuje se da su se vrlo brzo pojavili kod nas gotovo svi poznati slučajevi pogoršavanja svojstava, oštećenja i konačnih kvarova kompozitnih izolatora. Neki su izazvani nesavršenošću nove tehnologije, neki pogreškama u izvedbi konstrukcija s kompozitnim jedinicama, a neki su posljedica neadekvatnog izbora tipa kompozitnih izolatora. Sve to stavlja Hrvatsku elektroprivredu u situaciju da preispita politiku izbora, kupnje i konstrukcija kompozitnih izolatora, kako bi smanjenjem svih vrsta kvarova doista došlo do izražaja brojne prednosti tih novih visokonaponskih uređaja.

4. PITANJA ZA RASPRAVU

1. Mogu li se slikom i dopunskim podacima ilustrirati slični slučajevi iz hrvatskih mreža?
2. Zašto u HEP-ovoj godišnjoj Statistici pogonskih dogadaja nema detaljnih izolatorskih podataka?
3. Radi čega se uporno HEP ne pojavljuje u CIGRÉ, IEC i sl. anketama o vanjskoj izolaciji?

LITERATURA

- [1] J. S. T. LOOMS: Insulators for high voltages, Peter Peregrinus Ltd., London, UK, 1988.
- [2] R. S. GORUR, E. A. CHERNEY, J. T. BURNHAM: Outdoor insulators, R.S. Gorur, Inc., Phoenix, Ar., USA 1999.
- [3] K. SOKOLIJA: Visokonaponski izolatori, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo 2000.
- [4] E. KUFFEL, W. S. ZAENGL, J. KUFFEL: High voltage engineering: Fundamentals, Newnes (Butterworth-Heinemann), Oxford, UK, 2001.
- [5] H. M. RYAN (editor): High voltage engineering and testing, Peter Peregrinus Ltd., London, UK, 1994.
- [6] D. A. SWIFT, J. P. REYNDERS, C. S. ENGELBRECHT, A. SEKSO-TELENTO, J. L. FIERRO-CHAVEZ et al.: Polluted insulators: A review of current knowledge, CIGRE Monography, Publication No. 158, Paris, 2000.
- [7] A. SEKSO, Z. RIMAC: Metodologija istraživanja zagađenja i zaštite vanjske izolacije elektroenergetskih objekata, JUGEL, Beograd, 1990.
- [8] A. SEKSO: End-of-life failure modes experienced with NCI on 110 kV "Island connection" in Croatia, P. No. 3.4 on CIGRE Sc 33 Colloquium, Harare, Zimbabwe, 1995.
- [9] A. DELONGA, S. ALJINOVIĆ, A. SEKSO-TELENTO: Examples of damages on transmission lines in Dalmatia, Croatia due to ice, snow and wind, Paper No. IWD 195, on CIGRE Working Group B2-03 "Insulators", Cavtat, 2003.
- [10] S. BOJIĆ, A. SEKSO-TELENTO: Some types of failure modes on composite insulators in Croatia, Lecture No. 6 on Round Table "Composite insulators – Experiences and Perspectives", HK CIGRE & SC B2, Cavtat 2003.
- [11] S. ALJINOVIĆ: Examples of operational experiences with NCI in HEP PrP Split, Lecture No. 7, Ibid.
- [12] V. SKLENIČKA: Utilization and service experience with composite insulators in Czech power system, L. No. 2, Ibid.
- [13] R. MUNTEANU: Field experiences and investigations on NCI in Israel Electric Co., L. No. 3, Ibid.
- [14] C. de TOURREIL, G. RIQUEL et al.: Composite insulator handling guide, CIGRE WG 22-03 Publication, Paris 2002.
- [15] A. SEKSO: Politika Svjetske banke u nabavi izolatora za visokonaponske prijenosne vodove, ER/EM, str. 12-15, No. 2, Zagreb, rujan 2001.
- [16] M. ZIMMERMAN: Bushings: An overview – Market forces, Present technologies & future directions, INMR Vol. 10, No 4 & 6, Montreal, Canada, 2002.
- [17] STRI: Hydrophobicity classification guide, Guide 1, STRI AB, Ludvika, Sweden 1992.
- [18] STRI: Composite insulator status program: Field inspection of composite line insul., Guide 3, Ibid. 2002.
- [19] STRI: Guide for visual identification of deteriorations and damages of suspension composite insulators, Guide 5, Ibid, 2003.
- [20] IEC: Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V, Int. Standard No. 1109, Geneva, March 1992 (prijevod na hrvatski u ETO 36, DZNM)
- [21] S. BERTALANIĆ i dr.: Izvještaj o ispitivanju izolatorskih konstrukcija za Dalekovod, IE izvj. TR-6559/03, Zagreb 2003.
- [22] A. SEKSO, S. BOJIĆ, Z. BERTALANIĆ i dr.: Izvještaj o ispitivanju kompozitnih izolatora za DP Elektroistra, Pogon Poreč, IE, Izvještaj u rukopisu, Zagreb 2003.

TYPOLOGY OF COMPOSITE INSULATORS IN TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORKS OF CROATIA

The scope of the work is to identify, group and classify type of faults on composite insulators that occurred during their usage in distribution and transmission networks in Croatia. Composite insulators as a completely new insulation equipment for transmission lines and stations appeared more than forty years ago, but in Croatia they have been used for a much shorter while. However, there are already enough samples with faults typical for that new kind of insulation. Examples of characteristics deterioration, insulator damage and their definite faults are illustrated by photos from the field, and some degraded insulators are additionally treated in the lab. In all analyses and conclusions the network state and general insulation coordination have to be taken into account for certain cases.

GEPRÄGEKUNDE ÜBER BESCHÄDIGUNGEN AN KOMPOSITEN ISOLATOREN IN ÜBERTRAGUNGS- UND VERTEILUNGSNETZEN

Ziel dieser Arbeit ist Erkennung, Gliederung und Gruppierung der Schaden an bisher in kroatischen Übertragungs- und Verteilungsnetzen angewandten kompositen Isolatoren. Als eine ganz neue Art des Isolationsrüstzeugs für Hochspannungsleitungen und -Anlagen, erschienen sie am Markt schon vor mehr als 4 Jahrzehnten, in Kroatien aber wurden sie erst unlängst angewandt worden. Mittlerweile sind doch genügend Exemplare mit für diese Isolatorenart kennzeichnenden Schaden gesammelt. Beispiele der Herabsetzung von Eigenschaften, Beschädigungen und endgültiger Fehler sind hierzulande verzeichnet, mit Aufnahmen an Ort

und Stelle veranschaulicht; einige entwertete Isolatoren sind zusätzlich im Laboratorium untersucht worden. Bei den Untersuchungen und Schlußfolgerungen soll man in konkreten Fällen Rechnung von Netzumständen und von allgemeinen Koordinierungsbedingungen der Isolation tragen.

Naslov pisca:

**Ante Sekso, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu i
energetiku d.d.
Ul. grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:
2004 – 09 – 24.

USKLAĐENOST PODRUČJA I FUNKCIJA REGULACIJE VIJEĆA ZA REGULACIJU ENERGETSKIH DJELATNOSTI S DIREKTIVOM 2003/54/EZ

Mr. sc. Ivona Štritof – Krunoslava Grgić Bolješić, Zagreb

UDK 621.311.1:621.31.059
STRUČNI ČLANAK

U radu se daje opći prikaz područja i funkcija regulacije te ključnih faktora za uspostavljanje regulatornog tijela. Nadalje, prikazani su zahtjevi Direktive 2003/54/EZ u pogledu djelokruga rada regulatornog tijela kao i usklađenost nadležnosti Vijeća za regulaciju energetske djelatnosti proisteklih iz paketa energetske zakona, u dijelu koji se odnosi na tržište električne energije, s odredbama Direktive 2003/54/EZ.

Ključne riječi: regulacija, regulatorno tijelo, Vijeće za regulaciju energetske djelatnosti, Direktiva 2003/54/EZ.

1. UVOD

Donošenjem Direktive 2003/54/EZ Europska unija (EU) potvrdila je svoju energetske politiku čiji je cilj potpuno otvaranje tržišta električnom energijom u državama članicama te uspostavljanje unutarnjeg tržišta električnom energijom u EU [1]. Cilj donošenja ove Direktive je usmjeriti i pojačati procese koji nisu bili uspješno provedeni primjenom stare Direktive 96/92/EZ kao što su povećanje efikasnosti, smanjenje cijena električne energije, viši standardi usluga, poticanje tržišnog natjecanja itd.

Usporedo s uvođenjem politike otvorenog tržišta u pojedinim državama osnivala su se i regulatorna tijela sa zadaćom nadzora nad tržištem električne energije. Pod pojmom nadzora poglavito se smatra donošenje pravila koja bi onemogućila neloyalnu konkurenciju kao i ograničila monopolističko ponašanje pojedinih subjekata na tržištu.

Republika Hrvatska je, usvajanjem paketa od pet energetske zakona u srpnju 2001. godine, stvorila pravnu osnovu kojom je iskazala usmjerenje svoje energetske politike k liberalizaciji, deregulaciji, restrukturiranju sektora i harmonizaciji hrvatskih propisa s propisima EU.

Elektroenergetski sektor u RH na početku je procesa liberalizacije i restrukturiranja. Kao dio tog procesa, 2002. godine temeljem Zakona o regulaciji energetske djelatnosti osnovano je Vijeće za regulaciju energetske djelatnosti (VRED) kao nezavisno regulacijsko tijelo nadležno za aktivnosti vezane uz nadzor nad tržištem električne energije, plina, toplinske energije te nafte i naftnih derivata [2]. Direktiva 2003/54/EZ naglasila je ulogu regulatornog tijela dajući mu veću

važnost i šire regulatorne ovlasti. S tim u svezi trebalo bi u izmjenama paketa energetske zakona uskladiti poziciju i djelokrug rada VRED-a.

2. REGULACIJA

Regulacija (eng. Regulation) je skup zakona i drugih propisa čiji je cilj uspostavljanje kontrole nad odlukama poduzeća i pojedinaca te utjecaj na njihovo ponašanje. Ekonomska se regulacija bavi pitanjima cijena, prepreka konkurenciji, razinom usluga i drugim. Uvriježeni argument za uvođenje regulacije je utemeljen na potrebi za uklanjanjem tzv. "propusta tržišta" [3], što se prije svega odnosi na uklanjanje nedostataka tržišta, odnosno zaštitu tržišnog natjecanja.

U elektroenergetskom sektoru EU-a regulacija se uvođi kroz Direktivu 96/92/EZ čiji je cilj u državama članicama "stvoriti odgovarajuće i učinkovite mehanizme za regulaciju, kontrolu i transparentnost da bi se izbjegla svaka dominantna pozicija i svako grabežljivo ponašanje, posebice na štetu kupaca".

Provođenjem procesa restrukturiranja elektroprivrednih poduzeća te liberalizacije i deregulacije u elektroenergetskom sektoru nameću se nova pravila (tehnička, financijska i institucionalna – uspostavljanje regulacijskog tijela) regulacije sektora. Prije svega radi se o uvođenju ekonomske regulacije koja proizlazi iz potrebe nadzora i kontrole aktivnosti poduzeća na tržištu, gdje nije uspostavljeno potpuno tržišno natjecanje (npr. prirodni monopol), a radi zaštite potrošača. Regulacija u elektroenergetskom sektoru može se definirati kao djelovanje državnih institucija s ciljem ograničavanja monopolističkih elektroprivrednih poduzeća u korištenju jednog ili više strateških parametara kao što su ci-

jena, kvaliteta, količina, investicije i javna nabava (npr. gorivo). Regulacija, dakle, predstavlja ozakonjen, kontinuirani nadzor elektroprivrednih poduzeća s ciljem kontrole utvrđene, tj. propisane razine strateških parametara [4].

Glavni ciljevi regulacije, iako ne moraju biti ograničeni samo na navedene ciljeve, obuhvaćaju:

- zaštitu kupaca
- zaštitu financijske održivosti sudionika na tržištu električne energije
- osiguravanje jednakih i nediskriminirajućih uvjeta za sve sudionike na tržištu
- poticanje tržišnog natjecanja, gdje je to moguće.

Nabrojani ciljevi su djelomično kontradiktorni, stoga je regulacija skup zakona i provedbenih akata kojima je potrebno uspostaviti ravnotežu između navedenih ciljeva. Posebice treba voditi računa o uspostavljanju ravnoteže između interesa kupaca i interesa poduzeća u sektoru. Nadalje, treba voditi računa o uravnoteženju između pozitivnih strana regulacije kao što su smanjenje cijena, povećanje kvalitete, povećanje tržišnog natjecanja, tj. povećanje efikasnosti te negativnih strana regulacije kao što su trošak regulacijskog tijela, trošak zaposlenika u reguliranim poduzećima koja se bave poslovima vezanim uz regulaciju, ograničena sloboda odlučivanja u reguliranim poduzećima itd.

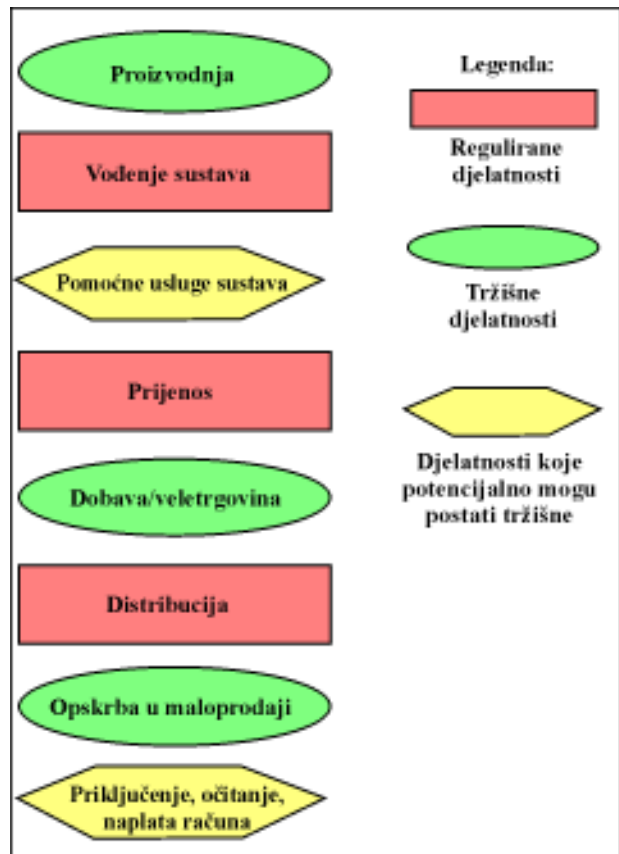
Strukturiranje regulacije u RH (područja i funkcije regulacije), odnosno ustroj regulatornog tijela u velikoj će mjeri utjecati na tržišno okruženje, odnosno na poduzeća u energetskom sektoru. Naime, regulacija ima direktan utjecaj na poslovanje operatora sustava i vlasnika mreža, dok na indirektan način, kroz nadzor na čitavim energetskim tržištem, ima utjecaj i na sve ostale sudionike na tržištu.

Područja regulacije

U slučajevima kada se zadržava okomito integrirana struktura elektroprivrednih poduzeća, regulacija se svodi na regulaciju “košare” krajnjih proizvoda, dok poduzeće zadržava pravo odabira najučinkovitije organizacije i koordinacije pojedinih djelatnosti unutar strukture. S druge pak strane, procesima restrukturiranja, odnosno razdvajanjem elektroprivrednih poduzeća, jednom okomito integrirana poduzeća dijele se u nekoliko pravno ili vlasnički odvojenih poduzeća. Pri tome se djelatnosti svrstavaju u grupaciju reguliranih, tj. netržišnih djelatnosti (prijenos, distribucija električne energije, vođenje elektroenergetskog sustava, opskrba nepovlaštenih kupaca) i nereguliranih, tj. tržišnih djelatnosti (proizvodnja i opskrba povlaštenih kupaca). Ukoliko se radi o reguliranim djelatnostima svaka od djelatnosti trebala bi biti posebno regulirana što podrazumijeva reguliranje uvjeta pristupa i korištenja. Ukoliko se radi o tržišnim djelatnostima poslovanje tih energetskih subjekata u velikoj mjeri ovisi o pravednom tržišnom natjecanju i nadzoru tržišta. Nadzor nad funkcionira-

njem tržišta treba onemogućiti stvaranje koncentracije na tržištu, odnosno iskorištavanje tržišne snage.

Na slici 1. prikazana je općeprihvaćena klasifikacija, odnosno podjela, djelatnosti u elektroenergetskom sektoru na regulirane i tržišne. Pri tome se navode i djelatnosti koje potencijalno mogu postati tržišne, što ovisi o politici pojedine države na koji način će provesti restrukturiranje i liberalizaciju sektora.



Slika 1. Podjela djelatnosti u elektroenergetskom sektoru na regulirane i tržišne

A) Tržišne djelatnosti

Na tržištima koja su djelomično ili potpuno otvorena, u djelatnostima proizvodnje i dobave (veletrgovine), dominiraju tržišne snage. Djelatnost opskrbe u maloprodaji (*Retail supply*) moguće je također okarakterizirati kao tržišnu djelatnost u slučaju da je otvoren pristup tržišnom natjecanju na razini maloprodaje.

U navedenim slučajevima uloga regulatornog tijela svodi se na nadzor nad ponašanjem subjekta u smislu primjene tržišnih pravila te analiziranje pokazatelja tržišne dominacije. Ukoliko se uoči ponašanje koje je nekonkurentsko, regulatorno tijelo može primijeniti sankcije, odnosno može zatražiti javno objavljivanje podataka ili čak pokrenuti postupak izmjene i dopune tržišnih pravila.

B) Regulirane djelatnosti

Mrežne djelatnosti obično su okarakterizirane kao prirodni monopoli, stoga je uvođenje tržišnih snaga u te djelatnosti u velikoj mjeri ograničeno, što se posebice odražava u investicijama. Naime, operativni troškovi kao i investicije prvenstveno se pokrivaju iz regulirane naknade za korištenje mreža. Stoga je utvrđivanje opravdane razine tih naknada veliki izazov za regulatorna tijela. Regulatorni okvir mora težiti uspostavljanju učinkovitog i nediskriminirajućeg planiranja i upravljanja mrežama te omogućiti pouzdanu opskrbu. Prilikom utvrđivanja naknada za korištenje mreža, regulatorno tijelo treba dozvoliti pokrivanje “*ekonomski opravdanih*” troškova nastalih prilikom obavljanja regulirane mrežne djelatnosti. “*Ekonomski opravdani*” troškovi trebali bi uključivati razumne operativne i kapitalne troškove (uključujući amortizaciju i povrat na imovinu). Uključivanjem kapitalnih troškova u dozvoljenu razinu prihoda priznaje se vlasničko ulaganje u regulirano poduzeće i kapitalno-intenzivna priroda mrežne, infrastrukturne djelatnosti. Međutim, potrebno je također omogućiti primjenu dosljednih i predvidivih regulatornih pravila i postupaka kako bi se zadobilo povjerenje subjekta koji obavlja reguliranu djelatnost i koji ulaže sredstva u izgradnju infrastrukture, odnosno trebalo bi izbjegavati promjenu regulatornog okvira nakon što su sredstva uložena.

Osim mrežnih djelatnosti, upravljanje sustavom smatra se prirodnim monopolom, stoga i ona spada u područje reguliranih djelatnosti.

C) Potencijalno tržišne djelatnosti

U ovu kategoriju djelatnosti obično spadaju:

- pomoćne usluge sustava
- priključci
- očitavanje brojila
- izdavanje/naplata računa.

Pojedini elementi nabrojanih djelatnosti mogu se okarakterizirati kao tržišni, dok drugi elementi zahtijevaju kontrolu regulatora.

Nabava, tj. osiguranje pomoćnih usluga može se provesti na tržišnom načelu, iako je priroda pomoćnih usluga općenito takva da je nemoguće osigurati potrebne pomoćne usluge od pojedinačnog kupca. Za osiguranje pomoćnih usluga nadležan je operator prijenosnog sustava, koji u svojstvu “*single buyera*” nabavlja pomoćne usluge pod nadzorom regulatornog tijela.

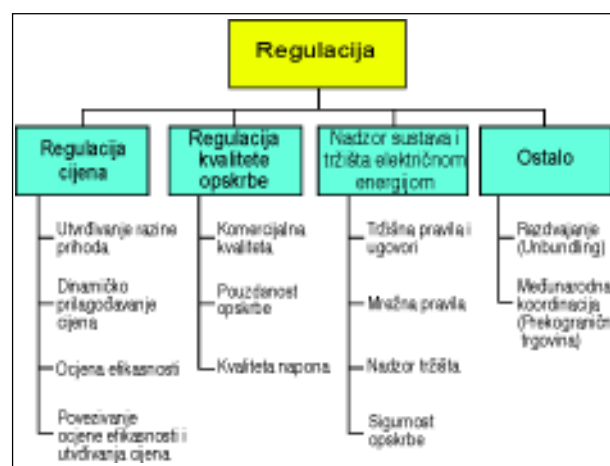
U slučaju priključaka, izvođenje fizičkog priključka može se okarakterizirati kao tržišnu djelatnost, dok bi priključak s aspekta planiranja i razvoja mreže trebao ostati reguliranom djelatnošću.

Ugradnja brojila i održavanje mjernog mjesta potencijalno mogu biti tržišne djelatnosti. No, u manjoj mjeri nego očitavanje brojila i radnje povezane s obradom očitanih podataka. U slučaju da očitavanje brojila postane

tržišnom djelatnošću, kao prijelazno rješenje moguće je odrediti subjekta u obvezi (*last resort*) kako bi se svim opskrbljivačima omogućila ista usluga.

Funkcije regulacije

Nadzor regulacijskog tijela nužan je ne samo u različitim segmentima netržišnih djelatnosti već i u djelatnostima koje su okarakterizirane kao tržišne djelatnosti. Kada se radi o reguliranim djelatnostima kao i u dijelu djelatnosti koje potencijalno mogu postati tržišnim, regulacija se temelji na kontroli cijena i kontroli kvalitete usluge. S druge pak strane kada se radi o tržišnim djelatnostima i dijelu djelatnosti koje potencijalno mogu postati tržišnim, regulacija predstavlja nadzor nad ponašanjem svih sudionika na tržištu, odnosno nadzor čitavog tržišta električne energije.



Slika 2. Moguće funkcije regulacije

Regulacijskom kontrolom u određenom opsegu trebali bi biti obuhvaćeni i funkcije kako što su razdvajanje djelatnosti (*unbundling*) i prekogranična trgovina. Na slici 2. prikazane su regulatorne funkcije na kojima bi trebala počivati regulacija elektroenergetskog sektora.

A) Regulacija cijena

Glavni ciljevi reguliranja cijena su:

→ Davanje signala koji će poticati učinkovitost:

- efikasna razina potrošnje i ulaganja
- efikasno iskorištavanje resursa
- unaprjeđenje efikasnosti poslovanja i budućih investicija.

→ Osiguranje adekvatne financijske sposobnosti sektora:

- primjerena i odgovarajuća stopa povrata koja će dati dovoljno poticaja za buduća ulaganja.

→ Izbjegavanje diskriminacije:

- između kategorija kupaca
- omogućavanje konkurencije stvaranjem prostora za postojeće i nove sudionike.

Regulacija cijena u mrežnim djelatnostima označava radnje kojima se operatorima mrežnih sustava na neki

način ograničavaju cijene, prihodi, stopa povrata, operativni i kapitalni troškovi. Uobičajeno je da se regulacijom omogući “pravična stopa povrata” čime se omogućava donošenje strateških odluka o potencijalnim ulaganjima u infrastrukturu na donekle sličan način kao u tržišnim djelatnostima. Ovo podrazumijeva da se “pravična stopa povrata” treba utvrditi na razini koja onemogućava prekomjeran, neopravdan profit, ali koja omogućava profitabilnost regulirane djelatnosti uz pouzdani rad te mogućnost zamjene dijelova mreže te proširenje i poboljšanje mreže.

Kao što je navedeno na slici 2. primijenjena metodologija regulacije cijena treba odgovoriti na niz pitanja koja su povezana uz:

- utvrđivanje početne razine prihoda,
- dinamičko prilagođavanje cijena,
- ocjenu efikasnosti i
- integriranje parametara efikasnosti u cjelokupni okvir regulacije cijena.

Postoje dva načelna pristupa definiranju usluga i koncipiranju cijena radi regulacije. Prvi se može označiti kao pristup utemeljen na pravilima i generalno je primijenjen u Sjevernoj Americi, dok se drugi može opisati kao “licenci”, značajka mu je široka primjena sustava dozvola i reguliranje maksimirane cijene javnih usluga. Primjenjuje se prije svega u Velikoj Britaniji, ali se sve više uvodi i u drugim državama EU.

Kod koncepcije cijena koja se zasniva na pristupu temeljenom na pravilima, utvrđuje se sveobuhvatna metodologija koja određuje razinu i strukturu tarifa. Ranije je ovaj pristup utvrđivao dozvoljene troškove usluga u prethodnom obračunskom razdoblju i određivao stopu povrata koju je tvrtka imala pravo ostvariti (tzv. metoda “*Cost of service*” ili “*Cost plus*”). Malo se činilo na razrađivanju postavke tarifa koja bi bila dalekosežnija, a provedba pravila o strukturi tarifa ograničavala je slobodu komercijalnog djelovanja dobavljača usluga. Nasuprot tome licenci pristup povezan je s regulatornom kontrolom razine tarifa. Tvrtka pod regulatornim režimom razvija svoju vlastitu metodologiju tarifa koja je predmet regulatornog nadzora. Razrađivanje metodologije tarifa neizbježno je bilo pod utjecajem velikog iskustva u razradi tarifa u Sjevernoj Americi. Međutim, pozornost regulatora trebala bi zapravo biti na budućoj razini stvarnih troškova, poticajima za postizanje te razine troškova i visine s njima povezanih tarifa. Regulator određuje kontrolu nad ukupnim приходima, prosječnoj tarifi ili košari tarifa kao uvjetu za dozvolu. Ovaj se pristup obično označava kao određivanje najviše cijene “*RPI-X*”.

Ulaganja su jedan od ključnih elemenata u utvrđivanju dozvoljenih cijena i prihoda poduzeća. Nova ulaganja, ako su prihvaćena kao dozvoljeni trošak, uključena su u reguliranu osnovicu sredstava, kroz amortizaciju i iznos dozvoljenog povrata sredstava. Naravno, neka bi poduzeća mogla dobiti jaki poticaj da podižu troškove ulaganja iznad onih koje bi snosila u slučaju ulaganja

po strogom kriteriju minimalnih troškova (proces poznat kao “*gold-plating*”). Stoga je potrebno u određenoj mjeri regulirati razinu opravdanosti ulaganja poduzeća.

Regulacija ulaganja može se izvesti *ex ante* ili *ex post*. *Ex ante* regulacija uključuje prethodno odobrenje investicijskih planova (a ponekad i nadzor nad provedbom ulaganja, uključujući i pojedinosti o vrsti i tehnologiji, lokaciji, ugovorima o izgradnji, itd). Ovo može biti težak zadatak kako za regulatora tako i za poduzeća.

Pod *ex-post* ocjenom investicija podrazumijeva se da regulator nakon završetka investicije procjenjuje je li ulaganje bilo racionalno i izvedeno uz minimalne troškove. Time se na poduzeće prebacuje rizik da, ukoliko se ulaganje ne prizna, ulagač trpi gubitak te se čak može dovesti poduzeće do ruba stečaja. Ovaj dodatni rizik regulacije povećava poduzeću trošak kapitala što regulatoru stvara dodatne probleme.

Da bi se izbjegli rizici regulacije pri *ex-post* regulaciji, odnosno da bi se izbjegla nezahvalna situacija u kojoj se regulator nalazi pri *ex-ante* regulaciji, uvodi se poticajna regulacija cijena usmjerena k povećanju učinkovitosti. U čitavom privatnom sektoru regulator obično ima nedvojbenu odgovornost da osigura poticaje (uz pomoć kontrole cijene i drugih sredstava) za povećanje učinkovitosti.

Primjena metodologije maksimiranih prihoda (*Ravenue cap*) ili cijena (*Price cap*) samo je jedan od nekoliko načina uvođenja veće efikasnosti. Ostali načini podrazumijevaju uspostavljanje i praćenje usporedbi dozvoljenih troškova, stalno praćenje (uz javno izvješćavanje) rada menadžmenta u smislu postizanja učinkovitosti i poticaja upravljačkom osoblju.

Međutim, ukoliko se primjenjuje poticajna regulacija bez praćenja kvalitete opskrbe moguće je postići negativan učinak, što se očituje u smanjenoj razini kvalitete opskrbe.

B) Regulacija kvalitete opskrbe

Ekonomska regulacija prvenstveno se odnosi na regulaciju cijena, pri tome se znatno manje pažnje pridaje kvaliteti opskrbe te sociološkom aspektu. S druge pak strane tehnička pravila uglavnom ne uzimaju u obzir ekonomski aspekt te troškovnu efikasnost. Stoga se nakon provedbe procesa liberalizacije pred regulatorna tijela postavljaju izazovi u smislu balansiranja između ekonomskih i tehničkih zahtjeva.

Često se postavlja pitanje zašto bi se regulatorna tijela trebala baviti kvalitetom opskrbe. Zašto se problem kvalitete opskrbe ne prepusti energetske stručnjacima i onima koji se bave opskrbom – oni znaju što treba raditi, samo je potrebno povisiti cijenu i industrija će znati kako potrošiti novce na prave stvari. Zadaća je regulatora, stoga, prije svega utvrditi kakva je praksa drugih regulacijskih tijela u smislu utvrđivanja kvalitete opskrbe. Općenito govoreći, može se zaključiti da u većini slučajeva u državama u kojima se regulira samo

krajnja cijena za kupca, odnosno gdje postoji okomito integrirano poduzeće ili gdje se primjenjuje “*Cost plus*” metoda regulacije, prilikom kontrole cijena ne posvećuje se pažnja kontroli kvalitete opskrbe.

U državama u kojima je okomito integrirano poduzeće podijeljeno na način da su odvojene aktivnosti: proizvodnje, prijenosa, distribucije i opskrbe te su cijene utvrđene za svaku od aktivnosti metodologijom maksimiranih cijena, uključujući i definiranje regulatornog razdoblja (3 – 5 godina), značajnu pozornost posvećuje se pitanjima kvalitete opskrbe. Na taj način su i postupanja regulatornog tijela u tom aspektu puno transparentnija i razrađenija.

Kvalitetu opskrbe moguće je povećati i kroz druge mehanizme. Možda čak i uspješnije nego kroz pritiske koja nameću regulatorna tijela kroz uspostavljanje regulatorne prakse. Mogući načini su sljedeći:

- tržišno natjecanje
- slobodni odabir kupaca
- smanjenje monopola u aktivnostima gdje tržišno natjecanje nije trenutačno moguće (prijenos i distribucija)
- razdvajanje distribucije i opskrbe.

Kvaliteta opskrbe električnom energijom rezultat je mnogobrojnih faktora. Imajući to u vidu, kvalitetu opskrbe moguće je podijeliti u tri segmenta [5]:

- komercijalni odnos između opskrbljivača i kupca (komercijalna kvaliteta)
- pouzdanost opskrbe
- kvaliteta napona.

Komercijalna kvaliteta odnosi se na kvalitetu odnosa između opskrbljivača i kupca. Potencijalno važna je kupcu i prije sklapanja ugovora, odnosno odabira opskrbljivača te započinje danom kada kupac zatraži informaciju ili zahtjev za priključak na mrežu. Komercijalna kvaliteta pokriva mnoge aspekte odnosa opskrbljivač – kupac. No, samo neki od njih mogu se mjeriti i regulirati utvrđivanjem standarda ili kroz neke druge instrumente. Standardi se mogu odnositi na opće odredbe (često nazivani *Opći standardi*) ili na pružanje usluga pojedinačnim kupcima (često nazivani *Garantirani standardi*). Garantirani standardi su obično povezani uz neku vrstu povrata sredstava kupcima u slučaju kada se opskrbljivač ne pridržava utvrđenog standarda. Standardi mogu biti utvrđeni, npr. u smislu maksimalnog vremena u kojem je potrebno osigurati opskrbu ili očitavanje mjernog uređaja ili odgovoriti na usmeni upit ili odgovoriti na žalbu kupca itd.

Pouzdanost opskrbe karakterizira broj i trajanje prekida. Za ocjenjivanje pouzdanosti opskrbe u distribucijskoj mreži koristi se nekoliko pokazatelja. Najčešći su:

- a. CML (*Customer Minutes Lost*) ili SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) – ukupno godišnje trajanje prekida po kupcu
- b. CI (*Customer Interruptions*) ili SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) – godišnji broj prekida po kupcu.

Uspostavljanje sustava regulacije kvalitete opskrbe u ovom segmentu mogao bi, između ostalog, težiti:

- uvođenju neke vrste kompenzacije za kupce u slučaju vrlo dugačkih prekida,
- zadržavanju pod kontrolom vremena ponovnog uspostavljanja opskrbe te
- uspostavljanju poticaja za smanjenjem broja i trajanja prekida.

Problemi s kojima se regulatorno tijelo može susresti prilikom uspostavljanja sustava praćenja pouzdanosti opskrbe su različite metode i točnosti mjerenja prekida pri energetskim subjektima te pripisivanje odgovornosti za svaki od prekida (npr. “viša sila”, treća strana, prijenosno ili distribucijsko poduzeće itd.).

Kvaliteta napona postaje sve važniji faktor u opskrbi električnom energijom kako za distribucijska poduzeća tako i za kupce, prvenstveno radi osjetljivosti uređaja krajnjih kupaca (industrijskih i kućanstava) u smislu mogućeg oštećenja uređaja zbog izobličenja napona. Kvaliteta napona često se smatra temom isključivo tehničke naravi i rezerviranom za inženjere. Stoga se postavlja pitanje zašto bi se regulatorno tijelo bavilo problematikom koja je u svojoj naravi tehnička. Odgovor na ovakvo pitanje proizlazi iz činjenice da kvaliteta napona sve više ima ekonomski učinak na kupce i operatore sustava. Troškovi povezani s nedostatkom kvalitete napona mogu biti značajni pogotovo kod industrijskih kupaca kod kojih je ponekad potrebno i više sati da bi se u ponovni pogon stavila proizvodna linija nakon npr. pada napona, što direktno ima i financijske posljedice.

Regulacija kvalitete napona uglavnom se temelji na kriterijima postavljenim normom EN 50160 i u određenoj mjeri provodi se na nacionalnoj razini [5]. Pri tome se regulatorna tijela uglavnom fokusiraju na osiguranje minimalnih razina kvalitete kako bi na taj način društvu osigurali što manji trošak.

C) Nadzor sustava i tržišta električnom energijom

C.1 Tržišna i mrežna pravila

Ključna funkcija ekonomske regulacije energetskog sektora, u kojem je provedena reforma i u kojem su razdijeljene djelatnosti, je osigurati pravično i nediskriminirajuće okruženje za sve sudionike na tržištu. Donošenje i dosljedna primjena transparentnih tržišnih i tehničkih pravila osnovni je preduvjet za učinkovito funkcioniranje tržišta električnom energijom. Nadalje, detaljna, jasna i jednoznačna razrada prava i obveza, kao i međusobnih odnosa sudionika na tržištu preduvjet je za regulatorno nadziranje tržišta, odnosno usklađenosti poslovanja pojedinih sudionika na tržištu s valjanim pravilima. S tim u svezi regulatorna tijela trebala bi imati značajnu ulogu u definiranju tržišnih modela te njihovoj dosljednoj primjeni, što prije svega obuhvaća uklanjanje tehničkih i financijskih zapreka primjeni istih.

C.2 Sigurnost opskrbe

Od započinjanja s procesima liberalizacije, reforme i deregulacije pitanje koje se stalno nameće je na koji način "osigurati" da će tržište električne energije omogućiti dovoljne proizvodne kapacitete (rezerve), odnosno na koji način stimulirati tržišne sudionike da ulažu u nove proizvodne kapacitete.

Uloga regulatornog tijela je pri tome svedena na nadzor nad rezervama u sustavu te obavješćivanje resornog ministarstva i tržišnih sudionika o eventualnim nedovoljnim rezervama u budućnosti. Međutim, postoji mogućnost da regulatorno tijelo na svojevrstan način potakne sudionike na tržištu da uspostave tržišni mehanizam kojim se potiču nova ulaganja. Regulatorno tijelo, također, može alocirati obvezu osiguranja sigurne opskrbe operatoru sustava, omogućavajući mu da nadzire marginalnu proizvodnju te da se 'uplete' u tržište ukoliko uoči nedovoljne rezerve u proizvodnim kapacitetima.

C.3 Nadzor tržišnih sudionika

Nadležnost regulatornih tijela, bilo da se radi o regulatornim tijelima zaduženim za sektor ili o agencijama za zaštitu tržišnog natjecanja, je osigurati razvoj tržišnog natjecanja gdje god je to moguće unutar elektroenergetskog sektora. Razvoj tržišnog natjecanja moguć je kroz povećanje opsega tržišnih djelatnosti ili osiguranje da se tržišni sudionici pridržavaju donesenih propisa. Općenito govoreći regulatorna tijela su odgovorna za nadzor nad tržištem kao i za predlaganje mjera vezanih uz organizaciju tržišta, restrukturiranje sektora te za korigiranje tržišnih snaga. Pod pojmom korigiranja tržišnih snaga smatraju se radnje kao što su uvođenje metode maksimiranih cijena, objavljivanje podataka i sl.

D) Ostale regulatorne funkcije

D.1 Razdvajanje djelatnosti

Glavni razlog provođenju razdvajanja u tržišnom okruženju je potreba za razdvajanjem tržišnih od reguliranih djelatnosti. Naime, okomito integrirana poduzeća u prednosti su pred konkurencijom u segmentu tržišnih djelatnosti jer postoji mogućnost prebacivanja troškova s tržišnih djelatnosti na regulirane, odnosno povećanje cijena reguliranih djelatnosti, što predstavlja svojevrstan rizik za konkurenciju i kupce. Uz to je i dodatna prepreka uvođenju konkurencije, s obzirom da je moguće utvrditi nekontrolirano visoke iznose naknada za korištenje mreža. Da bi se izbjegli takvi negativni učinci, regulatorno tijelo trebalo bi biti u mogućnosti nadzirati provođenje razdvajanja, što se poglavito odnosi na jasno razdvajanje imovine i obveza koje pripadaju reguliranim od onih koje pripadaju tržišnim djelatnostima u poduzeću koje obavlja obje vrste djelatnosti regulirane i tržišne djelatnosti (tzv. *ring fencing*). Na taj način moguće je ostvariti prednosti tržišnog natjecanja.

D.2 Međunarodna suradnja

Vrlo je važno da su pristupi regulatornih tijela u susjednim državama, odnosno sustavima povezanim interkonekcijama, harmonizirani. Jedan od ključnih elemenata u tome je utvrđivanje tarife za prekograničnu trgovinu koja bi osigurala učinkovite signale korisnicima mreža i operatorima sustava. Stoga su europska regulatorna tijela osnovala Vijeće europskih energetske regulatora (*Council of European Energy Regulators*, CEER) koje ima zadatak kao protuteža europskim industrijskim udruženjima kao što je ETSO (*European Transmission Systems Operators*) uspostaviti sustav kompenzacije za prekogranično trgovanje koji bi bio u interesu nacionalnih mrežnih poduzeća i korisnika mrežnih usluga. Naime, mišljenje je Europske komisije da će poboljšana prekogranična trgovina povećati opseg stvarnog tržišnog natjecanja koje će ujedno imati utjecaja na povećanje efikasnosti te smanjenje cijena električne energije kako kućanstvima tako i industriji što je i naglasila u prijedlogu Strategije [6]. Stoga je i donesena Uredba 1228/2003 kojom su definirane odredbe vezane uz kompenzacijski mehanizam između operatora sustava, naknade za pristup mreži, informacije vezane za kapacitet interkonektivnih vodova, načela upravljanja zagušenjima u mreži, nove spojne vodove i ulogu regulatornih tijela [7]. Isto tako Uredba posebice definira potrebu za donošenjem obvezujućih smjernica o prekograničnom trgovanju električnom energijom, što bi omogućilo razvoj usklađenih uvjeta pristupa europskim mrežama.

3. KLJUČNI FAKTORI ZA USPOSTAVLJANJE REGULATORNOG TIJELA

Reforma elektroenergetskog sektora obuhvaća niz mjera koje se ne odnose samo na promjenu regulatornog, tj. pravnog okvira. Mišljenje je mnogih autora [8] da je institucionalna reforma ključni čimbenik učinkovite reforme. Naime, prilagođavanje regulatornih tijela novoj ulozi i funkciji ima značajan utjecaj na kvalitetnu i učinkovitu regulaciju, a posebice na oblikovanje poticaja i očekivanja poduzeća, investitora te kupaca. Uspostavljanje dosljedne prakse i na dokazima utemeljenog postupanja regulatornog tijela osnova je za dobivanje povjerenja od navedenih čimbenika i uspostavljanje vjerodostojne institucije.

Iskustva OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) država pokazuju da je pri obavljanju regulatornih aktivnosti na tržištu električne energije nadležnosti moguće podijeliti između tri institucije [8]:

→ Resornog ministarstva

→ Regulatornog tijela u određenoj mjeri odvojenog od ministarstva

→ Agencije za zaštitu tržišnog natjecanja.

Postojanje više institucija koje dijele nadležnosti predstavlja niz dvojb/pitanja kao što su:

- nezavisnost svake od njih
- alokacija (pridjeljivanje) nadležnosti svakoj od institucija (mogućnost preklapanja)
- uspostavljanje koordinacijskog mehanizma
- upravljanje i organizacija svake od institucija (kolektivno ili pojedinačno upravljanje).

Podjela nadležnosti između pojedinih institucija, te organizacija regulatornog tijela specifikum je svake države, stoga ne postoji “recept” za “najbolji” način regulacije u elektroenergetskom sektoru. Institucionalni okvir velikim dijelom posljedica je pravnog sustava i političke tradicije. Naime, otkada je uspostavljen sustav regulatornih tijela nezavisnih od nadležnih ministarstva vodi se polemika u kojoj mjeri je moguće uspostaviti takav institucionalni okvir po kojem bi regulatorno tijelo bilo nezavisno i to na dva načina: politički nezavisno i nezavisno od sudionika na tržištu električne energije. Prvo navedeno podrazumijeva da regulatorna tijela nisu pod utjecajem kratkoročne politike, što se donekle postiže neopozivim mandatima članova kolektivnog tijela, zasebnim proračunom (sredstva se ne osiguravaju iz državnog proračuna), nezavisnošću u upravljanju ljudskim resursima i sl. Međutim, potpunu političku nezavisnost je nemoguće postići i načelno i u praksi [9]. U demokratskim sustavima zakonodavac je parlament. Dakle, čak i u slučajevima kada je regulator politički nezavisan, regulacija je uvijek predmet političke kontrole i utjecaja.

Drugo navedeno podrazumijeva da regulirani subjekti imaju ograničen utjecaj na regulatorne odluke. Time se osigurava nepristrana regulacija koja ne ide u korist niti jednog subjekta. Mjere kojima se postiže ova nezavisnost prvenstveno se odnose na zabranu posjedovanja financijskog interesa u bilo kojem od reguliranih subjekata te nemogućnost rada za reguliranog subjekta tijekom i prije imenovanja.

U državama u kojima su izraženije strukturne promjene i u kojima je težište stavljeno na razdvajanje djelatnosti potreban je veći utjecaj regulatornog tijela u nadzoru nad provođenjem aktivnosti vezanih uz razdvajanje djelatnosti. Time se regulatornom tijelu daju jače ovlasti, odnosno daje mu se izvršna snaga u pogledu provođenja vlastitih odluka kao i mogućnost utvrđivanja regulatorne politike.

Međutim, prije svega potrebno je da vlada, kao koordinacijski mehanizam, vodi računa da su politike pojedinih regulatornih institucija (ministarstvo, regulatorno tijelo, agencija za zaštitu tržišnog natjecanja) međusobno konzistentne i da su usmjerene k minimiziranju troškova regulacije. Stoga je osim osiguranja transparentnog rada svake od njih, potrebno s vremena na vrijeme revidirati regulatorni, pogotovo institucionalni okvir kako bi se bilo u trendu s promjenama na tržištu električne energije. Naime, razvoj i promjene tržišnog natjecanja, poglavito u pogledu prekogranične trgovine, neizbježno se moraju odraziti u oblikovanju regulatornog okvira.

Uspostavljanje regulatornog tijela

Prilikom uspostavljanja regulatornog tijela potrebno je voditi računa o sljedećim faktorima (tablica 1):

- uloga regulatornog tijela
- način upravljanja regulatornim tijelom
- regulatorne funkcije i postupci
- resursi i unutarnja organizacija tijela
- početna (*Start-up*) strategija.

4. REGULACIJA U RH

Republika Hrvatska je, usvajanjem paketa energetske zakona u srpnju 2001. godine, stvorila pravnu osnovu kojom je iskazala usmjerenje svoje energetske politike k liberalizaciji, restrukturiranju, deregulaciji i usklađivanju s pravnom stečevinom EU (*acquis communautaire*).

Za razvoj tržišta električne energije bitna su tri od pet zakona iz “paketa energetske zakona”:

- Zakon o energiji
- Zakon o tržištu električne energije
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti.

Usvojeni paket energetske zakona dao je samo načelni okvir za provedbu energetske reforme. Provedbeni, tj. podzakonski akti (cca. 40-tak) trebali bi na jasan, nedvosmislen, transparentan i nediskriminirajući način utvrditi prava i obveze pojedinih sudionika na tržištu kao i uvjete pristupa. Većina akata još uvijek nije donesena, a kod onih koji su doneseni čest je slučaj da se pozivaju na akte koji su još uvijek u izradi,¹ što znači da ih je nemoguće dosljedno primjenjivati. Donošenje podzakonskih akata kasni više od 2 godine što otežava provedbu energetske reforme, a kod potencijalnih ulagača izaziva popriličnu nesigurnost i nepovjerenje u pravni sustav.

Bitna značajka reforme energetske zakona je i institucionalna promjena. Sukladno Zakonu o regulaciji energetske djelatnosti u 2002. godini osnovano je Vijeće za regulaciju energetske djelatnosti (VRED) kao pravna osoba *sui generis* nadležna za:

- izdavanje dozvola za obavljanje energetske djelatnosti,
- osiguravanje preglednog i nepristranog djelovanja tržišta energije,
- osiguravanje preglednog i nepristranog obavljanja energetske djelatnosti koje se obavljaju kao javne usluge,

¹ Vidi npr. članak 35. Tarifnog sustava za usluge elektroenergetske djelatnosti koje se obavljaju kao javne usluge (NN 101, 121, 129/02) navodi da će naknade za priključivanje na elektroenergetski sustav ili za povećanje priključne snage definirati Pravilnik o uvjetima i načinu izračuna troškova priključka korisnika na distribucijsku mrežu, koji donosi ministar, sukladno Zakonu o tržištu električne energije. Nadalje, Pravila djelovanja tržišta električnom energijom u nekoliko članka (npr. članak 27 i 53) pozivaju se na Mrežna pravila, Opće uvjete opskrbom električnom energijom koji također nisu doneseni.

Tablica 1. Ključni faktori za uspostavljanje regulatornog tijela

Područje	Elementi	Mogućnosti
Misija	Ciljevi	Jedan ili nekoliko od: Zaštita potrošača Zaštita investitora Ekonomska efikasnost Zalaganje za tržišno natjecanje
	Nadležnosti	Samo regulatorne nadležnosti ili i: Spajanja (<i>Mergers</i>) Zakon o tržišnom natjecanju Politika vezana uz investicije i privatizaciju
	Sektori	Jedan sektor (npr. elektroenergetski) ili višesektorski
Vodstvo	Upravljačka struktura	Jedan regulator ili kolektivno tijelo (komisija/vijeće) Parni ili neparni broj Jednak ili različit početak i kraj mandata za sva imenovanja
	Imenovanje regulatora	Imenuje vlada ili parlament Mogućnost imenovanja osobe koja ima interesa u pojedinom subjektu Kriteriji se temelje na stručnoj kompetenciji ili ne
	Mjere za osiguranje nezavisnosti	Neopozivi mandati Zabrana zaštite interesa za vrijeme i nakon mandata Postojano financiranje
Regulatorne aktivnosti	Funkcije	Jedan ili nekoliko od: Regulacija prirodnih monopola Tarife za krajnje kupce i kvaliteta opskrbe Nadzor Rješavanje sporova Savjetodavna uloga prema vladi
	Postupci i žalbe	Postupci temeljeni na: Pravilima Pregovorima između interesnih strana Nadzoru i dopunskim sredstvima Pravilima koja promoviraju transparentnost u odlučivanju, kao što su usmene rasprave i objavljivanje odluka
	Koordinacija s drugim tijelima	Formalni i neformalni mehanizmi za konzultacije i upućivanje
Resursi, upravljanje, vanjski nadzor	Financiranje	Iz proračuna ili iz subjekata Iznos
	Ljudski resursi	Plaće na razini tržišnih ili u skladu s plaćama državnih službenika Sposobnost i stručna znanja zaposlenika Korištenje vanjskih usluga
	Izvješćivanje i nadzor	Izvješćivanje parlamentu, resornom i drugim ministarstvima Vanjski nadzor
Prijelazna pitanja	Početna (<i>Start-up</i>) strategija	Vremenski: formiranje prije ili poslije reforme Zapošljavanje ljudi iz sektora (industrije) ili ministarstva, dozvoljeno ili nije

- poslove u svezi s reguliranjem cijena energije koje se obračunavaju na podlozi tarifnih sustava,
- i drugih poslova koji su mu stavljeni u djelokrug energetske zakonima.

Navedene nadležnosti nisu jasno utvrđene kao što nije niti omogućena izvršnost odluka VRED-a. Način postupanje VRED-a transparentan je i nedvosmisleno jedino u dijelu koji se odnosi na postupak izdavanja dozvola za obavljanje energetske djelatnosti i rješavanje sporova proizašlih iz odbijanja pristupa mreži trećoj strani od strane operatora sustava.

Direktiva 2003/54/EZ naglasila je potrebu za uspostavljanjem nezavisnog regulatornog tijela dajući mu veću važnost i šire regulatorne ovlasti. U izmjenama i dopunama paketa energetske zakona trebalo bi VRED-u u skladu sa zahtjevima novih propisa EU dati zakonom definirane nadležnosti te pojačati izvršnu funkciju, odnosno organizacijski i funkcionalno preustrojiti samo tijelo. Imajući u vidu sve prethodno rečeno u slučaju VRED-a potrebno bi bilo prije svega jasnije, dosljedno i nedvosmisleno definirati nadležnosti vezane uz osnovne regulacijske funkcije:

- regulaciju cijena
- regulaciju kvalitete opskrbe
- razdvajanje djelatnosti
- nadzor tržišta.

Slovenija i Nizozemska jedine su države [10] koje su do 1. srpnja 2004. godine Europskoj komisiji dale na uvid izmjene i dopune energetske zakona kojima je izvršeno usklađivanje nacionalnih energetske zakona sa zahtjevima Direktive 2003/52/EZ. Nadalje, Slovenija, tada država kandidatkinja, ocijenjena kao država (od 13 država kandidatkinja) u kojoj je progres u smislu brzine otvaranja tržišta najbrži [11]. S obzirom da je dinamika otvaranja tržišta u određenoj mjeri u korelaciji s uspostavljanjem učinkovitog i funkcionalnog regulatornog tijela, u tekstu koji slijedi u nekoliko navrata napravljena usporedba mogućih nadležnosti VRED-a s nadležnostima slovenskog regulatornog tijela, *Agencije za energiju*,³ proizašlih iz Zakona o izmjenama i dopunama slovenskog zakona o energiji iz 2004. godine [12].

² Vidi članak 30.

³ Nadležnosti *Agencije za energiju*, sukladno izmjenama zakona o energiji su sljedeće:

- a) izdaje opće uvjete za izvršavanje javnih ovlasti u pitanjima (ili problemima):
 - metodologije za obračun naknade za korištenje mreže,
 - metodologije za određivanje naknade za korištenje mreže i kriterije za ustanovljavanje opravdanih troškova i sistema obračunavanja ovih cijena,
 - metodologije za pripremu tarifnih sustava,
 - načina određivanja udjela pojedinačnih proizvodnih izvora i načina njihova prikazivanja;
- b) daje suglasnost na:
 - pravila dodjeljivanja kapaciteta interkonektivnih vodova,
 - mrežna pravila,
 - opće uvjete za isporuku i otkup električne energije iz prijenosne i distribucijske mreže,

Organizacija VRED-a

Odjeljivanje regulatornog tijela od postojeće strukture vlasti (Sabor RH, odnosno Vlada RH) nije nužno potrebno, mada bi samostalan regulator predstavljao najpoželjniji model. No, i sama Direktiva dozvoljava da odluke regulacijskog tijela razmatra i resorno ministarstvo, ali bez mogućnosti utjecaja na odluke regulatornog tijela, dok se sama odluka može ili prihvatiti ili odbiti.⁴ Nadalje, Europska komisija stajališta je da se regulatornom tijelu obvezno moraju osigurati odgovarajući kadrovi, odnosno novčana sredstva kao bi bilo u mogućnosti obavljati svoje dužnosti i imati pristup svim potrebnim podacima, bilo financijske bilo tehničke prirode, a vezano uz energetske subjekt koji je pod njegovim nadzorom [13]. Nadalje, standardi CEER-a [14] uključuju i vlastiti proračun, odnosno vlastite kadrove koji će obavljati osnovne djelatnosti tijela.

Temeljem Zakona o regulaciji energetske djelatnosti predviđeno je da će VRED imati administrativno tehničku službu, te da će ujedno Vlada RH odrediti neprofitnu pravnu osobu koja će pripremati prijedloge akata koje donosi samo tijelo, kao i obavljati druge stručne poslove za potrebe VRED-a. Imajući u vidu neodvisnost regulatornog tijela i potrebu zapošljavanja vlastitih kadrova, VRED bi trebao započeti sa zapošljavanjem vlastitog stručnog kadra sa svrhom usvajanja učinkovite prakse postupanja regulatornih tijela te ispunjavanja nadolazećih obveza proizašlih iz usklađivanja s propisima EU.

Nadalje, standardi CEER-a navode da dobra politika neodvisnog obavljanja regulacijske djelatnosti mora uključivati i davanje ovlasti regulacijskim tijelima da odrede naknade za sudionike u sektoru u skladu sa potrebama proračuna regulatornog tijela.

- tarifni sustav za električnu energiju za tarifne kupce,
- pravila za djelovanje tržišta energije uravnoteženja;

c) određuje:

- naknadu za korištenje mreža za uporabu elektroenergetskih mreža,
- opravdane troškove i ostale elemente naknade za korištenje mreže za elektroenergetske mreže;

d) odlučuje:

- o izdavanju i oduzimanju dozvola za obavljanje energetske djelatnosti,
- u sporovima navedenim u zakonu;

e) nadzire:

- neodvisnost operatora sustava,
- vrijeme koje je potrebno za popravak prijenosnih i distribucijskih mreža,
- vrijeme potrebno za priključak na mrežu,
- objavu informacija o interkonektivnim vodovima, iskorištenosti mreže i dodjeli kapaciteta, pri čemu se podaci tretiraju kao povjerljivi,
- rokove, uvjete i tarife za priključivanje novih proizvođača,
- učinkovito razdvajanje distribucije i prijenosa od proizvodnje i opskrbe te
- stupanj razvidnosti i stupanj konkurentnosti tržišta zemnim plinom i električnom energijom.

⁴ Vidi članak 23. stavak 3. Direktive 2003/54/EZ.

Slijedom rečenoga VRED bi trebao moći odrediti postotak prihoda reguliranih subjekata, odnosno naknadu u cijeni energije, kojim se financira proračun VRED-a, te bi takav izračun valjalo smatrati proračunom VRED-a, koji Vlada RH ili resorno ministarstvo ne treba dodatno odobravati. No, ukoliko bi Vlada RH temeljem svojih zakonskih ovlasti željela zadržati nadzor nad VRED-om, proračune koje VRED predloži Vladi RH valjalo bi smatrati prihvaćenim, osim ako ih Vlada RH pismenim putem izričito ne odbije.

Sankcije i izvršnost odluka VRED-a

Zakonom o regulaciji energetske djelatnosti, VRED je ovlašten od energetske djelatnosti tražiti podatke, izvješća i druge dokumente nužne za obavljanje njegovih poslova s ciljem ostvarenja svrhe regulacije.⁵ Za kršenje zakonskih obveza propisane su novčane kazne kao za počinjenje prekršaja. No, za utvrđivanje eventualnog počinjenja prekršaja kao i kažnjavanja temeljem Zakona o prekršajima ovlašteni su prekršajni sudovi RH [15]. VRED je ovlašten pred nadležnim sudom pokrenuti prekršajni postupak, ili eventualno u postupku nadzora nad primjenom tarifnih sustava deklaratornom odlukom kao temeljem za postupanje inicirati pokretanje prekršajnog postupka pred nadležnim sudom. Dakle, mogućnost kažnjavanja energetske djelatnosti od strane VRED-a nije kao mogućnost navedena zakonom. Naime, prekršaji su povrede javnog poretka utvrđene zakonom i drugim propisima za koje se predviđaju prekršajne kazne i zaštitne mjere.

Nadalje, Zakon o prekršajima propisao je da se prekršaji, prekršajne kazne i zaštitne mjere mogu propisati: zakonom, uredbom, i drugim propisom Vlade RH, pravilnikom i naredbom ministra ili naredbom ravnatelja državne upravne organizacije, odlukom županijske skupštine, gradskog ili općinskog vijeća. Time je nema sumnje dana široka mogućnost propisivanja prekršaja i prekršajnih sankcija i to različitim vrstama pravnih normi. No, VRED je neovisna pravna osoba osnovana temeljem Zakona o regulaciji energetske djelatnosti, odnosno pravna osoba s javnim ovlastima u povjerenim poslovima državne uprave, te stoga nije ovlašten za propisivanje prekršaja, prekršajnih kazni i zaštitnih mjera.

Temeljem Zakona o sustavu državne uprave [16], VRED je nadležan u upravnim stvarima u prvom ili drugom stupnju kada su mu ti poslovi zakonom izričito stavljeni u nadležnost.⁶ Upravo iz navedenoga proizlazi potreba jasnog i taksativnog navođenja nadležnosti VRED-a, kako bi se izbjegao bilo pozitivni bilo negativni sukob nadležnosti VRED-a i drugih regulatornih tijela, npr. Agencija za zaštitu tržišnog natjecanja (AZTN), odnosno tijela državne uprave, npr. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva (MINGRP).

⁵ Vidi članak 6.

⁶ Vidi članak 57.

No, nedvojbeno je da VRED kao pravna osoba s javnim ovlastima rješavajući u upravnim stvarima donosi upravne akte kojima rješava o stanovitom pravu ili obvezi određenog pojedinca ili organizacije. No, izvršnost upravnih akata VRED-a je dvojbena. Naime, upravni akt u upravnom postupku izvršuje se kad temeljem Zakona o općem upravnom postupku postane [17] izvršan.⁷ Izvršenje upravnog akta donesenog u upravnom postupku provodi se radi ostvarenja novčanih potraživanja ili nenovčanih obveza, dok se samo izvršenje provodi bilo po službenoj dužnosti, kada to nalaže javni interes, bilo na zahtjev stranke. Dakle, postavlja se pitanje kako izvršiti upravni akt VRED-a? Izvršenje nenovčanih obveza izvršenika provodi se administrativnim putem, odnosno administrativno izvršenje provode tijela uprave po odredbama Zakona o općem upravnom postupku ili nekog posebnog zakona.

Imajući u vidu činjenicu da VRED nije tijelo u sustavu državne uprave, izvršnost njegovih akata u prvome ili drugome stupnju znatno se usporava. Naime, isto se mora provoditi posredstvom tijela uprave nadležnih za poslove opće uprave jedinica lokalne samouprave na čijem se teritoriju nalazi prebivalište izvršenika, odnosno izvršenju upravnih akata VRED-a prethodi donošenje zaključka tijela nadležnog za provođenje administrativnog izvršenja kojim se potvrđuje izvršnost upravnog akta i određuje način izvršenja. Izvršenje radi ispunjenja novčanih obveza provodi se sudskim putem, odnosno isto ne obavlja VRED. Opisani način izvršenja odluka VRED-a ne doprinosi efikasnosti postupanja tijela, nego se tromošću sustava uprave tijelo u svome postupanju usporava.

Ignoriranjem odluka regulatornog tijela, odnosno nesankcioniranjem energetske djelatnosti radi ne provođenja istih, ne udovoljava se načelima na kojima se temelji Direktiva, poglavito cijeneći činjenicu da je izvršnost regulatornih odluka nedvojbeno vrlo važna za postizanje konkurencije, odnosno uspostavu samog tržišta. Regulator bi morao biti u mogućnosti nametnuti sankcije poduzećima koja se njegovih uputa ili naloga ne pridržavaju. Sankcije za navedena postupanja mogu između ostalog uključivati sljedeće:

- javno pismo odgovornoj osobi poduzeća o kojem se radi
- objavljivanje usporednih izvješća u kojima se dokazuju nedovoljni rezultati poduzeća
- financijsku kaznu u smislu smanjenja naknada za pristup mrežama, ako npr. ne ispune zahtjeve o kvaliteti opskrbe.

Standardi CEER-a nadalje navode da regulatorna tijela moraju imati neograničen pristup podacima važnim za područje njihove odgovornosti, odnosno da se regulatorna politika može provoditi i kroz smanjenje prihoda subjekta i kroz ovlaštenost za provođenjem regulatornih odluka. Imajući u vidu rečeno hrvatski zakonodavac

⁷ Vidi članak 270.

trebao bi razmisliti o mogućnosti da VRED kao pravnu osobu *sui generis* samostalno ovlasti za provođenje zakonom propisanih kazni ili da kažnjavanje provodi smanjenjem reguliranih prihoda energetske subjekta koji na vrijeme ili uopće nisu udovoljili zahtjevima VRED-a. Dakle, potrebno je osigurati izvjesno prenošenje izvršnih ovlasti sa državnih institucija na VRED.

Rješavanje sporova

VRED rješava u upravnom postupku jedino o žalbi koju je izjavio proizvođač električne energije, odnosno povlašteni kupac električne energije kojima je odbijen pristup mreži ili su nezadovoljni uvjetima pristupa [18].

Direktiva 2003/54/EZ propisuje da strana koja ima pritužbu protiv operatora prijenosnog (TSO) ili distribucijskog sustava (DSO) može uputiti svoju žalbu nadležnom regulatornom tijelu koje u uložiti žalbu ovlaštenog za rješavanje sporova, donosi odluku u roku od dva mjeseca od primitka žalbe. Nadalje, navodi se da strana na koju odluka regulatornog tijela utječe i koja ima pravo žalbe na odluku o metodologiji za izračun naknada za korištenje mreža, u slučaju kada je nadležno regulatorno tijelo dužno provesti konzultacije o predloženim metodologijama, može najkasnije u roku od dva mjeseca nakon objave odluke ili prijedloga ili u kraćem roku, dostaviti žalbu na preispitivanje. Takva žalba ne odgađa izvršenje odluke.⁸

Imajući u vidu rečeno izmjene zakona s ciljem usklađivanja s predmetnom Direktivom valjalo bi provesti na način kojim se jasno ističe da je VRED ovlašten za rješavanje pojedinih pritužbi kupaca, kao i pritužbi korisnika vezanih uz pristup mrežama. Ujedno bi ovlasti VRED-a vezano uz zaštitu kupaca trebale uključivati i ovlaštenost za provedbu odredbi navedenih u Prilogu A Direktive.⁹

Regulacija cijena

Direktiva 2003/54/EZ¹⁰ definira da su “Regulatorna tijela odgovorna najmanje za utvrđivanje ili odobravanje, prije njihova stupanja na snagu, metodologija za izračun ili utvrđivanje načina i uvjeta za:

(a) priključenje i pristup nacionalnim mrežama te tarife za prijenos i distribuciju. Tarife ili metodologije omogućavaju potrebna ulaganja kojima se osigurava održivost mreža;

(b) pružanje usluga uravnoteženja.”

Zakon o energiji [19] i Zakon o tržištu električne energije u dijelu koji se odnosi na utvrđivanje cijene prijenosa i distribucije električne energije su u koliziji. Naime, prvo spomenuti kazuje¹¹ da se cijena prijenosa

i distribucije električne energije kao reguliranih djelatnosti utvrđuje na temelju tarifnih sustava koje donosi Vlada RH na prijedlog energetske subjekta, a po pribavljenom mišljenju MINGRP-a i VRED-a, dok drugo spomenuti navodi¹² da naknade za prijenos i distribuciju električne energije utvrđuje VRED na prijedlog energetske subjekta.

Imajući u vidu odredbe oba zakona nemoguće je odrediti koja je točno uloga VRED-a u pogledu utvrđivanja cijene prijenosa i distribucije električne energije. Kada se radi o dvosmislenim procedurama, posebice u dijelu koji se odnosi na definiranje djelokruga rada pojedinih institucija (Vlada RH, VRED, MINGRP, energetske subjekti) u smislu izrade i utvrđivanja metodologija za izračun cijena mrežnih djelatnosti kao i utvrđivanja cijena, nije realno očekivati da je moguće uvesti učinkoviti mehanizam kontrole cijena. Tim više ako se uzme u obzir da nije provedena transparentna podjela aktivnosti unutar HEP Grupe kojom bi se na učinkovit način razdvojile imovina i obveze između reguliranih i nereguliranih djelatnosti.

U RH je zakonski utvrđeno da bi integrirana poduzeća u energetske sektoru trebala voditi odvojeno računovodstvo za svaku pojedinu djelatnost. Time se za pojedinu djelatnost evidentiraju samo oni troškovi koji su u njoj i nastali. Računovodstveno odvajanje je, stoga, bitan element regulacije, bez kojeg regulator neće moći spriječiti unakrsne subvencije među različitim dijelovima integriranog poduzeća.

U slučaju integriranog poduzeća ili grupe udruženih poduzeća kao što je HEP d.d., potrebno je poduzeti i dodatne mjere kako bi se troškovi pravilno alocirali. Svako poduzeće koje posluje u bilo kojoj djelatnosti kupuje različite proizvode i usluge od drugih poduzeća, a ti će troškovi činiti dio dozvoljenih troškova koji se pokrivaju reguliranim prihodima. U okviru integriranog poduzeća ili grupe udruženih poduzeća postoji prostor u kojem se mogu ustanoviti transferne cijene između različitih dijelova tvrtke kako bi se povećali dozvoljeni troškovi, a time i regulirani prihodi u jednom poduzeću, a smanjili u drugom.

Naime, bez učinkovitog razdvajanja nemoguće je utvrditi opravdanu razinu prihoda po djelatnostima, odnosno pojedine elemente u strukturi prihoda kao što su: regulatorna osnovica, amortizacija, troškovi održavanja, opravdana ulaganja, stopa povrata itd. Ukoliko se još uzme u obzir okruženje u kojem postoji tzv. informacijska asimetrija između VRED-a i reguliranih subjekata te da su informacije i podaci samo djelomično dostupni i kontrolirani od strane VRED-a, može se reći da je kontrola cijena vrlo bitna funkcija regulacije na koju se VRED mora u budućnosti puno više fokusirati i razvijati transparentne mehanizme ekonomske regulacije. Stoga je, između ostalog, potrebno doraditi Pravilnik o načinu i kriterijima za utvrđivanje naknade

⁸ Vidi članak 23.

⁹ Prilog A Direktive govori o mjerama zaštite kupaca.

¹⁰ Vidi članak 23.

¹¹ Vidi članak 26. i 28.

¹² Vidi članak 12.

za korištenje prijenosne i distribucijske mreže [20]. Naime, Pravilnikom nije definirana metodologija ekonomske regulacije (npr. *Cost-plus metoda*, *Price cap*, *Revenue cap*) koja bi se primjenjivala pri utvrđivanju obiju naknada kao što nisu utvrđeni niti regulacijski elementi, odnosno njihova definicija. Utvrđivanje i primjena metodologije prije svega zahtijeva učinkovito razdvajanje, uspostavljanje funkcionalnog regulatornog tijela i definiranje utemeljenih regulacijskih elemenata (npr. osnovica za izračun amortizacije, stopa povrata, osnovica za primjenu stope povrata, vrijednost kapitala, operativni troškovi itd.).

Odobranje razine ulaganja u razvoj, izgradnju i održavanje mreža jedno je od pitanja koje je u neku ruku povezano s kontrolom cijena i koje je načelno definirano u Zakonu o tržištu električne energije.¹³ Međutim, u praksi ta odredba nije zaživjela. Naime, postavlja se pitanje ‘dubine’ nadležnosti VRED-a, tj. koji je prag razine investicija koje bi odobravao VRED, te davanja jasnih smjernica u vidu metodologije i kriterija za izradu predmetnih planova kako bi ih VRED mogao ocijeniti te u konačnici dati suglasnost.

Kontrola cijena bitna je funkcija regulacije stoga je u izmjenama zakona potrebno jasno definirati ulogu VRED-a te odnos Vlada RH – MINGRP – VRED u kontroli cijena.¹⁴

Kao ilustracija može se navesti primjer Slovenije koja je zakonski utvrdila sljedeću proceduru donošenja metodologije za izračun tarifa, odnosno utvrđivanja tarifa za prijenos i distribuciju električne energije:

1. Agencija za energiju izrađuje metodologiju, predlaže je Vladi RS (Napomena: Agencija po novom zakonu ima “iznad sebe” Vijeće koje nije sastavni dio Agencije, ali donosi odluke)
2. Vlada RS donosi metodologiju
3. Agencija za energiju objavljuje metodologiju
4. Sukladno donesenoj metodologiji energetski subjekt predlaže/izračunava cijene
5. Agencija za energiju utvrđuje cijene
6. Energetski subjekt objavljuje cijene.

Regulacija kvalitete opskrbe

Direktiva 2003/54 EZ u prilogu A navodi da: “mjere iznesene u članku 3. trebaju kupcima osigurati pravo

¹³ U članku 12. navodi se da VRED daje prethodnu suglasnost, a energetski subjekt za distribuciju, odnosno prijenos donosi planove razvoja i izgradnje mreža.

¹⁴ Naime, moguće je u zakon ugraditi i sljedeću odredbu Direktive (članak 23.3): “Bez obzira na stavak 2. države članice mogu formalnom odlukom obvezati regulatorna tijela da odgovarajućem tijelu države članice dostave tarife ili barem metodologije spomenute u istom stavku te njihove izmjene iz stavka 4. U tom slučaju odgovarajuće tijelo je ovlašteno odobriti ili odbaciti nacrt odluke regulatornog tijela. Tarife, metodologije ili njihove izmjene objavljuju se zajedno s odlukom o formalnom usvajanju. Također, svako formalno odbijanje nacrta odluke se objavljuje uz obrazloženje.”

na ugovor s pružateljem elektroenergetskih usluga u kojem se između ostalog utvrđuje osigurana razina kvalitete usluge”.

Paketom energetskih zakona kvaliteti opskrbe nije posvećena dovoljna pažnja. Naime, u zakonski okvir nisu unesene odredbe koje se odnose na utvrđivanje minimalnih razina kvalitete opskrbe, kao niti odredbe kojima bi se utvrdilo tko je zadužen za utvrđivanje minimalnih razina kvalitete – MINGRP ili VRED. Suprotno tome, npr. mađarski zakon o energiji, koji se primjenjuje od 1. siječnja 2003. godine, predvidio je da je mađarsko regulatorno tijelo (*Magyar Energia Hivatal* – MEH) dužno propisati minimalne zahtjeve kvalitete opskrbe za svakog od subjekata kojemu je izdana dozvola za obavljanje energetske djelatnosti kao i očekivanu razinu kvalitete opskrbe. Ovakva odredba posljedica je radnji i mjera poduzetih još od samog osnivanja MEH-a 1994. godine. Već u 1995. godini MEH je značajnu pažnju posvetio problemima kvalitete opskrbe te je temeljem vlastitih i inozemnih iskustava prepoznao kvalitetu opskrbe kao bitan čimbenik regulacije. MEH kriterije kvalitete opskrbe propisuje odvojeno za svako od 6 distribucijskih poduzeća. Elementi koje obuhvaća sadašnji sustav kvalitete opskrbe, a koji nadzire MEH su:

- Izvještavanje o ispadima i njihova ocjena
- Ocjenjivanje zadovoljstva kupaca s uslugama distribucije i opskrbe
- Garantirani standardi
- Opći standardi (uključuje parametre pouzdanosti opskrbe – CML/SAIDI, CI/SAIFI)
- Obveza uvođenja sustava upravljanja kvalitetom opskrbe
- Utvrđivanje tarifa na osnovi analize rezultata poslovanja (*Performance based tariff setting*).

Trenutačna situacija u RH je takva da HEP Distribucija ne prati parametre pouzdanosti opskrbe (CML/SAIDI, CI/SAIFI) na sustavan način. Nadalje, potrebno je napomenuti da distribucijski sustav nije u cijelosti pripravan za primjenu europske norme EN 50160, koja u RH još uvijek nije usvojena. Naime, granice trenutačno dopuštenih napona nisu u skladu sa EN 50160, već temeljem Pravilnika o normiranim naponima za distribucijske NN mreže i električnu opremu vrijedi prijelazno razdoblje od 10 godina u kojem će se postupno prijeći s naponske razine 220/380 V uz odstupanje –10%, +6% na naponsku razinu 230/400 V uz odstupanje ±10% [21].

S obzirom na prethodno rečeno nameće se potreba sustavnog praćenja događaja u elektroenergetskom sustavu temeljem usuglašene metodologije i kriterija te izrade baze podataka. Usporedo definiranju elementa baze podataka koja bi se koristila radi praćenja kvalitete opskrbe potrebno je definirati parametre kvalitete opskrbe kao i podjelu nadležnosti te obveza između pojedinih subjekata. Prvenstveno se pri tome misli na donošenje

Općih uvjeta isporuke električnom energijom. Opći uvjeti za isporuku električne energije [22] koji se primjenjuju u praksi u biti nisu na snazi, s obzirom da je Zakon o elektroprivredi, na osnovi kojeg su doneseni, stavljen izvan snage početkom primjene Zakona o tržištu električne energije.

Nadalje, Pravilnik o kvaliteti električne energije koji se navodi u radnoj inačici Općih uvjeta isporuke električne energije [23] kao akt kojim će se utvrditi sustav za prikupljanje i pohranu podataka o prekidima napajanja, kategorizacija prekida napajanja i praćenje kvalitete električne energije nema također zakonskog uporišta u Zakonu o tržištu električne energije, a kamoli u Općim uvjetima isporuke električne energije. S obzirom da je kvaliteta opskrbe, kao što je ranije navedeno, definirana kao jedan od glavnih elemenata regulacije, VRED bi trebao biti upravo taj pokretač koji će inzistirati na uvođenju odredbi o kvaliteti opskrbe još u zakonske odredbe, koje bi provedbeno bile razrađene kroz podzakonski akt. Stoga je potrebno prije svega definirati u čijoj nadležnosti je propisivanje i praćenje parametara kvalitete opskrbe. Iz iskustava država EU vidljivo je da bi kvaliteta opskrbe trebala biti u nadležnosti regulatornog tijela, dakle VRED-a, a ne ministarstva nadležnog za energetiku kao što je do sada spominjano u raspravama. Prije svega potrebno je voditi računa da se procesi liberalizacije, restrukturiranja i privatizacije ne odraze kroz smanjenje razine kvalitete opskrbe.

Nadzor sustava i tržišta električnom energijom

A) Mrežna i tržišna pravila

Donošenje i dosljedna primjena transparentnih tržišnih i tehničkih pravila osnovni je preduvjet za učinkovito funkcioniranje tržišta električnom energijom. Mrežna pravila hrvatskog elektroenergetskog sustava koja bi trebala omogućiti transparentan pristup trećoj strani još uvijek nisu donesena. Nadalje, Pravila djelovanja tržišta električne energije [24] donesena u studenom 2003. godine u znatnoj mjeri odstupaju od zakonskih odredbi. Kao ilustrativan primjer moguće je navesti:

→ uvođenje bilančnih grupa¹⁵ te

→ organizacija tržišta koja se temelji samo na bilateralnim ugovorima.

Bilančne grupe kao pojam ne spominju se u zakonskim odredbama stoga je upitna njihova pozicija u odnosu na subjekte kojima je izdana dozvola za obavljanje energetske djelatnosti trgovanja, posredovanja i zastupanja na tržištu električne energije kao i u odnosu na povlaštene kupce.

Koncepcija Pravila, odnosno organizacija tržišta, koja se temelji samo na bilateralnim ugovorima (ugovori o kupoprodaji električne energije i ugovori o energiji

¹⁵ Vidi članak 4. stavak 2. točku 3. Pravila djelovanja tržišta električne energije: "Bilančna grupa je grupa kupaca, opskrbljivača i/ili dobavljača osnovana radi smanjenja troškova za energiju uravnoteženja."

uravnoteženja) nije dakle detaljnije razradila organizaciju tržišta u formi *pool* sustav koji se u Zakonu o tržištu električne energije na svojevrsan način uvodi kroz takso-sativno navođenje odgovornosti operatora tržišta.¹⁶

Očigledno je da se prije pisanja zakona i podzakonskih akata nije utvrdila ciljana organizacija tržišta koju bi VRED nadzirao, odnosno osiguravao provođenje nepristranog i nediskriminirajućeg tržišnog natjecanja te eventualno predlagao mjere za poboljšanje organizacije tržišta, kao i upućivao na potrebu izmjene pojedinih uvjeta iz Pravila.¹⁷

Nadalje, Pravila djelovanja tržišta električne energije utvrdila su izračun cijene energije uravnoteženja. S obzirom da je Direktivom 2003/54/EZ utvrđeno da su "Regulatorna tijela odgovorna najmanje za utvrđivanje ili odobravanje, prije njihova stupanja na snagu, metodologija za izračun ili utvrđivanje načina i uvjeta za pružanje usluga uravnoteženja", neosporno je da će se način donošenja Pravila kao i uloga VRED-a u pogledu donošenja Pravila i utvrđivanja metodologije izračuna energije uravnoteženja morati mijenjati, tj. morat će mu se dati veće ovlasti.

Nedonošenje mrežnih pravila, odnosno donošenje tržišnih pravila koja nisu usklađena sa zakonskim odredbama, posljedica je nepostojanja jasne strukture i organizacije tržišta. Da bi se izbjegla ista situacija prilikom usklađivanja zakona s novim propisima EU, odnosno da bi se donijeli konzistentni zakoni i podzakonski akti potrebno je postići konsenzus o strukturi i organizaciji tržišta kao i o odgovornosti te djelokrugu rada pojedinog subjekta – operatora sustava, operatora tržišta, MINGRP/Vlade RH, VRED-a itd.

B) Sigurnost opskrbe

Direktiva 2003/54/EZ daje mogućnost da se funkcija praćenja sigurnosti opskrbe povjeri regulatornom tijelu.¹⁸ Međutim, u prijelaznom razdoblju dok nije us-

¹⁶ Vidi članak 22: "Operator tržišta odgovoran je za prikupljanje i izbor ponuda za zadovoljenje potreba za električnom energijom u određenom vremenskom razdoblju do zadovoljenja potražnje, po rastućem nizu cijena iz ponuda te za utvrđivanje konačne cijene električne energije za svako određeno vremensko razdoblje i obavješćivanje subjekata na tržištu o istom."

¹⁷ Članak 25. stavak 3. Direktive 2003/54/EZ glasi: "Regulatorna tijela su ovlaštena, u slučaju potrebe, zahtijevati od operatora prijenosnog i distribucijskog sustava izmjenu uvjeta, pravila, mehanizama i metodologija spomenutih u stavcima 1, 2. i 3. kako bi se osigurala njihova proporcionalnost i nediskriminirajuća primjena."

¹⁸ Članak 4. Direktive 2003/54/EZ glasi: "Države članice osiguravaju praćenje sigurnosti opskrbe. Ukoliko smatraju potrebnim, mogu prenijeti ovu zadaću na regulatorna tijela spomenuta u članku 23, stavak 1. Praćenje se posebno odnosi na bilancu ponude i potražnje na nacionalnom tržištu, razinu očekivane buduće potražnje, planirani i predviđene dodatne kapacitete koji su u planu ili u izgradnji, kvalitetu i razinu održavanja mreža te mjere za pokrivanje vršnog opterećenja i neispunjavanje obveze jednog ili više opskrbljivača. Nadležna tijela svake dvije godine najkasnije do 31. srpnja objavljuju izvješće u kojem u glavnim crtama iznose rezultate praćenja sa svim poduzetim ili planiranim mjerama i proslijeđuju ga Komisiji."

postavljen jasan i konzistentan regulatorni okvir, te dok nije uspostavljeno potpuno funkcionalno regulatorno tijelo, iskustva mnogih država [25] pokazuju da problemi koji se javljaju u sigurnosti opskrbe, odnosno pouzdanosti sustava, u javnosti stvaraju negativnu percepciju u pogledu uspješnosti reforme. Stoga bi vlada, tj. resorno ministarstvo, u prijelaznom razdoblju trebalo imati ključnu ulogu u uspostavljanju mehanizama za osiguranje odgovarajuće pouzdanosti sustava kako bi se smanjio regulatorni rizik u tom pogledu.

Ovakvu politiku slijedio je i Zakon o izmjenama i dopunama slovenskog zakona o energiji iz 2004. godine. Naime, sukladno slovenskom zakonu ministarstvo nadležno za energetiku izdaje energetska dozvola za izgradnju dodatnih proizvodnih kapaciteta, dok u slučaju da opseg kapaciteta za proizvodnju električne energije za koje je bila izdana energetska dozvola ne osigurava pouzdanu opskrbu električnom energijom, ministarstvo ili po njegovom ovlaštenju druga osoba provodi javni natječaj. Nadalje, ministarstvo obavlja poslove vezane uz

- davanje suglasnosti na razvojne planove prijenosne i distribucijske mreže
- prikupljanje i analiziranje podataka o proizvodnji, korištenju, uvozu, izvozu i cijenama energije i goriva te druge podatke potrebne za energetska planiranje
- provedbu programa poticanja učinkovitog korištenja obnovljivih izvora energije
- utvrđivanje podataka koje su mu energetska subjekta dužni objavljivati.

Slovenski zakonodavac odlučio se za ovakvo rješenje s obzirom da je reforma energetskega sektora u Sloveniji započela u 1999. godini, stoga se može reći da se još uvijek radi o prijelaznom periodu u kojem se problematika sigurnosti ne smije zanemariti, odnosno ne smije se dozvoliti regulatorni rizik.

Međutim, s druge pak strane treba u postupcima javnih natječaja osigurati neovisnost od kratkoročnih političkih ciljeva te nepristranost *vis-a-vis* pojedinih energetskega subjekata, što bi se prije svega trebalo omogućiti kroz davanje odgovarajućih ovlasti regulatornom tijelu.

Dakle, uzimajući u obzir iskustva drugih država, prilikom izmjena zakona potrebno je sigurnosti opskrbe posvetiti posebnu pozornost, imajući u vidu sve tehničke, financijsko-ekonomske, vlasničke i institucionalne aspekte. Posebice se to odnosi na alokaciju nadležnosti u pogledu postupka odobrenja i javnog nadmetanja za nove kapacitete te odobravanje planova razvoja i izgradnje prijenosne i distribucijske mreže.

Razdvajanje djelatnosti

Kroz proces restrukturiranja elektroenergetskog sektora, odnosno poduzeća Hrvatska elektroprivreda d.d. (HEP), osnovana su samostalna trgovačka društva unutar HEP Grupe:

- HEP Proizvodnja d.o.o.

- HEP Prijenos d.o.o.
- HEP Distribucija d.o.o.
- HEP Opskrba d.o.o.
- Hrvatski nezavisni operator sustava i tržišta d.o.o. (HNOSIT).

Iako Zakon o tržištu električne energije definira da će HEP d.d. u roku od 12 mjeseci od dana osnivanja¹⁹ trgovačkog društva HNOSIT d.o.o. prenijeti dionice, odnosno poslovne udjele u tom trgovačkom društvu na RH, prijenos vlasništva, odnosno izdvajanje iz HEP d.d., još se nije provelo, kako u dijelu operatora sustava tako i u dijelu operatora tržišta.

Direktiva 2003/54/EZ pretpostavlja sustav pravnog, funkcionalnog i računovodstvenog razdvajanja kako bi se osigurao nediskriminirajući pristup mreži i izbjegli sukobi interesa. Radi ostvarenja već rečenoga nužno je razdvojiti poslovanje mreže kao prirodnog monopola od djelatnosti okomito integriranih poduzeća koja se natječu na tržištu, uglavnom kroz proizvodnju i opskrbu električne energije. Pravno razdvajanje operatora prijenosnog sustava (TSO) i operatora distribucijskog sustava (DSO) provodi se odvajanjem od ostalih djelatnosti koje nisu povezane s prijenosom i distribucijom. Funkcionalno razdvajanje TSO-a i DSO-a nužno je radi osiguranja njihove neovisnosti u sklopu okomito integrirane pravne osobe kao poslovnog subjekta, dok računovodstveno razdvajanje podrazumijeva zahtjev za vođenjem odvojenih računa djelatnosti TSO-a i DSO-a.

Direktiva 2003/54/EZ navodi da, kada je TSO, odnosno DSO, dio okomito integriranog poduzeća, DSO/TSO mora biti neovisan o ostalim djelatnostima koje se ne odnose na distribuciju najmanje u smislu njegovog pravnog oblika, organizacije i odlučivanja.²⁰ Ovim pravilom ne stvara se obveza odvajanja vlasništva nad imovinom koja čini sredstva DSO/TSO-a od okomito integriranog poduzeća. Da bi DSO/TSO bio funkcionalno odvojen, matično društvo može imati samo općenu nadzornu kontrolu nad subjektima, dok DSO/TSO ima stvarna prava donošenja odluka, neovisno o integriranom elektroprivrednom poduzeću, s obzirom na sredstva potrebna za pogon, održavanje i razvoj mreže. Isto ne sprječava postojanje odgovarajućih mehanizama koordinacije kojima se osigurava zaštita prava financijskog i upravljačkog nadzora koje ima vladajuće poduzeće vezano uz povrat na imovinu u ovisnom poduzeću. Time će vladajuće poduzeće konkretno imati mogućnost davanja suglasnosti za godišnje financijske planove ili neke druge jednako vrijedne instrumente DSO/TSO-a i postavljanje globalnih ograničenja glede razine zaduživanja svojih ovisnih poduzeća. Vladajuće poduzeće nema pravo davati upute u svezi sa svakodnevnim poslovanjem niti upute glede pojedinačnih odluka o izgradnji ili proširenju kapaciteta distribucijskih

¹⁹ Trgovačko društvo HNOSIT d.o.o. osnovano je 1. srpnja 2002. godine.

²⁰ Vidi članke 10. i 15.

vodova ako ne premašuju prihvaćeni financijski plan ili neki drugi jednakovrijedan instrument.

U paketu energetske zakona RH odvojeni operator distribucijskog sustava još nije zauzeo svoju poziciju, niti unutar okomito integriranog poduzeća, niti izvan njega.

Nadalje, Direktiva naglašava potrebu razdvajanja i razvidnosti računa elektroprivrednih poduzeća.²¹ I to u dijelu koji se odnosi na prirodne monopole, prijenos i distribuciju električne energije. Naime, ova poduzeća unutar okomito integrirane kompanije dužna su voditi odvojeno knjigovodstvo za svaku od svojih aktivnosti kao što bi se to od njih tražilo kad bi svoje djelatnosti obavljala posebna poduzeća, radi izbjegavanja pristranosti, unakrsnog subvencioniranja i narušavanja tržišnog natjecanja. Isto tako regulatorna tijela imaju pravo pristupa knjigovodstvu elektroprivrednih poduzeća u mjeri u kojoj je potrebno za obavljanje regulatornih funkcija.

Odredbe Direktive koje se odnose na razdvajanje ukazuju na važnost uloge regulatornog tijela.²² Naime, navodi se da su nadležna regulacijska tijela dužna pratiti učinkovito razdvajanje računa kako bi se spriječilo unakrsno subvencioniranje između djelatnosti proizvodnje, prijenosa, distribucije i opskrbe. Nadalje, Europska komisija stoji na stajalištu [26] da bi nacionalni zakon mogao omogućiti regulatornom tijelu izradu smjernica za učinkovito razdvajanje računa, kao i što bi mogao omogućiti regulatornom tijelu aktivno sudjelovanje u nadzoru nad primjenom mjera kojima se omogućava funkcionalno razdvajanje. Elemente, odnosno specifičnosti funkcionalnog razdvajanja moguće je navesti u zakonu, smjernicama regulatornog tijela ili u dozvoli za obavljanje energetske djelatnosti.

Imajući u vidu rečeno Zakon o tržištu električne energije i Zakon o regulaciji energetske djelatnosti valjalo bi uskladiti sa zahtjevima Direktive 2003/54/EZ tako da se taksativno navedu odredbe vezane uz razdvajanje, uključujući i odredbe koje VRED-u daju ovlasti da osigura njihovo provođenje. Primjerice, zakoni bi mogli sadržavati programe mjera razdvajanja u kojima se navode načini na koji se provodi razdvajanje, dužnost podnošenja godišnjih izvješća vezanih uz razdvajanje, te obvezu VRED-a da osmisli i provede smjernice za razdvajanje i razvidnost računovodstvenog razdvajanja. S tim u svezi valjalo bi zajedničke troškove ovisnog i vladajućeg društva ili povezanih društava uz obrazloženje jasno naznačiti. Budući da Direktiva ne zahtijeva da operatori sustava budu vlasnici prijenosnih ili distribucijskih sustava, već zahtijeva da operatori sustava nadziru rad, održavanje i razvoj mreže, zakone bi valjao nadopuniti odredbama koje zahtijevaju postojanje tih nadležnosti operatora, odnosno omogućavaju VRED-u da osigura provedbu tih nadležnosti.

Međunarodna suradnja

Pridjeljivanje nadležnosti VRED-u koje proizlaze iz Direktive 2003/54/EZ i Uredbe 1228/2003, a odnose se na davanje suglasnosti na pravila alokacije kapaciteta interkonekcijskih vodova te nadzor nad objavom odgovarajućih informacija o interkonekcijama, korištenju mreža i raspodjeli kapaciteta od strane DSO-a i TSO-a zainteresiranim stranama preduvjet je za utvrđivanje mehanizama na kojima počiva prekogranična trgovina u okruženju otvorenog tržišta. Stoga je potrebno u što kraćem roku unijeti u zakon odredbe kojima se definiraju nadležnosti VRED-a u tom segmentu kako bi se intenzivirao rad svih relevantnih subjekata, kako u RH tako i sa susjednim državama, na uspostavljanju pravila vezanih uz prekograničnu trgovinu.

5. ZAKLJUČAK

Republika Hrvatska postala je kandidat za punopravno članstvo u EU u 2004. godini, stoga se kao prioritet postavlja usklađivanje paketa energetske zakona s pravnom stečevinom EU. Usvojeni paket energetske zakona u značajnoj mjeri usklađen je s Direktivom 96/92/EZ.

Direktiva 2003/54/EZ i Uredba 1228/2003 postavljaju nove zahtjeve pred zakonodavna tijela RH poglavito u dijelu koji se odnosi na neovisnost regulatornog tijela, razdvajanje djelatnosti i nediskriminirajući te transparentni pristup mrežama. Međutim, prilikom usklađivanja s zahtjevima EU nije dovoljno samo formalno uskladiti paket energetske zakona, već prije svega treba dosljedno primjenjivati usvojene propise. Također, potrebno je osigurati jasnoću i konzistentnost kroz različite zakonske i podzakonske odredbe.

Direktiva 2003/54/EZ naglasila je ulogu regulatornog tijela dajući mu veću važnost i šire regulatorne ovlasti. Stoga bi u izmjenama i dopunama paketa energetske zakona trebalo VRED-u u skladu sa zahtjevima propisa EU dati zakonom definirane nadležnosti, pojačati izvršnu funkciju te sukladno tome organizacijski i funkcionalno preustrojiti samo tijelo. Uloga VRED-a posebice bi se trebala jasno utvrditi vezano uz osnovne regulatorne funkcije, kao što su regulacija cijena, regulacija kvalitete opskrbe, razdvajanje djelatnosti i nadzor tržišta. Isto tako, imajući u vidu da VRED nije tijelo državne uprave te da je stoga izvršnost njegovih akata u prvom ili drugom stupnju znatno usporena, čime se utječe i na uspostavljanje funkcionalnog tržišta električne energije, kroz postupak izmjene zakona zakonodavac bi trebao razmotriti mogućnost prenošenja izvršnih ovlasti sa državnih institucija na VRED.

²¹ Vidi članak 19.

²² Vidi članak 23.

LITERATURA

- [1] Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 96/92/EC, OJ L 176/1, 15.7.2003
- [2] Zakon o regulaciji energetske djelatnosti (Narodne novine broj 68/01, 109/01)
- [3] P. JURKOVIĆ et.al.: Poslovni rječnik, 3. dopunjeno izdanje, Masmedia, Zagreb, 1995.
- [4] A. E. KAHN: The Economics of Regulation: Principles and Institutions, Vol. I,II, John Wiley and Sons Inc, New York, 1971.
- [5] Council of European Energy Regulators, Working Group of Electricity Supply, "Quality of Electricity Supply: Initial Benchmarking on Actual Levels, Standards and Regulatory Strategies", April 2001
- [6] European Commission, DG TREN, Strategy paper – Medium term vision for the internal electricity market, 23 June 2003
- [7] Regulation (EC) No 1228/2003 of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 on conditions for access to the network for cross border exchange in electricity, OJ L 176/1, 15.7.2003
- [8] International Energy Agency: Regulatory Institutions in Liberalised Electricity Markets, Paris, 2001
- [9] W. SMITH: "Utility regulators: the Independence Debate", 1996
- [10] Europe Information Energy, No. 650, July 2004.
- [11] Council of European Energy Regulators, Working Group of Electricity Supply, "Second Benchmarking Report on Quality of Supply", September 2003
- [12] Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (Uradni list 51/04)
- [13] European Commission, "Note of DG Energy and Transport on Directives 2003/54/EC and 2003/55/EC on the Internal Market in Electricity and Natural Gas, The Role of Regulatory Authorities", 14.1.2004
- [14] Council of European Energy Regulators WG SEEER, Discussion Paper, Regulatory Benchmarking Standards for SEE-REM, October 2003
- [15] Zakon o prekršajima (Narodne novine broj 88/02, 122/02,105/04)
- [16] Zakon o sustavu državne uprave (Narodne novine broj 75/93, 92/96, 48/99, 15/00, 59/01)
- [17] Zakon o općem upravnom postupku (Narodne novine broj 53/91,103/96)
- [18] Zakon o tržištu električne energije (Narodne novine broj 68/01)
- [19] Zakon o energiji (Narodne novine broj 68/01)
- [20] Pravilnik o načinu i kriterijima za utvrđivanje naknade za korištenje prijenosne i distribucijske mreže (Narodne novine broj 109/03)
- [21] Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske NN mreže i električnu opremu (Narodne novine broj 28/2000)
- [22] Opći uvjeti za isporuku električne energije (Narodne novine broj 8/91, 61/92, 70/92, 78/93, 81/97)
- [23] Opći uvjeti isporuke električne energije, radna inačica, listopad 2003.
- [24] Pravila djelovanja tržišta električnom energijom (Narodne novine broj 193/03, 198/03)
- [25] International Energy Agency: Competition in Electricity Markets, Paris, 2001
- [26] European Commission, "Note of DG Energy and Transport on Directives 2003/54/EC and 2003/55/EC on the Internal Market in Electricity and Natural Gas, The Unbundling Regime", 16.1.2004

COMPATIBILITY OF FIELDS AND FUNCTIONS OF THE REGULATORY COUNCIL FOR ENERGY ACTIVITIES WITH THE DIRECTIVE 2003/54/EZ

In the paper a general review of regulation fields and functions as well as key factors for the regulatory body operation are given. Further on, requests of the Directive 2003/54/EZ are given regarding the framework of the regulatory body as well as the compatibility of competencies of the Regulatory Body for Energy Activities coming out of energy laws package in the part that has to deal with the electric energy market, compared to the regulations from the Directive 2003/54/EZ.

DAS ABSTIMMEN VON BEREICHEN UND AUFGABEN DES REGULATIONSRAATES FÜR ENERGETISCHE TÄTIGKEITEN MIT DER DIREKTIVE 2003/54/EG

In diesem Artikel wird eine allgemeine Darstellung von Bereichen und Aufgaben der Regelung, sowie von für die Gründung des Regelungsrates entscheidenden Umständen gegeben. Weiters werden Bestimmungen der Direktive 2003/54/EG hinsichtlich des Wirkungsbereiches der Regelungsrate, sowie hinsichtlich des Abstimmens der Zuständigkeiten dieser Räte, mit den sich auf den Strommarkt beziehenden Bestimmungen dieser Direktive, dargestellt.

Naslov pisaca:

**Mr. sc. Ivona Štritof, dipl. ing.
Krunoslava Grgić Bolješić, dipl. iur.
Vijeće za regulaciju energetske
djelatnosti
Savska cesta 163
10000 Zagreb, Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:
2004 – 09 – 23.

UTJECAJ DIREKTIVE EUROPSKE UNIJE O ENERGETSKIM KARAKTERISTIKAMA ZGRADA (2002/91/EC) NA POTENCIJAL ENERGETSKIH UŠTEDA U ZGRADARSTVU

Mr. sc. Vesna K o l e g a, Zagreb

UDK 620.9:728
STRUČNI ČLANAK

Donošenjem *Direktive o energetske karakteristika zgrada (2002/91/EC)* (stupila na snagu 16. prosinca 2002. godine) uspostavljen je novi, zakonodavni instrument, jedinstven za sve zemlje članice koji bi zajedničkom metodologijom i terminologijom, integralnim pristupom različitim energetske parametrima unutar zgrade, te definiranjem jedinstvenih indikatora energetske karakteristika zgrade trebao osigurati određenu razinu harmonizacije i omogućiti postizanje osnovnih zajedničkih ciljeva: povećanja potencijala energetske ušteda i smanjenja emisije onečišćujućih tvari u atmosferu u javnom i stambenom sektoru zgrada na razini Europske unije.

Ključne riječi: potencijal energetske ušteda, zgradarstvo, Direktive Europske unije, mjere energetske efikasnosti.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Ubrzani tehnološki progres i nagli razvitak tehnologije, porast stanovništva i potrošnje svih vrsta dobara i usluga neizostavno rezultiraju zagađenjem čovjekove okoline i devastacijom osnovnih životnih resursa. Izgradnju i korištenje stambenog i javnog sektora zgrada, jednako kao i uspostavu i pogon energetske sustava karakterizira negativan utjecaj na okoliš koji ukazuje na nužnost novog ekološko-energetske osviještenog pristupa.

Proizvodnja, distribucija i potrošnja energije su djelatnosti koje direktno ili indirektno utječu na sve sfere ljudskog djelovanja, kao i na socijalni i gospodarski napredak neke zemlje. U današnjem svijetu energija je jedan od glavnih izazova nacionalnih gospodarstava, pri čemu je količina potrošene energije po stanovniku jedan od najvažnijih pokazatelja modernizacije i progressa. Ekološke posljedice energetske potrošnje su tema koja je predugo vremena bila zapostavljena, iako se, generalno gledano, i dalje ne vodi dovoljno računa o socijalnim, ekološkim, ekonomskim i sigurnosnim aspektima korištenja energije radi zadovoljenja sve većih energetske potreba, danas je ipak prepoznato i u velikom broju, prvenstveno razvijenih zemalja prihvaćeno da je dosadašnji, nekontrolirani pristup potrošnji energije neodrživ.

Globalne rezerve nafte i plina su ograničene i mogu biti potpuno iscrpljene unutar nekoliko generacija. Jedna četvrtina svjetske populacije živi u industrijski razvijenim zemljama koje u ovom trenutku troše više od tri četvrtine ukupnih svjetske rezervi. Tendencija porasta

potrošnje u zemljama u razvoju postavlja dodatni pritisak na globalne energetske rezerve. Nadalje, potrošnja energije, prvenstveno iz fosilnih goriva, predstavlja sve veću prijetnju okolišu i klimi, što rezultira imperativom obveznog integriranja ekološki osviještenijih tehnologija u postojeći globalni energetske sustav, pri čemu je od izuzetne važnosti da briga o okolišu i ograničenosti energetske rezervi bude sastavni dio svih nacionalnih, regionalnih i globalnih energetske strategija. Održivoj potrošnji energije treba dati prioritet racionalnim planiranjem potrošnje, te implementacijom mjera energetske efikasnosti u sve segmente energetske sustava neke zemlje.

Općenito rečeno, mjere energetske efikasnosti mogu se podijeliti na dva osnovna tipa:

- efikasnije korištenje energije u postojećim energetske sustavima i uređajima poboljšanjem njihovih radnih karakteristika (zamjenom postojećih komponenti energetske učinkovitijima, redovitim održavanjem i dr.);
- efikasnije korištenje energije u novim energetske sustavima i uređajima primjenom suvremenih, ekološki racionalnih tehnologija.

Brojne analize pokazuju da specifična energetske potrošnja može bit reducirana 20-50% u slučaju poboljšanja energetske efikasnosti postojećih sustava, a čak između 50 i 90% u slučaju primjene novih energetske efikasne sustava i uređaja, pri čemu treba naglasiti da se, u velikoj većini slučajeva, *period povrata investicija* uloženi u energetske efikasne tehnologije dostupne na tržištu kreće u granicama od dvije do maksimalno osam godina.

Iskustva pokazuju da se jedino instrumentarijem državne politike koji obuhvaća široki spektar poticajnih i prinudnih mjera može osigurati ravnopravni odnos obnovljivih i konvencionalnih energetske tehnologije.

Vrednovanje svake pojedine mjere energetske efikasnosti provodi se ovisno o tome koliko ona pridonosi:

- smanjenju nepovoljnih utjecaja na okoliš, život i zdravlje ljudi;
- povećanju energetske i ekonomske efikasnosti korištenja energije;
- povećanju udjela obnovljivih izvora energije;
- psiho-fizičkoj udobnosti korisnika zgrade;
- stabilnosti, sigurnosti i kvaliteti opskrbe energijom;
- upoznavanju široke javnosti s ekološkim i energetskim problemima, te konkretnim mogućnostima njihovog rješavanja.

Posljednjih su godina na razini Europske unije stupile na snagu brojne energetske direktive koje, između ostalog, reguliraju i područje energetske efikasnosti, obnovljivih izvora energije i zaštite okoliša.

2. KLJUČNI DOKUMENTI ENERGETSKOG SEKTORA EUROPSKE UNIJE

Jedan od glavnih legislativnih dokumenata Europske unije je *Bijela knjiga o energetske politici (White Paper: an Energy Policy for the European Union, COM(95) 682, Final, January 1996)*, koja propisuje tri osnovna zahtjeva za budući razvitak energetske sustava na razini Europske unije:

- zaštita okoliša;
- sigurnost opskrbe energijom;
- konkurentnost industrije.

Na *Bijelu knjigu o energetske politici* nadovezuje se *Zelena knjiga "Prema Europskoj strategiji za sigurnost energetske opskrbe" (Green Paper "Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply")*, koja ističe tri ključna momenta:

1. Ako se u Europskoj uniji zadrži sadašnji trend porasta energetske potrošnje, zemlje članice će prema provedenim analizama, do 2030. godine, uvoziti 70% energije, za razliku od sadašnjih 50%.
2. U ovom trenutku, emisija stakleničkih plinova u Europi je u porastu, i ako se trend nastavi, zemlje članice EU neće biti u stanju poštovati Kyoto protokol, prema kojem bi se emisije šest stakleničkih plinova (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs i SF₆) trebale u razdoblju od 2008. do 2012. godine smanjiti za prosječno 5,2% u odnosu na 1990. godinu.
3. Analize pokazuju da Europski Parlament ima vrlo limitirani utjecaj na uvjete energetske opskrbe, a da je sektor energetske potrošnje, onaj segment na kojem djelovanje Europske komisije, prvenstveno u

području potrošnje u zgradama i prometu, može dati izvrsne rezultate.

Navedeni ključni momenti predstavljaju jak razlog za provođenje svih raspoloživih mjera radi smanjenja potrošnje energije, korištenja obnovljivih izvora energije i zaštite okoliša u najvećoj mogućoj mjeri.

Glavni je zaključak *Zelene knjige* da Europska komisija treba intenzivirati široki spektar aktivnosti i pokrenuti razne programe radi promocije energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije s jedne i njihovoj implementaciji u energetske politiku zemalja članica s druge strane.

Direktiva 96/92/EC od 19. prosinca 1996. godine o općim pravilima za unutarnje tržište električne energije regulira sektore proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije.

Radi potpune liberalizacije tržišta električne energije i plina do 2005. godine, baziranog na zaštiti potrošača i razdvajanju operatora sustava prijenosa i distribucije Europska je komisija u ožujku 2001. godine predložila niz mjera čija je razrada rezultirala donošenjem *Direktive 2003/54/EC* 26. lipnja 2003. godine koja u potpunosti zamjenjuje *Direktivu 96/92/EC*, a treba biti ugrađena u nacionalna zakonodavstva zemalja članica do 1. srpnja 2004. godine.

Uredbom o prekograničnoj razmjeni električne energije (1228/2003/EEC) iz lipnja 2003. godine regulirana je prekogranična trgovina električnom energijom radi podupiranja unutrašnjeg tržišta električne energije uz istodobno uzimanje u obzir specifičnosti nacionalnih i regionalnih tržišta.

Dana 22. rujna 1992. usvojena je *Direktiva 92/75/EC o obveznom označavanju energetske karakteristika standardnih kućanskih uređaja*, pri čemu su države članice obvezne provesti standardizirano označavanje energetske karakteristike kućanskih uređaja u okvirima nacionalnih zakona.

Na temelju *Direktive 92/75/EC*, Europska je komisija, usvojila navedene Direktive o primjeni, koje precizno definiraju metodologiju označavanja za sljedeće električne kućanske uređaje:

- o *Direktiva 94/2/EC za električne hladnjake, zamrzivače i njihove kombinacije;*
- o *Direktiva 95/12/EC za perilice rublja;*
- o *Direktiva 95/13/EC za sušilice rublja;*
- o *Direktiva 96/60/EC za kombinirane perilice-sušilice;*
- o *Direktiva 97/17/EC za perilice posuđa;*
- o *Direktiva 98/11/EC za rasvjetna tijela;*
- o *Direktiva 2002/31/EC za uređaje za hlađenje i klimatizaciju;*
- o *Direktiva 2002/40/EC za električne pećnice.*

Donošenjem *Direktive o energetske karakteristika zgrada (2002/91/EC)* uspostavljen je novi, zakonodavni instrument, jedinstven za sve zemlje članice koji bi trebao omogućiti jednostavniju provedbu mjera ener-

getske efikasnosti na razini Europske unije pri čemu praktična primjena donesenih propisa i standarda i dalje ostaje u jurisdikciji pojedine zemlje članice.

Temeljni dokument koji određuje politiku Europske unije prema obnovljivim izvorima energije je *Bijela knjiga o obnovljivim izvorima (Energy for the Future: Renewable Sources of Energy, White Paper for a Community Strategy and Action Plan, COM(97) 599, Final, November 1997)* koja upozorava na činjenicu da su unatoč značajnom potencijalu, obnovljivi izvori nedovoljno iskorišteni, i da je nužno pronaći djelotvorne mjere kako bi njihov sadašnji udio u ukupnoj potrošnji energije od cca 6% do 2010. godine porastao na 12%

Svaka zemlja članica u tom smislu donosi vlastitu strategiju, unutar čega predlaže svoj doprinos ukupnom cilju te navodi planirane poticajne mjere.

3. ZAKONODAVNO OKRUŽENJE ENERGETIKE ZGRADA NA RAZINI EUROPSKE UNIJE

U Europi se posljednjih tridesetak godina područje toplinske zaštite i uštede energije u zgradama pravno i tehnički reguliralo u skladu sa specifičnim uvjetima pojedine zemlje, što je rezultiralo velikom razlikama u pristupu smanjenju energetske potrošnje i poboljšanju energetske efikasnosti u stambenim i javnim zgradama na nacionalnoj razini. Stvaranjem Europske unije, iz brojnih se razloga nametnula potreba usuglašavanja relevantne legislative između zemalja članica. Prvu regulativu ovog područja na razini Europske unije čine sljedeće Direktive: *Direktiva za grijalice vode (92/42/EC)*, *Direktiva za građevinske proizvode (89/106/EC)* i *Direktiva 93/76/EC* izrađena u sklopu SAVE programa.

Direktiva za građevinske proizvode 89/106 EC propisuje uštedu energije i toplinsku zaštitu kao jedan od šest bitnih zahtjeva za građevinu.

SAVE Direktiva 93/76 EC obvezuje sve zemlje članice Europske unije da izrade i implementiraju programe za šest specifičnih područja energetske efikasnosti radi smanjenja emisije CO₂.

Bitni zahtjevi SAVE Direktive su

- smanjenje toplinskih gubitaka zgrade;
- poboljšanje efikasnosti i racionalizacija korištenja sustava za grijanje, hlađenje i prozračivanje;
- korištenje obnovljivih izvora energije u što većoj mjeri;
- primjena principa bioklimatske arhitekture i pasivnih solarnih sustava;
- upravljanje i kontroliranje svih energetske karakteristika zgrade primjenom raznih shema upravljanja energijom u zgradama.

S obzirom na činjenicu da je donesena u sasvim drugom političkom kontekstu, prije Kyoto protokola i prepoznavanja realne opasnosti od sve veće ovisnosti zemalja Europske unije o uvozu energenata, iako su joj doprinosi neosporni, *SAVE Direktiva* se pokazala neadekvatnom za postizanje ciljanih energetske ušteda u zgradama. Iz tog je razloga Europska komisija pripremila a 16. prosinca 2002. godine Europski parlament donio *Direktivu 2002/91/EC o energetske karakteristika zgrada (Directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of the buildings)* koja obvezuje na smanjenje potrošnje svih vrsta energije u stambenom i javnom sektoru zemalja članica Europske unije.

Jedna je od važnijih značajki Direktive 2002/91/EC da se s energetske stajališta zgrada promatra kao energetska cjelina koja obuhvaća s jedne strane energetske karakteristike građevinske konstrukcije i elemenata a s druge svu instaliranu (ugrađenu) energetske opremu unutar nje (sustav za grijanje, pripremu tople vode, rasvjetu, hlađenje, prozračivanje i dr.). Direktivom nije obuhvaćena neinstalirana oprema unutar zgrade (npr. kućanski uređaji, uredska oprema, samostojeća rasvjetna tijela i dr.) Energetska efikasnost neinstalirane energetske opreme regulirana je *Planom akcija za energetske efikasnosti Europske komisije (European Action Plan for Energy Efficiency)*, koji se bazira na nužnosti označavanja energetske opreme (labeliranja, od eng. labeling), uvođenja standarda energetske efikasnosti i dr. [1].

Direktiva 2002/91/EC postavlja pet bitnih zahtjeva:

- izradu zajedničke metodologije za proračun energetske karakteristika zgrada;
- primjenu minimalnih standarda energetske efikasnosti za nove zgrade;
- primjenu minimalnih standarda energetske efikasnosti za postojeće zgrade prilikom većih rekonstrukcija;
- izdavanje energetske certifikata za zgrade;
- grijanja i centraliziranih sustava za hlađenje u zgradama, uz zahtjev za zamjenom kotlova starijih od 15 godina.

Metodologija za proračun energetske karakteristika zgrade prema *Direktivi 2002/91/EC* obuhvaća sljedeće parametre:

1. toplinske karakteristike ovojnice i unutarnjih konstrukcijskih dijelova zgrade;
2. sustav za grijanje i pripremu tople vode;
3. sustav za hlađenje i prozračivanje;
4. instalirani sustav rasvjete;
5. poziciju i orijentaciju zgrade uključujući vanjske klimatske uvjete;
6. pasivne solarne sustave i naprave za zaštitu od sunca;
7. klimatske uvjete unutar zgrade.

4. POTENCIJAL ENERGETSKIH UŠTEDA U STAMBENOM I JAVNOM SEKTORU ZGRADA NA RAZINI EUROPSKE UNIJE PROVEDBOM DIREKTIVE 2002/91/EC

4.1. Ukupni potencijal energetske ušteda u sektoru zgradarstva

Baziran na EUROSTAT-ovim istraživanjima ukupni potencijal energetske ušteda (za grijanje, pripremu tople vode, hlađenje i rasvjetu) u stambenom i javnom sektoru zgrada u 15 zemalja članica Europske unije procijenjen je na cca 22% sadašnje energetske potrošnje do 2010. godine, uz pretpostavku osnovnog održavanja i izvođenja jedino nužnih rekonstrukcija, netto porastu novoizgrađenih zgrada od cca 1,5% godišnje, te očekivanom trendu porasta primjene suvremenih, energetske efikasne tehnologije u zgradama [2]. U spomenutom se kontekstu, ukupni potencijal financijskih ušteda, općenito, bazira na investicijama u energetske efikasne tehnologije čiji je period povrata maksimalno osam godina ili manje. U Zelenom dokumentu "Prema Europskoj strategiji za sigurnost energetske opskrbe" Europska je komisija redefinirala ciljanu veličinu iz Rezolucije od 7. prosinca 1998. godine [3]. Energetski intenzitet finalne potrošnje treba porasti za daljnjih 1% godišnje u odnosu na ciljani porast određen spomenutom rezolucijom, što, konkretno, za sektor zgradarstva rezultira izbjegnutoj energetske potrošnjom u iznosu od preko 55 Mtoe, i što predstavlja ekvivalent izbjegnute CO₂ emisije od cca 100 Mt/god ili oko 20% od EU Kyoto zaduženja. Ovdje treba naglasiti da analize provedene PRIMES modelom daju čak i bolje rezultate. Prema njima se ekvivalent izbjegnute CO₂ emisije kreće u granicama između 130 i 160 Mt/god, ali je ipak realno za očekivati da će za postizanje tako dobrih rezultata trebati poduzeti i neke dodatne mjere energetske efikasnosti.

Ukupna je finalna energetska potrošnja u zemljama članicama Europske unije za 1997. godinu iznosila 930,5 Mtoe (tabl. 1), u čemu je sektor zgradarstva sudjelovao s 40,7%, što je velik postotak u kojem ima dos-

ta prostora za uštede energije [4]. Ovdje treba napomenuti, da prema provedenim analizama cca 10% energije potrošene u zgradama dolazi iz obnovljivih izvora.

U stambenom sektoru europskih zemalja najveći udio ukupne finalne potrošnje energije otpada na zagrijavanje prostora (57%) i pripremu tople vode (25%), dok na električne uređaje i rasvjetu otpada 11% (sl. 1).

Za javni sektor, toplinska je potrošnja nešto niža i iznosi 52% od ukupne potrošnje sektora (sl. 2). Na rasvjetu otpada 14%, a na potrošnju uredske opreme čak 16% od ukupne finalne energetske potrošnje javnog sektora.

4.2. Potencijal energetske ušteda poboljšanjem toplinske izolacije zgrada

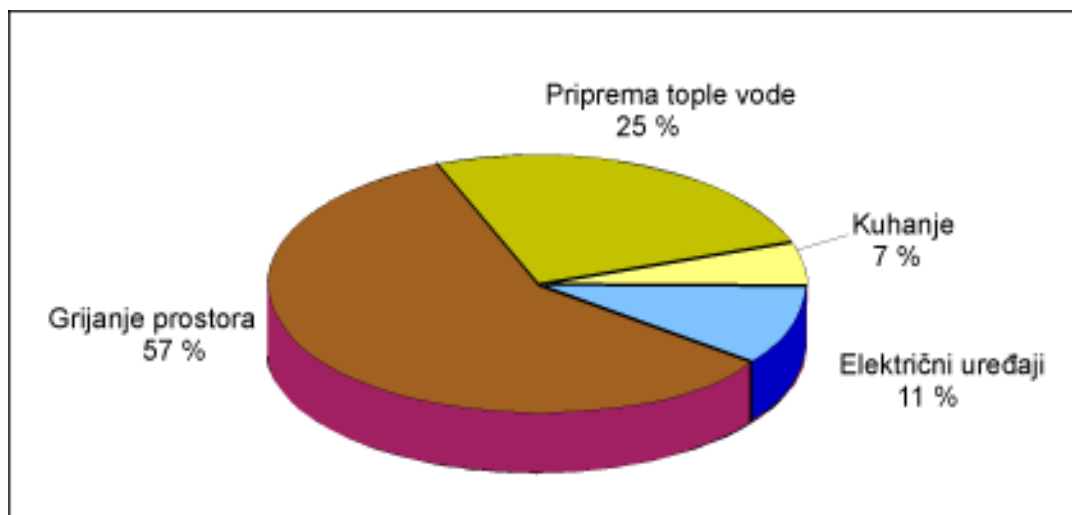
Analiza stambenog fonda iz 1995. godine pokazuje da u 15 zemalja članica Europske unije ima aproksimativno 150 milijuna stambenih zgrada (obiteljske kuće raznih tipova + višestambene zgrade), od čega je njih 32% izgrađeno prije 1945. godine, cca 40% između 1945. i 1975., a cca 28% nakon 1975. godine [5]. Aproksimativno 56% stambenog fonda čine stanovi i obiteljske kuće koje su u privatnom vlasništvu stanara, pri čemu se spomenuti udio kreće od oko 40% u Njemačkoj do cca 80% u Španjolskoj. Prosječno 66% stambenog sektora u EU-15 čine obiteljske kuće, pri čemu taj udio u nekim zemljama dostiže i 80% (npr. Njemačka, Irska, Luksemburg i Velika Britanija).

EUROSTAT-ova analiza energetske potrošnje u stambenom sektoru publicirana 1999. godine pokazuje značajne razlike u pristupu toplinskoj zaštiti zgrada između zemalja članica EU, dijelom uzrokovane klimatskim raznolikostima, a dijelom raznim drugim čimbenicima [6]. U sklopu analize provedene su ankete o toplinskoj zaštiti zgrada na slučajnom uzorku u svih 15 zemalja članica (kompletni podaci za Italiju, Portugal i Španjolsku nisu dostupni) (tabl. 2).

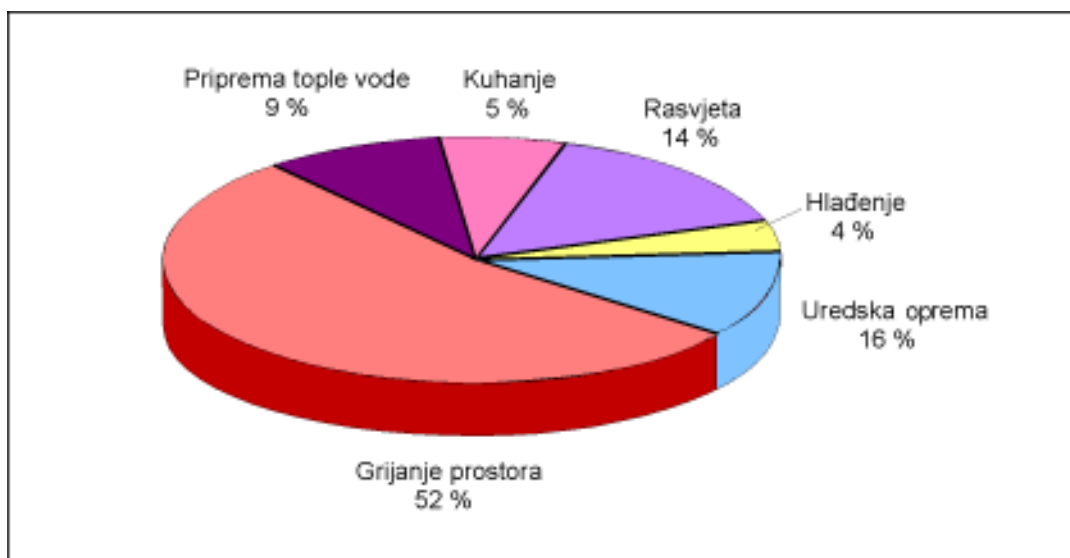
Dobiveni rezultati pokazuju trend poboljšanja toplinske zaštite u odnosu na nekoliko godina ranije provedenu anketu, ali su i dalje razlike među zemljama značajne.

Tablica 1. Finalna potrošnja po sektoru i vrsti energenta u Europskoj uniji u 1997. godini (Mtoe)

Finalna potrošnja po sektoru/vrsti energenta	ZGRADE (stambeni + javni sektor)	% od ukupne finalne potrošnje	INDUSTRIJA	% od ukupne finalne potrošnje	PROMET	% od ukupne finalne potrošnje	UKUPNO	% od ukupne finalne potrošnje
Kruto gorivo	8,7	0,9	37,2	4,0	0,0	0,0	45,9	4,9
Ulje	101	10,8	45,6	4,9	283,4	30,5	430,1	46,2
Plin	129,1	13,9	86,4	9,3	0,3	0,0	215,9	23,2
Električna energija (uključeno 14% obnovljivih)	98	10,5	74,3	8,0	4,9	0,5	177,2	19,0
Toplinska energija	16,2	1,7	4,2	0,5	0,0	0,0	20,4	2,2
Obnovljivi izvori	26,1	2,8	15,0	1,6	0,0	0,0	41,1	4,4
Ukupno	379,2	40,7	262,7	28,2	288,6	31,0	930,5	100,0



Slika 1. Podjela ukupne, finalne energetske potrošnje u stambenom sektoru Europske unije



Slika 2. Podjela ukupne, finalne energetske potrošnje u javnom sektoru Europske unije

Tablica 2. Zastupljenost toplinske izolacije zgrada u 12 zemalja članica EU

Zastupljenost izolacije %	Fin-ska	Šved-ska	Dan-ska	Ir-ska	V. Brit.	Njema-čka	Nizoz.	Bel-gija	Fran-cuska	Lux.	Austrija	Grčka
Bez izolacije			1	13	10		14	21	21	55	39	77
Izolacija potkrovlja i krova	100	100	76	72	90	42	53	43	71	35	37	16
Izolacija vanjskih zidova	100	100	65	42	25	24	47	42	68	2	26	12
Izolacija podova	100	100	63	22	4	15	27	14	24	5	11	6
Dvostruka prozorska stakla	100	100	91	33	61	88	78	62	52	20	53	8

Analize, nadalje pokazuju, da ukupna energetska potrošnja u novoizgrađenim stambenim zgradama iznosi oko 60% one u starim stambenim zgradama, što daje energetska uštedu od 40%.

Pooštavanje legislativne za toplinsku zaštitu i provođenje mjera energetske efikasnosti za postojeći fond stambenih zgrada, predstavlja važan potencijal uštede energije, a brojne analize pokazuju i ekonomsku opravdanost njihove primjene.

U okviru MURE projekta, izrađena je studija usporedbe propisa o toplinskoj zaštiti zgrada i uštedi energije u zemljama članicama Europske unije [7]. Komparacija je provedena tako da se danski model relevantne legislativne (vrlo oštri propisi) primijenio na nacionalne propise ostalih zemalja članica nakon provedene klimatske korekcije korištenjem stupanj dana grijanja. Spomenutim modelom dobivene energetske potrošnje pokazuju da su razlike između relevantnih propisa u pojedinim zemljama veoma velike.

Dozvoljene su energetske potrošnje po m² korisne površine prema danskom propisu, značajno manje od onih propisanih nacionalnim propisima većine ostalih zemalja Europske unije (sl. 3). Ovdje treba naglasiti da je model pojednostavljen, i da u proračun nisu uzeti solarni i interni dobici, gubici prozračivanjem, koeficijenti korisnog djelovanja primijenjenih sistema grijanja, te razlike u cijenama raznih vrsta energenata i građevinskih elemenata i materijala između pojedinih zemalja Europske unije.

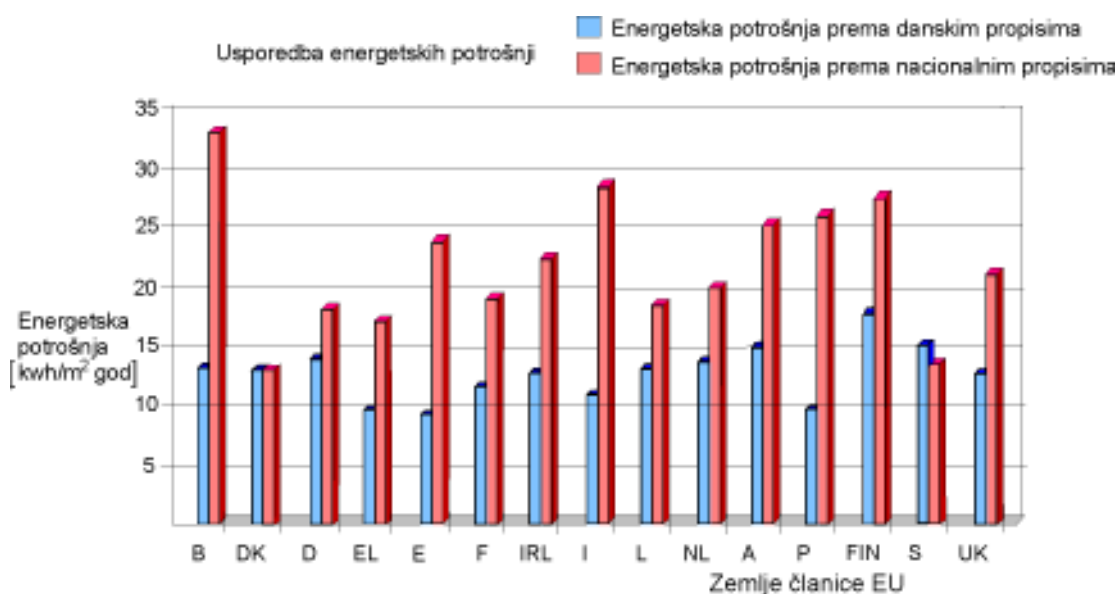
Implementacijom prvog bitnog zahtjeva *Direktive 2002/91/EC* o obvezi zajedničke metodologije za proračun energetske karakteristika zgrada, od kojih je jedna od

najvažnijih upravo toplinska zaštita očekuje se ostvarenje značajnih energetske ušteda na razini Europske unije.

4.3. Potencijal energetske ušteda grijalica vode

Iako je minimalna energetska efikasnost grijalica vode regulirana *Direktivom za grijalice vode 92/42/EC* još od 1992. godine, vrlo detaljno istraživanje provedeno u sklopu SAVE programa, a bazirano na dugogodišnjem prikupljanju podataka, pokazuje da je trenutačno u zemljama Europske unije u uporabi više od 10 milijuna grijalica vode starijih od 20 godina. Rezultat je analize energetske potencijala da bi se njihovom zamjenom ostvarile uštede od preko 10 Mtoe ili oko 5% od ukupne energije potrošene za grijanje u stambenom sektoru Europske unije.

Energetska efikasnost grijalica vode povećava se reduciranjem toplinskih gubitaka u pogonu i izvan njega, primjenom raznih upravljačkih komponenti (za vremenski upravljano uključivanje, isključivanje i dr. opcije) te odabirom grijalice čiji kapacitet najbolje odgovara stvarnim potrebama. Stare grijalice vode imaju mnogo niži nominalni koeficijent korisnog djelovanja od novijih modela dostupnih na tržištu. Nadalje, vrlo je čest slučaj korištenja grijalice daleko većeg kapaciteta od onog stvarno potrebnog što rezultira velikom, a potpuno nepotrebnom potrošnjom energije. Primijećeno je da jedan od značajnih uzroka tome, leži u činjenici da radi što bolje prodaje najvećih i najskupljih modela, proizvođači promotivnim kampanjama sugeriraju njihovu kupnju ne trudeći se upoznati potencijalne kupce s mogućnošću odabira optimalnog modela. Kombinacija predimenzioniranosti, visokih toplinskih gubitaka



Slika 3. Usporedba energetske potrošnje prema danskom i nacionalnim propisima zemalja članica Europske unije

i niskog koeficijenta korisnog djelovanja, rezultira cca 35% manjim ukupnim stupnjem energetske efikasnosti u odnosu na nove grijalice vode, koje su ispravno dimenzionirane i instalirane, te zadovoljavaju minimalne standarde energetske efikasnosti trenutačno važeće na razini Europske unije.

Ovdje treba naglasiti, da provedene analize troškova i koristi (cost-benefit analize) pokazuju, da ako se promatra samo nominalni stupanj energetske efikasnosti novih, modernih grijalica vode, zamjena starih, još uvijek ispravnih grijalica nije ekonomski isplativa. Međutim, ako se u proračun uključe rizici i troškovi održavanja starih grijalica, kao i sve gore navedene poboljšane radne karakteristike novih jedinica kroz čitav životni vijek, zamjena se pokazuje opravdanom.

4.4. Potencijal energetske ušteda instaliranog sustava rasvjete

U stambenom sektoru zemalja članica Europske unije na rasvjetu se troši 9 Mtoe ili cca 4% od ukupne finalne energetske potrošnje sektora, pri čemu treba naglasiti da time nije obuhvaćena potrošnja samostojećih rasvjetnih tijela (*Direktivom 2002/91 EC* regulirani su jedino instalirani sustavi rasvjete).

U javnom sektoru zgrada gdje velikim dijelom prevladava instalirana fluorescentna rasvjeta, na rasvjetne sustave otpada 18 Mtoe, ili cca 14% ukupne finalne potrošnje sektora. Potencijal energetske ušteda se kreće u granicama od 30% do 50%, uz primjenu energetske efikasne sustava za umjetnu rasvjetu, te korištenje prirodne osvjetljenja u što većoj mjeri.

Sustav umjetne rasvjete je energetski efikasan ako zadovoljava 2 glavna zahtjeva:

- sve dok u prostoriji ima dovoljno dnevnog svjetla za obavljanje planiranih aktivnosti, sustav umjetne rasvjete je isključen;
- sve komponente sustava umjetne rasvjete su energetski efikasne (fluorescentne cijevi, kompaktne fluorescentne cijevi poznatije pod nazivom štedne žarulje (sl. 4), regulatori intenziteta rasvjete i dr.). Suprotno mišljenju koje prevladava u javnosti, vrlo popularne halogenske cijevi (halogenke) troše neznatno manje električne energije od klasičnih, volframovih žarulja i kao takve ne pripadaju skupini energetski efikasne rasvjetnih tijela.



Slika 4. Kompaktna fluorescentna cijev (štedna žarulja)

Iz navedenog se može zaključiti da potencijal energetske ušteda instaliranog sustava rasvjete, koji se u apsolutnom iznosu kreće u granicama od 6 do 9 Mtoe, predstavlja značajan udio u ukupnom energetske potencijalu u zgradarstvu. Nadalje, rezultati *Programa zelene rasvjete Europske unije (EU Green Light Programme)*, pokazuju da je većina mjera energetske efikasnosti radi reduciranja energetske potrošnje za osvijetljavanje prostora ekonomski isplativa.

4.5. Potencijal energetske ušteda sustava za hlađenje

Potrošnja energije za hlađenje prostora je u posljednje vrijeme u rapidnom porastu u prvenstveno javnom sektoru zgrada, ali se trend sve više širi i na stambeni. Istraživanja pokazuju da će se ukupna potrošnja energije za hlađenje prostora, koja sad iznosi cca 3 Mtoe ili 0,7% od ukupne energetske potrošnje u sektoru zgradarstva (javni + stambeni fond), do 2020. godine udvostručiti, ako se trend nastavi trenutačnom brzinom. Potencijal ušteda se procjenjuje na 25% uz provedbu mjera energetske efikasnosti u što ranijoj fazi, pri čemu će državni instrumentarij, prvenstveno uvođenje minimalnih standarda energetske efikasnosti uza svu opremu za hlađenje biti jedna od najvažnijih.

4.6. Potencijal uštede energije primjenom bioklimatskih projektantskih tehnika

Europska i svjetska iskustva pokazuju da se primjenom bioklimatskih projektantskih tehnika prilikom određivanja lokacije građevine i projektiranja, mogu značajno reducirati njezine energetske potrebe. Imajući u vidu da životni vijek zgrade u prosjeku iznosi između 50 i 100 godina, čak i vrlo male uštede, kroz tako dugi period dostižu visoke iznose.

U specifičnim slučajevima, u toplinski dobro izoliranim zgradama, mogu se primjenom pasivne solarne arhitekture, optimalnih, aktivnih solarnih postrojenja za pripremu tople vode i grijanje prostora, energetski efikasne ostakljenja i inteligentnih pročelja, raznih sustava za korištenje prirodnog osvjetljenja, hlađenja i prozračivanja u što većoj mjeri, reducirati energetske potrebe zgrade i do 80%. Takav, izuzetno velik potencijal uštede energije korištenjem bioklimatskog koncepta, najbolja je preporuka radi oživotvorenja regulative prema kojoj bi svaka novoizgrađena zgrada trebala 25% svojih energetske zahtjeva za grijanje pokrivati kombinacijom spomenutih metoda, u ovisnosti o specifičnostima same zgrade i građevinskoj klimatologiji [12].

Čak i u slučaju postojećih zgrada, gdje su lokacija i konstrukcija nepromjenljivi, pravilnim iskorištenjem bioklimatskih karakteristika, mogu se postići značajne uštede. Prepoznavanjem bioklimatskih karakteristika zgrade omogućeno je poboljšati fizičke parametre građevine, hlađenje, grijanje, prozračivanje i osvjetljenje, što

sve zajedno rezultira značajnim smanjenjem energetske potrebe.

Strategija radi reduciranja energetske potrošnje za osvjtljenje prostora uključuje brojne elemente o kojima treba voditi računa već u početnoj fazi planiranja i projektiranja zgrade:

- orijentacija, prostorna organizacija i geometrija prostora;
- raspored, oblici i dimenzioniranje otvora kroz koje prodire dnevno svjetlo;
- smještaj i površinska svojstva unutarnjih pregrada koje reflektiraju dnevno svjetlo i doprinose njegovoj raspodjeli;
- raspored, oblici i karakteristike raznih pokretnih ili nepokretnih uređaja za zaštitu od preintenzivnog svjetla i blještavila;
- svjetlosne i toplinske značajke ostakljenih ploha;
- zadovoljenje standarda svjetlosne udobnosti (engl. visual comfort);
- osiguravanje zdravstveno-bakteriološke funkcije optimalne dnevne osunčanosti prostora;
- poboljšanje energetske efikasnosti i ušteda energije ispravnim dimenzioniranjem sustava umjetne rasvjete, hlađenja i prozračivanja.

Uspješno projektiranje prirodnog osvjtljenja ne reducira samo energetske potrošnje umjetne rasvjete, već i potrošnju raznih uređaja za rashlađivanje prostora dodatno pregrijanih rasvjetnim tijelima.

Radi djelotvorne zaštite od preintenzivnog osvjtljenja primjenjuju se sljedeća rješenja:

- arhitektonska geometrija: trjemovi, rebrance, žaluzine, tende i dr.;
- elementi vanjske zaštite od sunca: razni pokretni i nepokretni brisoleji, inteligentna pročelja, suvremena selektivna ostakljenja i dr.

Pasivna solarna arhitektura se bazira na korištenju Sunčevog zračenja za prirodno grijanje, hlađenje i osvjtljavanje u stambenim i javnim zgradama, pri čemu bioklimatski koncept osigurava zadovoljavanje toplinske i svjetlosne udobnosti korisnika zgrade u svim godišnjim dobima, jer isti pasivni sustav zimi grije i prozračuje, a ljeti hladi zgradu.

U današnjoj su projektantskoj i tehnološkoj praksi u primjeni najčešće osnovni tipovi pasivnih sunčanih pretvornika i sustava, čija je energetska efikasnost i ekonomska isplativost već dokazana.

Udobnost korisnika zgrada je parametar od izuzetne važnosti. U zgradama u kojima se ne posvećuje dovoljna pozornost mikroklimatskim karakteristikama prostora dolazi do trajnog narušavanja zdravlja ljudi koji u njima borave zbog *sindroma bolesne zgrade*. Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije sindrom bolesne zgrade (eng. Sick Building Syndrome, skra-

ćeno SBS) je pojava koju karakterizira cijeli niz kroničnih zdravstvenih poremećaja (iritacije sluznica, vegetativne smetnje kao što su glavobolje i umor, narušavanje mentalnog zdravlja, depresija i dr.) Termin sindrom bolesne zgrade je relativno novijeg datuma i u literaturi se pojavljuje od 1994. godine, a zbog prevelikog spektra simptoma zasad se još uvijek ne definira kao profesionalna bolest. Prema nekim istraživanjima, u Sjedinjenim Američkim Državama cca 25 milijuna zaposlenika boluje od nekog oblika SBS-a u oko 1,2 milijuna uredskih zgrada. Na temelju anketa provedenih u Velikoj Britaniji i Novom Zelandu zaključeno je da u uredskim zgradama sa zatvorenom mikroklimom čak 80% zaposlenika ima neki od simptoma SBS-a, dok ih čak 40% ima većinu simptoma. SBS obuhvaća cijeli niz parametara: fizičkih, kemijskih, bioloških i psiholoških koji objedinjuju razne discipline, od medicine, preko arhitekture, građevinarstva, strojarstva i elektrotehnike do ergonomije i organizacije rada. Fizički su parametri najčešći i najviše povezani sa samom zgradom, a najučestaliji je uzrok smetnji kvaliteta zraka, direktno povezana s načinima prozračivanja i hlađenja prostorija. Istraživanja provedena u Italiji pokazala su da u klimatiziranim uredima 30% zaposlenih ima očne smetnje (suzenje i crvenilo očiju, kronični konjunktivitis i dr.), u odnosu na nekih 15% u prirodno zračenim uredima. Nadalje, fizički parametri zgrade od bitnog utjecaja na zdravlje su sustavi rasvjete i intenzitet svjetlosti (najbolje je prirodno osvjtljenje a najlošije neonsko), razina buke, te njena priroda i frekvencija, opskrba i kvaliteta vode za piće i dr. Kemijskim uzročnicima simptoma SBS-a pripadaju različiti građevinski materijali te formaldehidi u zraku. Zanimljivo je da je bitno viši postotak smetnji koje se mogu svrstati u SBS imalo osoblje u svakodnevnom kontaktu s fotokopirnim uređajima i papirom za kopiranje. Prijavljene su česte smetnje u vidu iritacije nosa, očiju, kože ruku, kihanja, kašljanja, sinusitisa, bronhitisa, kao i učestale glavobolje. Za biološko zagađenje prostora unutar zgrade ponovno se prvenstveno optužuju sustavi za hlađenje koji mogu biti zagađeni bakterijama (*Legionella*), gljivicama (najčešće roda *Penicillium*), te grinjama. Svi spomenuti mikroorganizmi utječu na zdravlje bilo pojavom infekcija ili što je puno učestalije, izazivanjem alergijskih reakcija. Istraživanje provedeno u nekoliko škola u Švedskoj pokazalo je da cca 55% učenika pati od nekog oblika alergije. Psihološki uzročnici su zapravo učinak svega navedenog na mentalno zdravlje korisnika zgrada. Od neorganskih simptoma najčešće se navode letargija, depresija, razdražljivost i glavobolja.

U sindromu bolesne zgrade bolesnik je sama zgrada u kojoj ljudi borave, a njihove su smetnje tek posljedica stanja zgrade, čijim se liječenjem ne uklanja glavni uzrok. Jedino pravo rješenje za sindrom bolesne zgrade je «izliječiti» samu zgradu poboljšanjem njezinih ukupnih karakteristika, tako da se građevinski materijali i elementi, energetske uređaji i sustavi za grijanje, hlađenje, prozračivanje, rasvjetu i dr. u što većoj mjeri prilagode čovjeku.

5. VAŽNOST DIREKTIVE 2002/91/EC RADI SMANJENJA POTROŠNJE ENERGIJE I EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ATMOSFERU NA RAZINI EUROPSKE UNIJE

5.1. Proizvodnja “ekološke (zelene)” energije za potrebe u zgradama

Karakteristično je za područje zgradarstva da se ispravnim pristupom relevantnoj problematici mogu ostvariti velike energetske uštede s jedne, te značajno smanjenje emisije CO₂ s druge strane. Brojna istraživanja pokazuju da se ispravni pristup sastoji od kombinacije tradicionalnih načina uštede energije (poboljšanje toplinske zaštite, energetske efikasnosti instalirane opreme, itd) i proizvodnje energije pod imperativom zaštite okoliša (tzv. “ekološke” ili “zelene energije”, eng. environmentally-friendly energy).

Sustavi i postrojenja za proizvodnju “zelene energije” za sektor zgradarstva mogu se podijeliti u 3 osnovne skupine:

- postrojenja i sustavi za korištenje energije iz obnovljivih izvora energije (OIE);
- kogeneracijska postrojenja za proizvodnju toplinske i električne energije (CHP) i centralizirani sustavi za grijanje/hlađenje prostora;
- toplinske pumpe (samo u specifičnim slučajevima i pod određenim uvjetima).

Obnovljivi izvori energije (OIE)

Europska je komisija 10. svibnja 2000. godine proglasila *Direktivu za promociju proizvodnje toplinske i električne energije iz obnovljivih izvora* prioritarnim zadatkom Europskog Parlamenta. Direktiva se odnosi na moguće uštede energije i smanjenje emisije CO₂ u stambenom i javnom sektoru zgrada, kao direktne posljedice korištenja toplinske i električne energije iz obnovljivih izvora. *Zeleni dokument “Prema europskoj strategiji za sigurnost energetske opskrbe”* posebno naglašava važnost korištenja obnovljivih izvora energije, kao izuzetno snažan poticaj razvitku ekoloških tehnologija za proizvodnju energije, što je detaljno razrađeno u *Bijelom dokumentu o obnovljivim izvorima energije* [8]. Na bazi EUROSTAT-ove analize prema kojoj je ukupni instalirani kapacitet solarnih kolektora u zemljama Europske unije 1998. godine iznosio 9,0 milijuna m², izvedena je pretpostavka po kojoj će do 2010. godine, ukupni instalirani solarni kapacitet doseći brojku od 100 milijuna m².

U dokumentu Europske komisije koji se nadovezuje na Bijeli dokument, procjenjuje se da će od 100 milijuna m² solarnih kolektora na sektor zgradarstva otpadati za:

- pripremu tople vode u kućanstvima i uslužnom sektoru – 50%;

- grijanje prostora – 11%;
- sisteme za akumulaciju sunčevog zračenja – 19% [9].

U Bijelom se dokumentu procjenjuje da će ukupni instalirani kapacitet fotonaponskih sustava do 2010. godine iznositi 3000 MW_p, što u odnosu na današnju razinu od cca 200 MW_p, predstavlja izuzetno optimističan cilj, čije će ostvarenje zahtijevati pokretanje i provođenje brojnih inicijativa, planova, programa i konkretnih projekata, na razini Europske unije s jedne i svake pojedine zemlje članice s druge strane.

Jedan od uspješnih primjera je sigurno onaj proveden u Barceloni, gdje je posebnim aktom propisano da od 1. kolovoza 2000. godine, sve nove građevine (osim nekih iznimki) moraju imati ugrađene solarne panele, osim u slučaju da mogu, eksplicite, dokazati da, zbog raznih razloga i ograničenja, solarni paneli ne mogu osigurati, propisanih, minimalnih 25% potreba građevine za toplom vodom.

Kruta se biogoriva (cjepanice, iverje i peleti) najvećim dijelom koriste u stambenom sektoru za grijanje i pripremu tople vode. Njihova sve veća primjena očekuje se u individualnim sustavima grijanja obiteljskih kuća, kao i u sustavima centralnog grijanja u višestambenim i javnim zgradama. U Bijelom se dokumentu najavljuje provođenje analize o udjelu biomase kao značajnog ekološkog energenta u energetske sustavima zemalja Europske unije, s posebnim osvrtom na njenu primjenu u zgradarstvu do 2010. godine.

Kogeneracijska postrojenja i centralizirani sustavi grijanja/hlađenja

Europska i svjetska iskustva pokazuju da kogeneracija kao način proizvodnje toplinske i električne energije, uz neosporne energetske i ekonomske prednosti ima i značajnu ekološku prednost pred konvencionalnim načinima proizvodnje energije.

Kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije za zadovoljenje energetske potreba individualnih zgrada ili blokova zgrada, te naselja, prepoznata je kao djelotvorna mjera u poboljšanju ukupne energetske bilance u zgradarstvu. Prema EUROSTAT-ovim analizama provedenima u 15 zemalja članica Europske unije, prosječni stupanj energetske efikasnosti kogeneracijskih postrojenja u 1998. godini iznosio je 74,9%, što je gotovo dvostruko u odnosu na 39,4% koliko iznosi prosječan stupanj energetske efikasnosti konvencionalnih elektrana [10]. Ukupni udio električne energije proizvedene u kogeneracijskim postrojenjima u zemljama Europske unije iznosi oko 10%. Trend porasta primjene kogeneracije za zadovoljenje energetske potreba u zgradarstvu, predstavlja važan doprinos u postizanju cilja Europske komisije da se ukupni udio električne energije proizvedene u kogeneracijskim postrojenjima u zemljama Europske unije do 2010. godine poveća na 18% [11].

Iskustva pokazuju da su, prvenstveno u kratkoročnom razdoblju, kogeneracijska postrojenja posebno primjenljiva za zgrade većih dimenzija npr. višestambene zgrade, bolnice, hotele, aerodrome, rekreacijske centre, trgovačke centre, te sve vrste upravnih i poslovnih zgrada. U srednjoročnom i dugoročnom razdoblju, može se očekivati porast primjene tzv. mikro-kogeneracijskih postrojenja u stambenom sektoru koje karakterizira toplinski kapacitet u granicama od 10 do 25 kW_t i električna snaga ispod 10 kW_e, a pokretana su Strling motorima, gorivim ćelijama ili malim plinskim motorima. Kao gorivo koriste propan ili prirodni plin, uz pretvorbu primarne energije do 95% i nisku emisiju NO_x, CO i ugljikovodika [13].

Centralizirani sustavi za grijanje i hlađenje, već su od ranije prepoznati kao energetska efikasna opcija za zadovoljavanje energetske potrebe u zgradama, i kao takvi trebaju predstavljati jedno od prioritarnih rješenja za opskrbu energijom prilikom planiranja izgradnje novih zgrada raznih tipova i namjena.

Toplinske pumpe

Toplinska pumpa u javnosti poznata i kao dizalica topline je uređaj koji putem zatvorenog ciklusa kompresije i termoeekspanzije određenog radnog medija uzima i kao korisnu toplinsku energiju dalje prenosi toplinu iz okoline. Toplinske su pumpe također, jedna od mogućih energetska efikasna opcija za energetska opskrbu zgrada. Toplinske pumpe, dostupne na europskom tržištu, karakterizira visoka energetska efikasnost i u nekim su slučajevima primjenljive za grijanje prostora u kućanstvima. Ovdje treba napomenuti da je, s izuzetkom Švedske, tržišna penetracija toplinskih pumpi u zemljama Europske unije vrlo slaba. Jedan od glavnih razloga je njihova relativno visoka cijena u odnosu na druge tehnologije, ali treba naglasiti pozitivni trend reduciranja cijena uz istodobno povećanje efikasnosti.

5.2. Integracija zaštite okoliša u sve segmente gospodarskog razvitka Europske unije

U članku 6. Ugovora Europske unije (EC Treaty) među najvažnijim odrednicama održivog gospodarskog razvitka je integracija zaštite okoliša u sve njegove segmente. Članak 175. postavlja okvire za prihvaćanje ekoloških mjera za zadovoljenje konkretnih zahtjeva na koje se Europska unija obvezala (npr. Kyoto).

Treće zasjedanje Konferencije država stranaka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime održano od 1. – 10. prosinca 1997. godine u Kyotu, završilo je potpisivanjem Protokola, čije su glavne odrednice sljedeće:

- Smanjenje emisije šest stakleničkih plinova (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs i SF₆) za 5,2% od 2008. do 2012. godine u odnosu na 1990. godinu, pri čemu pojedinačne obveze variraju od 8% za Europsku uniju, Švicarsku i neke od istočnoeuropskih zema-

lja, preko 7% za SAD do 5% na kojih se obvezala Hrvatska.

- Protokol stupa na snagu ratificiranjem od strane minimalno šest industrijski jakih zemalja koje zajedno emitiraju najmanje 55% ukupne svjetske emisije stakleničkih plinova.

Najveći značaj Konferencije u Kyotu je taj što će stupanjem Protokola na snagu, on postati prvi međunarodno obvezujući dokument koji će sve zemlje potpisnice morati ugraditi u svoje zakonodavstvo i uvažavati kao postulat u donošenju i provedbi nacionalnih gospodarskih strategija, planova i programa.

Zgradarstvo, kao sektor s izuzetno velikim potencijalom energetske ušteda, može dati značajan doprinos naporima Europske unije za ispunjenjem zahtjeva iz Kyota u relativno kratkom razdoblju do 2012. godine. Ono će, nadalje, igrati značajnu ulogu, u postizanju vrlo ambicioznih ciljeva Europske komisije danih u *Prijedlogu za pokretanje šest programa zaštite okoliša*, o smanjenju emisije stakleničkih plinova za 20-40% do 2020. godine. Na sjednici održanoj 8. ožujka 2000. godine, Europska je komisija prihvatila dokument: *“Mjere za reduciranje emisija stakleničkih plinova: Prema Europskoj konvenciji o promjeni klime (ECCP)”*, koji se bazira na Preporuci komisije Europskom parlamentu (svibanj 1999.) nazvanoj *“Priprema za implementaciju Kyoto protokola”*, a prati sugestije Europskog vijeća za ekologiju, sa sjednica održanih u lipnju 1998. i listopadu 1999. godine. Jedan od glavnih zaključaka sjednice održane u listopadu 1999. je utjecati na Europsku komisiju da dodijeli prioritet i poduzme sve potrebne korake za ozakonjenje ekoloških mjera u što kraćem roku.

Imajući u vidu Kyoto protokol na koji se obvezala svaka zemlja članica, donošenje i provedba jedinstvenih ekoloških mjera na razini EU, predstavlja važan doprinos nacionalnim strategijama o promjeni klime.

5.3. Energetska efikasnost u zgradarstvu kao odrednica održivog gospodarskog razvitka

U Zelenom dokumentu o sigurnosti energetske opskrbe, Europska komisija naglašava da je u kratkoročnom i srednjoročnom razdoblju mogućnost utjecanja na energetska opskrbu u opadanju, i da Europska unija u cjelini, kao jedan od velikih energetske potrošača, mora na sve moguće načine reducirati, u ovom trenutku vrlo snažno izraženu ovisnost o vanjskim dobavljačima energije.

Na sastanku održanom 9. rujna 2000. ECOFIN vijeće je istaknulo nužnost ubrzanja procesa implementacije mjera za uštedu energije na razini EU, kao jedan od osnovnih preduvjeta za smanjenje ovisnosti europskih gospodarstava o uvozu nafte.

Kao odgovor na Plan akcija za povećanje energetske efikasnosti, Vijeće za energetiku je prihvatilo dvije rezolucije (30. svibanj i 5. listopad 2000.), u kojima poziva

Europsku komisiju da poduzme potrebne inicijative, koje bi za stambeni i javni sektor zgrada, rezultirale, između ostalog u uvođenju certifikata o zgradi, pooštavanju propisa o toplinskoj zaštiti, poboljšanju energetske efikasnosti instaliranih sustava i opreme, i provođenju brojnih drugih mjera radi smanjenja energetske potrošnje uz zadržavanje jednake razine udobnosti.

Razlike u pristupu poboljšanju energetske efikasnosti u javnom i stambenom sektoru zgrada, između zemalja članica EU su izuzetno velike. Stupanjem na snagu Direktive 2002/91 EC omogućeno je usuglašavanje relevantne legislative na razini Europske unije, koje će u konačnici rezultirati smanjenjem emisije CO₂ i energetske potrošnje svih tipova energije u zgradama, a to su, bez sumnje, prioritetne obveze svih članica.

5.4. Važnost Direktive 2002/91/EC za zemlje kandidate za ulazak u Europsku uniju

U 1999. godini EUROSTAT je proveo veliku analizu energetske potrošnje u kućanstvima tranzicijskih zemalja kandidata za ulazak u Europsku uniju, (CEE zemlje: Albanija, Bugarska, Češka, Estonija, Mađarska, Latvija, Litva, Rumunjska, Slovačka, Slovenija i Poljska). U većini spomenutih zemalja, više od 2/3 populacije živi u urbanim područjima. Udio stanara-vlasnika je prosječno veći od onog u EU-15, a iznosi između 80 i 90%, osim u Poljskoj, Češkoj i Latviji gdje je manji od 55%. Nadalje, u većini CEE zemalja, udio energetske potrošnje za grijanje prostora čini više od 70% ukupne energetske potrošnje kućanstva, pri čemu su razne opcije centraliziranih toplinskih sustava (individualni za kućanstvo, zajednički za višeobiteljske kuće ili priključak na toplanu za višestambene zgrade i naselja), daleko najrašireniji način grijanja.

Za izgradnju, u razdoblju između kasnih šezdesetih i devedesetih godina 20. stoljeća, karakteristična je izuzetno velika toplinska potrošnja po m² korisne površine, čak 2 – 3 puta veća od one u EU-15, što se pripisuje neadekvatnoj legislativi područja toplinske zaštite. Velike gospodarske promjene u CEE zemljama rezultirale su značajnim poskupljenjem raznih vrsta energenata, prvenstveno toplinske energije iz centraliziranih toplinskih sustava. Realizacija energetske potencijala u zgradarstvu, kao i sigurnost opskrbe, te ekološki moment, od izuzetne su važnosti kao korak prema punopravnom članstvu u Europskoj uniji.

6. ZAKLJUČAK

Karakteristična za gotovo sve tipove postojećih zgrada stambene i javne namjene u Hrvatskoj je neracionalna potrošnja energije za grijanje, hlađenje, prozračivanje, rasvjetu i dr. Brojna iskustva razvijenih zemalja, kao i zemalja u tranziciji, pokazuju da se provođenjem mjera energetske efikasnosti mogu postići uštede svih tipova

energije i do 80% uz zadovoljavanje jednake razine toplinske, svjetlosne i dr. udobnosti korisnika zgrada.

Mjere energetske efikasnosti čini čitav spektar aktivnosti radi implementacije energetske efikasnosti, zaštite okoliša i održivog razvitka u gospodarsku strategiju neke države, a generalno gledano mogu se podijeliti u nekoliko osnovnih kategorija:

- zakonodavne;
- ekonomske, financijske i fiskalne;
- pravne i administrativne;
- promotivno-propagandne;
- obrazovne;
- mjere međunarodne suradnje.

Inozemna iskustva pokazuju da se instrumentarijem državne politike, koji obuhvaća brojne poticajne i prinudne mjere može osigurati ravnopravni odnos obnovljivih i konvencionalnih tehnologija za proizvodnju i potrošnju energije, što je jedan od preduvjeta održivog razvitka i jedina prihvatljiva energetska alternativa za treće tisućljeće.

Hrvatski sabor je na sjednici od 19. srpnja 2001. usvojio paket od pet zakona kojima se reguliraju odnosi u energetskom sektoru:

- Zakon o energiji;
- Zakon o tržištu električne energije;
- Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata;
- Zakon o tržištu plina;
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti.

Zakon o energiji, kao temeljni dokument, uređuje odnose u energetskom sektoru, te definiranjem energetske efikasnosti i korištenja obnovljivih izvora energije kao bitnih preduvjeta održivog razvitka otvara mogućnost ugrađivanja Direktiva Europske unije u hrvatsko zakonodavstvo.

Usuglašavanje relevantne hrvatske legislative s Direktivama Europske unije je veoma složena zadaća koja će zahtijevati interdisciplinarni pristup problemu, jako puno uloženog vremena i rada, ali je ono, bez ikakve sumnje, još jedan korak u smjeru primanja Hrvatske u punopravno članstvo Europske unije.

LITERATURA

- [1] "Action Plan to improve Energy efficiency in the European Community", COM (2000)247 final
- [2] European Climate Change Progress Report (2000) <http://europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp/htm>
- [3] Council Resolution of 7 December 1998 on energy efficiency in the European Community (98/C 394/01)
- [4] "Energy in Europe – European Union Energy Outlook to 2020", Special Issue, November 1999, the Shared Analysis Project, European Commission
- [5] SCIOTECH (1998), "Electrical Heating and Cooling of Residential Dwellings", SAVE Programme

- [6] EUROSTAT 1999. "Energy Consumption in Households"
- [7] FhG-ISI (1999), "A Comparison of Thermal Building Regulations in the European Union, MURE, Database Case Study Number 1, SAVE Programme of the EC, <http://www.mure2.com/Mr-fr5.htm>
- [8] "Energy for the Future: Renewable Sources of Energy", White Paper for a Community Strategy and Action Plan, COM (1997) 599 final
- [9] "Ex-ante Evaluation on the Impact of the Community Strategy and Action Plan for RES", ALTENER Contract Number 4.1030/T/98-020
- [10] CHP Statistics (1994-98) Draft Summary Report and EUROSTAT figures on conventional power generation in Commission Staff Working Paper "Completing the internal energy market", SEC (2001) 438
- [11] European Cogeneration Review, July 1999.
- [12] IEA (2000), IEA Solar Heating and Cooling Study, SHC, Paris
- [13] P. Donjerković, H. Petrić: Cogeneration in contemporary HVAC systems, Maribor, 2003.

THE INFLUENCE OF EU DIRECTIVE ON ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS (2002/91/EC) ON ENERGY SAVINGS POTENTIAL IN BUILDINGS

Accepting the Directive on Energy Performance of Buildings (2002/91/EC, December 16, 2002) has brought a new legislative instrument, unique for all member countries that by means of common methodology and terminology, by integrated approach to different building parameters as well as by defining unique energy indicators of buildings should insure a certain level of harmonisation and enable realisation of different common goals: energy saving potential increase and decrease of pollutants emission from public and residential sector of buildings on EU level.

EINFLUSS DER EU-DIREKTIVE ÜBER ENERGETISCHE EIGENSCHAFTEN VON GEBÄUDEN (2002/91/EC) AUF DIE MÖGLICHKEITEN ENERGETISCHER EINSPARUNGEN IM HOCHBAU

Durch den Erlass der *Direktive über energetische Eigenschaften von Gebäuden (2002/91/EC)* (in Kraft getreten am 16. Dezember 2002.) ist ein neues gesetzgeberisches Instrument, einheitlich für alle Mitgliedsländer, erlassen. Einheitliche Verfahren und Fachausdrücke, allumfassender Zutritt verschiedenen kennzeichnenden energetischen Größen, und Einführung übereinstimmender Merkmale energetischer Eigenschaften der Gebäude sollten eine bestimmte Aufeinanderabstimmung sichern. Das Erreichen grundlegender gemeinsamer Ziele sollte ebenso die nicht genutzten energetischen Einsparungen aktivieren und Verringerung der Luftverunreinigung seitens der öffentlichen Gebäude und der Wohngebäude in ganzer EU ermöglichen .

Naslov pisca:

Mr. sc. Vesna Kolega, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Savska cesta 163
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
 2004 – 10 – 15.

INTEGRIRANO ZRAKOM IZOLIRANO POSTROJENJE

Mr. sc. Borko Fr ü h w i r t h, Zagreb

UDK 621.311.426:626/628
PREGLEDNI ČLANAK

U ovom preglednom članku prikazano je vrlo zanimljivo rješenje integracije pojedinih aparata klasičnog zrakom izoliranog postrojenja u jedinstveni multifunkcionalni aparat koji objedinjuje sabirničke rastavljače, prekidač, uzemljivač, a njihovom kombinacijom izlazni rastavljač u vodnom polju postaje praktični nepotreban što omogućava smanjenje prostora potrebnog za izgradnju postrojenja, smanjenje radova na izgradnji i održavanju, a ujedno smanjuje troškove održavanja i podiže raspoloživost postrojenja.

Na kraju je dano jedno idejno rješenje “mutacije” tipske transformatorske stanice primjenom razmatranog postrojenja.

Ključne riječi: zrakom izolirana postrojenja, TSM AIS[®], AIS, IAIS, integrirano zrakom izolirano postrojenje, tipska transformatorska stanica.

1. UVOD

Visokonaponska elektroenergetska postrojenja se prema mediju za izolaciju općenito mogu podijeliti u tri grupe:

- Zrakom izolirana postrojenja (Air-Insulated Switchgear – AIS)
- Plinom izolirana postrojenja (Gas-Insulated Switchgear – GIS) i
- Mješovita plinom izolirana postrojenja (Hybrid type Gas-Insulated Switchgear – HGIS)

Zrakom izolirana postrojenja su pretežno, a u Hrvatskoj isključivo, klasična vanjska postrojenja. S obzirom na dugu tradiciju koncepcije takvih postrojenja, ali i zbog manjih troškova izgradnje vrlo su rasprostranjena. Negativne strane ovakve koncepcije su zbog utjecaja atmosferilija povećani troškovi održavanja, veliki prostor potreban za izgradnju, utjecaj na okolinu i dr.

Plinom SF₆ izolirana postrojenja omogućavaju veliku uštedu na prostoru i održavanju, ali su s druge strane vrlo skupa, te zahtijevaju velike investicije. Uobičajeno je da se ovakva postrojenja smještaju unutar zgrada ili čak ispod poslovnih objekata tako da su utjecaji na okolinu minimalni, a ukoliko su s elektroenergetskim sustavom takva postrojenja povezana kabelski, može se reći da utjecaja na okoliš i nema. Postoje vrlo uspješne interpolacije ovakvih postrojenja u sama središta mediteranskih gradskih jezgri u tradicionalnom stilu.

Kombinacijom ova dva koncepta mogu se prednosti svakog od navedenih postrojenja u određenoj mjeri prenijeti na rezultirajuće postrojenje, a to je mješovito

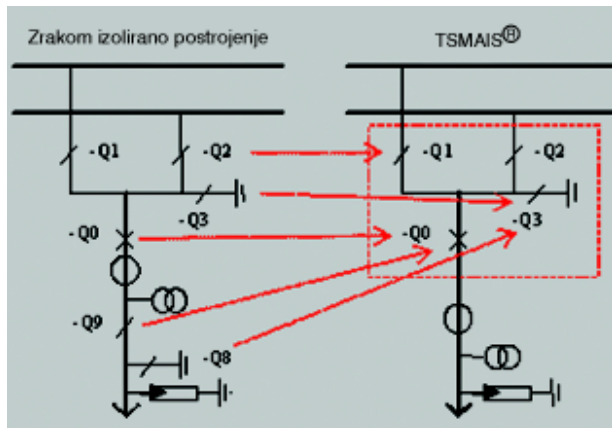
plinom izolirano postrojenje. Vodeći se idejom da se preuzmu pouzdane komponente koje ne zahtijevaju redovito i intenzivno održavanje iz zrakom izoliranih postrojenja, a da se komponente koje takvo održavanje zahtijevaju objedine na što je moguće manjem prostoru i zaštite od štetnog utjecaja okoline razvijene su razne inačice mješovitih plinom izoliranih postrojenja. Samom integracijom postignuto je smanjenje troškova održavanja, ali je smanjena i površina potrebna za izgradnju postrojenja. Premda smanjenje potrebne površine za izgradnju vanjskog postrojenja nije tako drastično kao kod plinom izoliranih postrojenja to u većini aplikacija i nije potrebno s obzirom na to da smanjenje dimenzija donekle limitiraju i dimenzije priključnih vodova – zračni priključak.

Vodeći se prethodno navedenim, razvijen je novi koncept zrakom izoliranih postrojenja – integrirano zrakom izolirano postrojenje (Integrated Air Insulated Switchgear – TSM AIS[®]). Ovo postrojenje, koje je po koncepciji vrlo slično mješovitom plinom izoliranom postrojenju, bit će prikazano detaljnije u nastavku članka.

2. KONCEPCIJA POSTROJENJA

Integrirano zrakom izolirano postrojenje je koncipirano na način da su pojedine komponente zrakom izoliranog postrojenja integrirane u jednu komponentu. U skladu s navedenim, sabirnički rastavljač(i), prekidač, linijski rastavljač te zemljospojnik integrirani su u jedan jedinstveni aparat TSM AIS[®] (TMT&D S M A R T Air Integrated Switchgear).

Prednosti ovakve koncepcije su:



Slika 1. Usporedne jednopolne sheme postrojenja s dva sustava sabirnice u klasičnoj zrakom izoliranoj izvedbi i u izvedbi s TMAIS®-om

Tablica 1. Primjer isključenja i uključenja vodnog polja s dvostrukim sabirničkim sustavom u klasičnoj zrakom izoliranoj izvedbi i u izvedbi postrojenja uporabom TMAIS®-a

Jednopolna shema	Isključenje polja	Uključenje polja
Zrakom izolirano postrojenje		
	-Q0 isključi	-Q8 isključi
	↓	↓
	-Q9 isključi	-Q1/-Q2 uključi
	↓	↓
	-Q1/-Q2 isključi	-Q9 uključi
	↓	↓
	-Q8 uključi	-Q0 uključi
TMAIS®		
	-Q0 isključi	-Q0 isključi
	↓	↓
	-Q1/-Q2 isključi	-Q3 isključi
	↓	↓
	-Q3 uključi	-Q1/-Q2 uključi
	↓	↓
	-Q0 uključi	-Q0 uključi

- **Integracija klasične zrakom izolirane opreme**
TMAIS® se sastoji od prekidača sa svojstvom da između otvorenih kontakata postiže naponski razmak dovoljan da može obavljati i funkciju rastavljača, jednog (V tip) ili dva (W tip) sabirnička rastavljača, zemljospojnika i komandnog ormarića s pogonskim me-

hanizmom. S obzirom na to da prekidač ima ujedno i funkciju rastavljača klasičan izlazni rastavljač nije potreban te se može izbaciti. U tom slučaju za uzemljenje voda koristit će se zemljospojnik ugrađen u TMAIS® na način da će se prvo isključiti prekidač, nakon toga sabirnički rastavljači, a slijedit će uključivanje zemljospojnika i na kraju ponovno uključivanje prekidača. Ovakva kombinacija zemljospojnika i prekidača djeluje kao brzi zemljospojnik, te ukoliko, zbog pogreške, dođe do uzemljenja voda pod naponom, zaštita čisti kratki spoj i ne dolazi do havarijskih posljedica.

Na usporednim jednopolnim shemama na sl. 1 klasičnog vodnog polja u zrakom izoliranoj izvedbi i TMAIS® se najbolje vidi konceptijska razlika postrojenja, a u tablici 1 dan je usporedni prikaz postupka isključenja i uključenja vodnog polja za klasično postrojenje i postrojenje s TMAIS®-om.

• **Smanjeno redovito održavanje**

S obzirom da su kontakti rastavljača smješteni u plinu SF₆, zaštićeni od utjecaja atmosferilija, redovito održavanje postrojenja je značajno smanjeno, te se može usporediti s održavanjem plinom izoliranih postrojenja.

• **Smanjen opseg građevinskih radova i montaže postrojenja**

Integracija postrojenja smanjuje opseg građevinskih radova, broj potrebnih čeličnih postolja, kabliranje, uzemljenje, gromobrnska zaštita, te opseg izrade projekta, montaže i ispitivanja postrojenja. Svime navedenim se smanjuje u vrijeme projektiranja i izgradnje postrojenja.

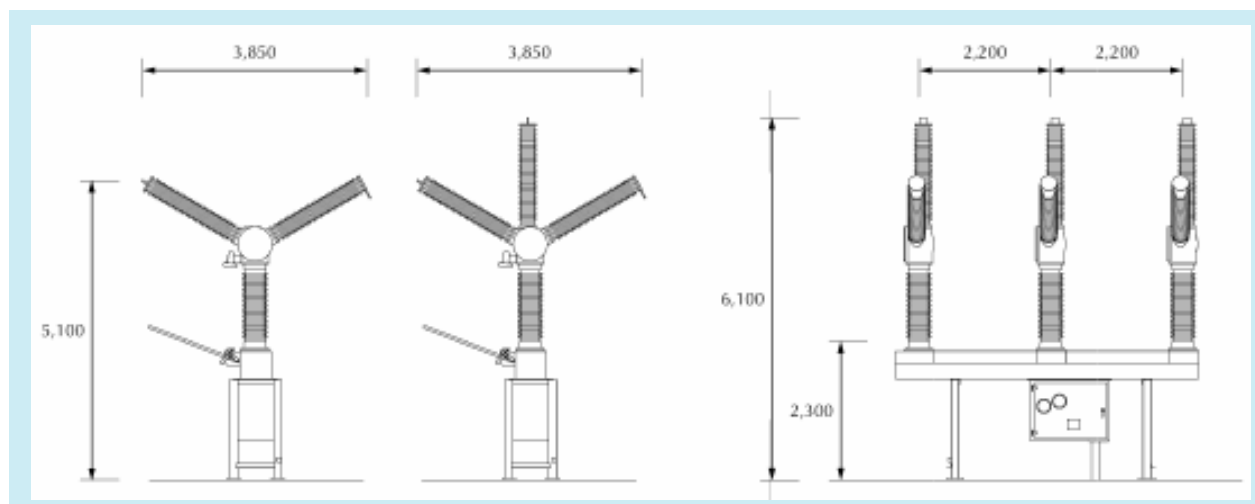
• **Povećana pouzdanost u odnosu na klasično zrakom izolirano postrojenje**

Pouzdanost postrojenja je na nivou mješovitih plinom izoliranih postrojenja. Plinske komore pojedinih aparata su odvojene kao i u plinom izoliranim postrojenjima, a kontakti su zaštićeni od vremenskih utjecaja.

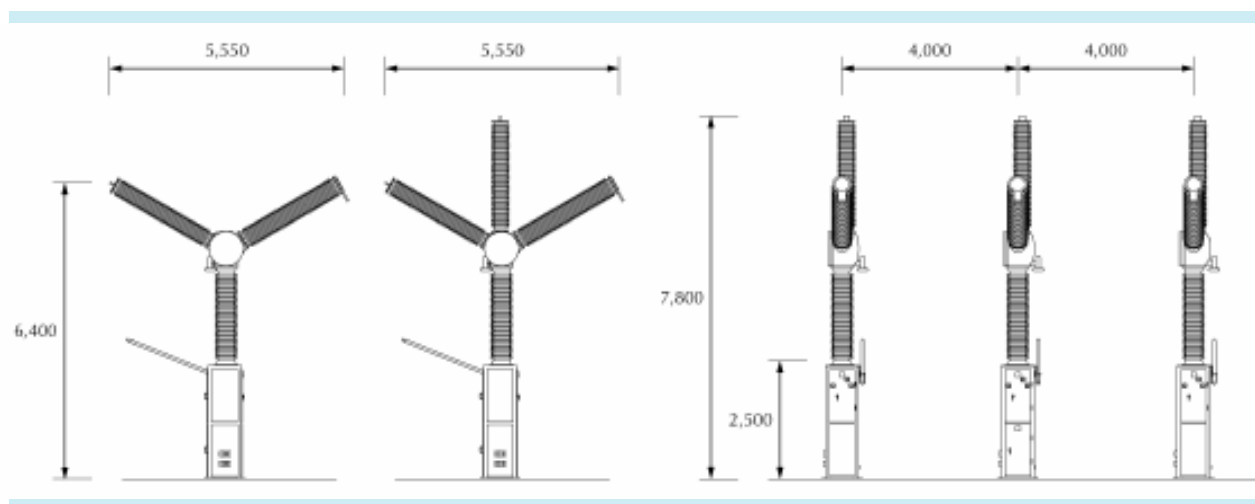
3. KONSTRUKCIJA TMAIS®-a

Na sl. 2 odnosno sl. 3 prikazane su pojednostavljene mjerne skice TMAIS®-a 145 kV odnosno 245 kV. Postrojenja su prikazana u izvedbi s jednim (V tip) i dva (W tip) sabirnička rastavljača.

Na sl. 4 prikazana je konstrukcija 145 kV postrojenja. 145 kV TMAIS® je koncipiran kao trolpolni aparat te su na zajedničkom postolju smještena sva tri pola i ormarić za upravljanje s pogonom. Za razliku od njega, 245 kV TMAIS® je koncipiran kao jednopolni aparat, te tako svaki pol ima svoje postolje sa svojim ormarićem za upravljanje i pogonom. Svaki pol aparata sastoji se od šupljeg potpornog izolatora koji može biti od porculana ili od kompozitnog materijala, a kroz koji su provedene izolirajuće pogonske motke. Unutrašnjost



Slika 2. Mjerna skica 145 kV TSM AIS®-a

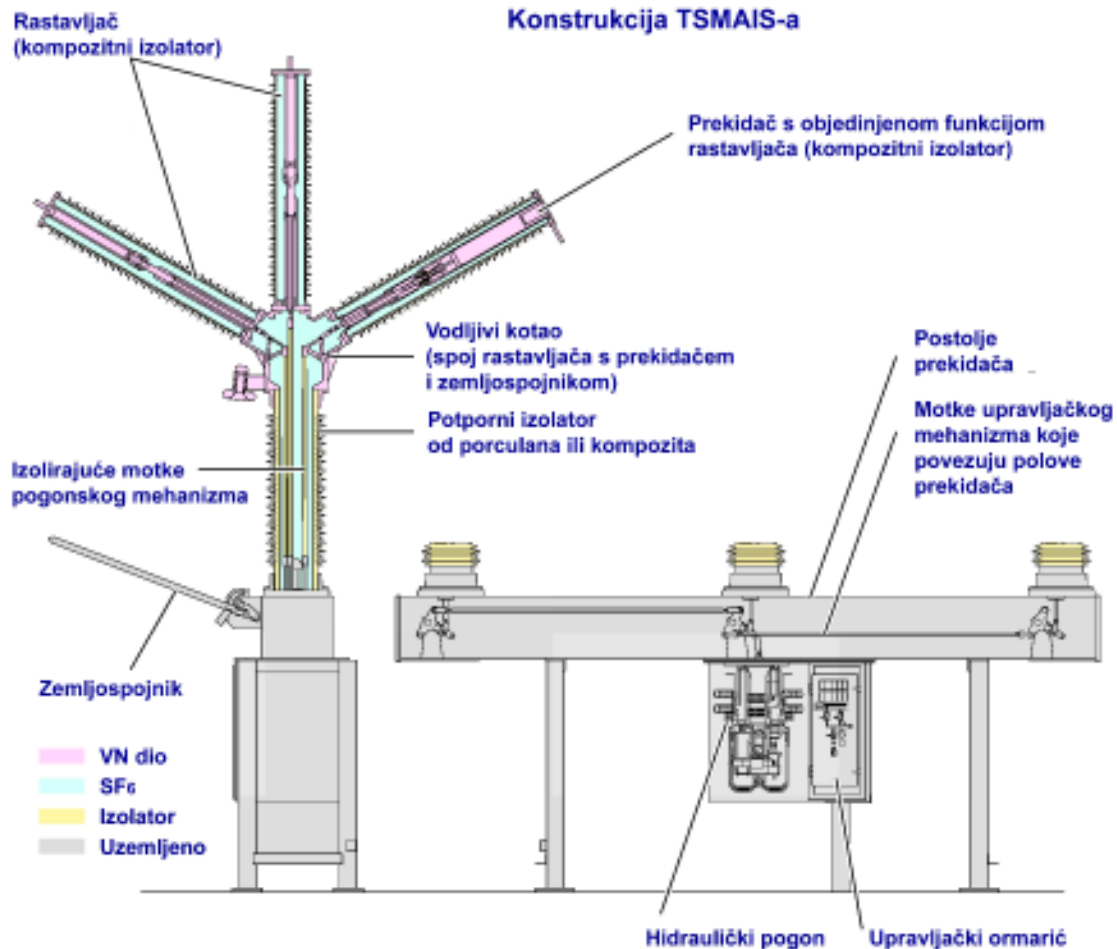


Slika 3. Mjerna skica 245 kV TSM AIS®-a

izolatora je napunjena plinom SF₆. Konstrukcija potpornog izolatora je takva da izdrži nazivne ispitne naponne i pri atmosferskom tlaku plina SF₆.

Paralelno navedenom izolatoru smješten je nož za uzemljenje u klasičnoj izvedbi kojim se može uzemljiti vodljivi kotao smješten na vrhu potpornog izolatora. Ovaj kotao ima dvostruku funkciju. Jedna je mehanička, odnosno funkcija nošenja dvije, odnosno tri komore TSM AIS®-a, a druga je njihovo galvansko povezivanje. Kotao je u stvari čvorna točka koja povezuje sabirničke rastavljače s prekidačem i koja se zemljospojnikom može uzemljiti. Ovisno o broju sabirničkih rastavljača na vodljivi kotao su montirane dvije ili tri komore od kompozitnog materijala u kojima su smješteni plinom izolirani sabirnički rastavljači i prekidač koji ima ujedno i funkciju izlaznog rastavljača, a u kombinaciji sa zemljospojnikom i funkciju brzog zemljospojnika. Sabirnički rastavljači i prekidač su smješteni u

šupljim izolatorima od kompozitnog materijala kako bi se prije svega spriječila opasnost i štete nastale eventualnom eksplozijom istih, ali i kako bi se smanjila ukupna masa aparata. Treba napomenuti da su sabirnički rastavljači u stanju prekinuti struju prilikom prijelaza s jednog na drugi sabirnički sustav 100 puta (nakon čega je potreban njihov detaljni pregled (vidjeti poglavlje 4. Održavanje). Pogon rastavljača i prekidača je hidraulički, a uzemljivač je pogonjen elektromotorom. Hidraulički pogon je integriran u sklopu upravljačkog ormarića. Sastoji se od odvojenog pogonskog cilindra za svaki uređaj i zajedničkog tlačnog spremnika, uređaja za kontrolu tlaka i pumpe ulja. U slučaju problema s nekim dijelom hidrauličkog mehanizma svaki je pogonski cilindar moguće odvojiti od glavnog sustava i s vanjskim, pomoćnim sustavom vršiti isklapanja i uklapanja. Ovako riješen integrirani hidraulički mehanizam je manjih dimenzija nego što bi bio ekvivalentni



Slika 4. Konstrukcija 145 kV TSM AIS-a

opružni mehanizam. Konstrukcija 245 kV TSM AIS[®]-a je, uz prethodno navedenu razliku, konceptijski u potpunosti ista.

S obzirom da su sabirnički rastavljači i prekidač smješteni u odvojenim komorama (svaki uređaj u svojoj komori) u slučaju nekih tipova kvarova na jednom sabirničkom rastavljaču moguće je nastaviti pogon na drugom sustavu sabirnica.

Prekidač je konstruiran tako da preko otvorenih kontakata izdrži 15% više napone nego klasičan prekidač i dodatno ima višu izolacijsku razinu za napone industrijskih frekvencija i atmosferske prenapone čak i nakon prekidanja nazivne struje kratkog spoja. Ove karakteristike premašuju specifikacije dane u IEC 62271 dio 100, dio 102 i IEC 60694, te odgovaraju radnoj verziji IEC SC17A WG31 koja je trenutačno na razmatranju. Na prekidač je moguće ugraditi i rogovski svitak za mjerenje struje, te ga optičkom niti povezati s upravljačkim ormarićem.

S obzirom da su kontakti rastavljača u komorama punjenim plinom te da njihov položaj nije moguće direktno utvrditi, alternativno se položaj prikazuje pokazivači-

ma položaja na pogonskom ormariću koji su u skladu s preporukama IEC-a. Prilikom testiranja provedene su dvije serije od 10,000 operacija kako bi se dokazala mehanička pouzdanost pokazivača položaja. S takvim tipom indikatora položaja postoji dugogodišnje iskustvo na plinom izoliranim postrojenjima u Japanu.

U tablici 2 prikazane su osnovne karakteristike postrojenja TSM AIS[®] za naponske nivoe 145, 245 i 300 kV.

4. ODRŽAVANJE

Održavanje kontakata rastavljača i prekidača nije potrebno, hidraulički mehanizam i uzemljivač je potrebno održavati jednom u 6 godina. Ovime se smanjuje potreba za redovnim održavanjem i isključenjem postrojenja, te se povećava raspoloživost postrojenja.

Detaljni pregledi su potrebni u slučaju:

- Prekidač:
 - a. Prekidanje nazivne struje kratkog spoja 20 puta
 - b. Prekidanje nazivne struje ili bez tereta 3,000 puta

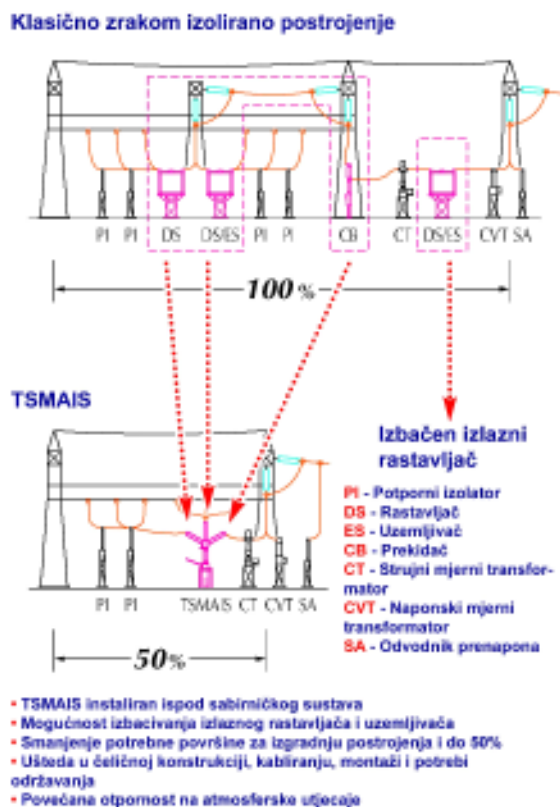
Tablica 2. Tehničke karakteristike postrojenja TSMAIS® za naponske nivoe 145, 245 i 300 kV

Nazivni napon (kV)		145	245	300
Nazivna frekvencija (Hz)		50 (60)		
Nazivna struja (A)		3150		
Struja kratkog spoja (kA)		40 (31,5)	50 (40)	40
Nazivni kratkotrajni podnosivi napon industrijske frekvencije (kV)	Prema zemlji	275	460	380
	Između kontakata	315	530	435
Nazivni podnosivi atmosferski udarni prenapon (kV)	Prema zemlji	650	1050	
	Između kontakata	750	1200	1050+(170) ¹
Nazivni podnosivi sklopni udarni prenapon (kV)	Prema zemlji	--		850
	Između kontakata	--		700+(245) ²
Temperatura okoline (°C)		od -30 do 40		
Klizna staza (mm/kV)		19-25-(31) ³		
Pogonski mehanizam	Prekidač	Hidraulički		
	Rastavljač	Hidraulički		
	Zemljospojnik	Motor		

¹ Vršna vrijednost

² Vršna vrijednost

³ Opcija



Slika 5. Objedinjavanje pojedinih aparata promatrano na presjeku polja

- Rastavljač:
 - Prekidanje struje prilikom prijelaza s jednog na drugi sabirnički sustav 100 puta
 - Prekidanje bez tereta 3,000 puta

- Uzemljivač:

- Prekidanje bez tereta 2,000 puta.

Za potrebe detaljne kontrole i pregleda TSMAIS®-a potrebno ga je fizički isključiti iz primarnog strujnog kruga i uzemljiti što s obzirom na relativno rijetku potrebu za ovakvim održavanjem uz primjenu odgovarajućih vijčanih stezaljki ne predstavlja nikakav problem.

5. PRIMJENA TSMAIS® U RASKLOPNIM POSTROJENJIMA

Primjena ovako integriranog aparata u rasklopnim postrojenjima potpuno se intuitivno nameće kao dobro rješenje. Smanjen broj elemenata postrojenja, količina čelične konstrukcije, ožičenje, uzemljenje, potreban prostor, nema otvorenih rastavnih mjesta izloženih utjecaju atmosferilija. Samo smanjenje potrebnog prostora prvenstveno ovisi o jednopolnoj shemi i koncepciji postrojenja. Na sl. 5 prikazano je rješenje vodnog polja s dva sustava sabirnica u klasičnoj izvedbi i u izvedbi s TSMAIS®-om. Ovakav izgled postrojenja vrlo se često sreće i transformatorskim stanicama u Japanu, ali i drugdje na dalekom istoku. Na slici je prikazano kako objedinjavanje pojedinih elemenata zrakom izoliranog postrojenja pojednostavljuje izvedbu postrojenja i omogućava njegovo smanjenje. Ne treba posebno napominjati smanjenje vremena izgradnje i održavanja, a kako posljedicu smanjenog broja elemenata postrojenja.

5.1. Primjena TSMAIS® u rasklopnom postrojenju tipske TS 110/20 kV

Jednopolna shema rasklopnog postrojenja tipske transformatorske stanice je H shema sa sekcioniranim sabirnicama i mogućnosti proširenja za još dva vodna polja. Za smještaj postrojenja, računajući prometnice unutar rasklopnog postrojenja, potrebna je površina dimenzija od oko 60x45 m (TS 110/20 kV Dunat).

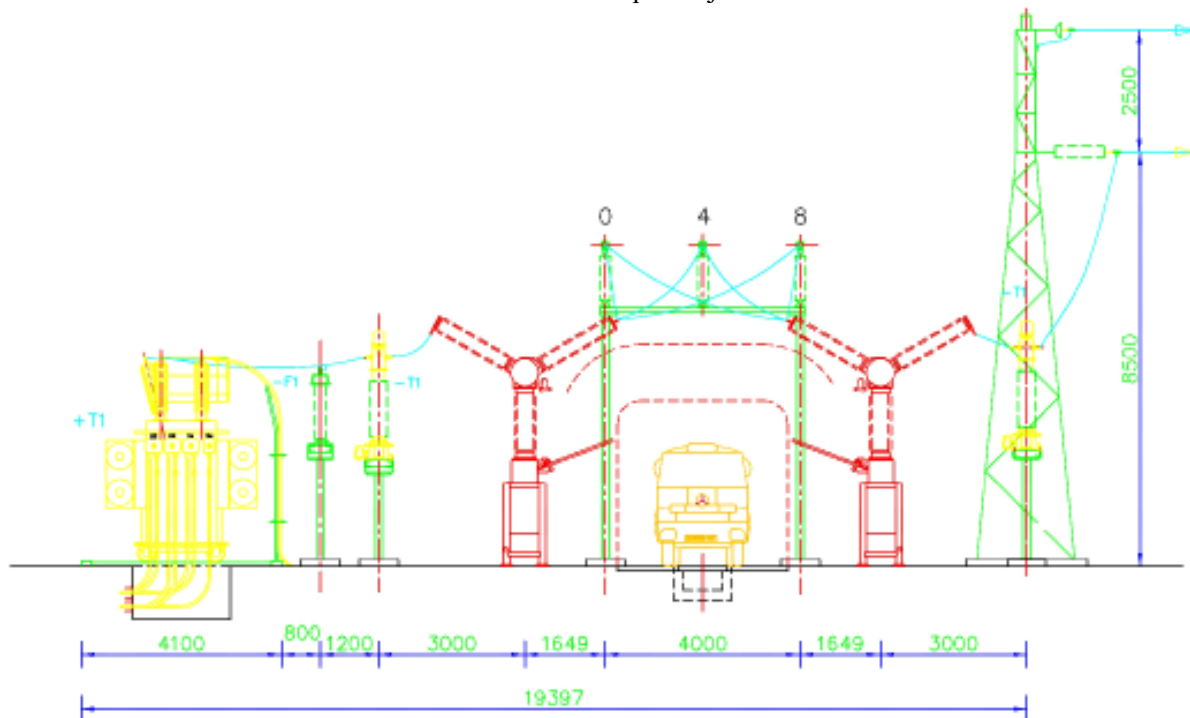
Navedena površina ne obuhvaća zgradu sredjonaponskog postrojenja i pomoćnih pogona. Širina vodnih i transformatorskih polja je 9 m, a dužina 14,3 m, odnosno 17,8 m, mjereno od simetrale sabirničkog sustava do simetrale izlaznog portala, odnosno uključujući uljni lijevak energetskog transformatora. I u vodnom polju i u transformatorskom polju između strujnog transformatora i prekidača prolazi cesta širine 3,5 m što čini oko 25% vodnog polja i oko 20% transformatorskog polja s uljnim lijevkom transformatora.

Ukoliko se izvrši zamjena sabirničkih rastavljača, prekidača i ukoliko se ne insistira na dodatnom linijskom rastavljaču nego njegovu funkciju preuzima prekidač s mogućnošću razdvajanja unutar TSMAIS®-u, dobivamo u vodnom polju shemu kao što je prikazana na sl. 1 (TSMAIS®) s time da je samo jedan sabirnički sustav pa tako i samo jedan sabirnički rastavljač. Premda se zamjenom tri aparata na jednopolnoj shemi može očekivati i znatan dobitak na prostoru to u stvarnosti nije tako. Na prethodno opisanom postrojenju tipske transformatorske stanice ne može se očekivati znatno smanjenje prostora za postrojenje ovakvom integracijom iz razloga što veliki postotak polja otpada na servisnu prometnicu između strujnog transformatora i prekidača. S druge strane postavlja se pitanje da li su smanjenjem potrebe održavanja aparata ove prometnice uopće potrebne. Za redovan nadzor i održavanje u ovako malim rasklopištima servisne ceste uz prekidače vjerojatno nisu potrebne, a ukoliko dođe do neke veće havarije i potrebe za promjenom cijelog aparata, s obzirom na veličinu postrojenja, zamjena se može izvršiti postavljanjem autodizalice na rub postrojenja. Ukoliko razmotrimo takvu koncepciju postrojenja dolazimo do značaj-

nog smanjenja potrebnog prostora te do veće integracije što nas vodi do prednosti navedenih u okviru:

- TSMAIS® instaliran djelomično ispod sabirničkog sustava
- Mogućnost izbacivanja izlaznog rastavljača i uzemljivača
- Smanjenje potrebne površine za izgradnju postrojenja
- Ušteda u čeličnoj konstrukciji, uzemljenju, gromobranskoj zaštiti, kabliranju, montaži i potrebi održavanja
- Skraćeno vrijeme izgradnje postrojenja
- Povećana otpornost na atmosferske utjecaje

Na sl. 6 se vidi idejno rješenje presjeka transformatorskog i vodnog polja s mogućnošću kolnog prilaza ispod sabirnica što bi omogućilo dopremu opreme i alata manjih gabarita vozilom u centar rasklopišta, ali naravno ne i rad s autodizalicom. Ovakav je pristup neobičajan i može izazvati nelagodu za onoga tko održava postrojenje. Dodatno se može ispod sabirnica postaviti i uzemljena mreža kako bi se smanjili elektromagnetski utjecaji ispod istih, ali i mehanički zaštitio prostor ispod sabirnica te spriječili ugrožavanje naponskih razmaka. Prometnice bi trebalo zadržati naravno sa strane postrojenja i ispred transformatora, a postoji i mogućnost predviđanja platoa između energetskih transformatora na kojem bi se omogućio smještaj autodizalice za potrebe pristupa središnjem dijelu postrojenja. Navedeno bi zahtijevalo izmicanje protupožarnog zida prema jednom od transformatora.



Slika 6. Idejno rješenje transformatorskog i vodnog polja

Naravno treba napomenuti dvije stvari. Prva je da je ovdje promatrani TSMAS izrađen za viši naponski nivo nego što je tipska transformatorska stanica, te da je zbog toga i nešto većih dimenzija nego što bi bio da je za odgovarajući naponski nivo. Druga je da bi se trebalo razmotriti i eventualno smanjenje širine poja, a s obzirom na primjenu opreme i smanjene potrebe održavanja.

6. ZAKLJUČAK

Nova koncepcija opreme sa sobom ne donosi samo promjenu jednopolne sheme i upravljanja nego potpuno novi način razmišljanja o opremanju i održavanju postrojenja. Sama primjena opreme ne znači mnogo ukoliko se ujedno ne radi i na promjeni koncepcije upravljanja i održavanja, a najbolji rezultati se postižu sinergijom svih faktora.

LITERATURA

- [1] TMT&D Corporation: "145 kV Integrated Air Insulated Switchgear"
- [2] TMT&D Corporation: "245/300 kV Integrated Air Insulated Switchgear"
- [3] H. TAKAGI, A. KOBAYASHI, H. KANETA, E. MATSUMOTO, H. FURUTA and K. BANNAI: "145/245kV New Concept Integrated Air Insulated Switchgear", TMT&D Review Vol. 1, No.4, 2003.
- [4] Končar – Inženjering za energetiku i transport: "Glavni projekt TS 110/20 kV Dunat"

INTEGRATED AIR INSULATED STATION

In this review paper a very interesting solution of some classical air insulated apparatus integration into a multifunctional apparatus is given that unites busbar dis-

connectors, circuit-breaker, grounding, and by its combination the outgoing disconnector in the switching substation becomes unnecessary. That enables decrease in space needed for substation construction, less work on construction and maintenance, as well as lower costs of maintenance and increase in substation availability. Finally, a prefeasibility solution of a typical transformer station "mutation" by the described method is given.

LUFTISOLIERTE ANLAGE IN GEDRUNGENER BAUWEISE

In diesem Übersichtsartikel wird die Verknüpfung der Apparate klassischer, luftisolierter Anlage: Sammelschienenentrennschalter, Leistungsschalter und Erder in einen kompakten Mehrzweck-Bausatz dargestellt. Eine sehr interessante Lösung, bei welcher sich durch eine entsprechende Kombination im Fernleitungsfeld der Ausgangstrennschalter erübrigt. Dadurch wird die Raumersparung beim Bau der Anlagen, die Herabsetzung notwendiger Bau- und Instandhaltungsarbeiten und der darauf entfallenden Kosten erzielt, sowie die Verfügbarkeit der Anlage erhöht.

Zum Schluss ist ein Entwurf der Umwandlung eines in Betracht gezogenen typisierten Umspannerwerkes in einen kompakten gegeben.

Naslov pisca:

Mr. sc. Borko Frühwirth, dipl. ing.
Končar – Inženjering za energetiku
i transport d.d. Zagreb
Fallerovo šetalište 22
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
 2004 – 04 – 30.



VIJESTI IZ ELEKTROPRIVREDE I OKRUŽENJA

ODSADA REMONT U NE KRŠKO SVAKIH 18 MJESECI

Gotovo cijeli rujan ove godine trajao je remont NE Krško. Do ovog remonta NE Krško je odradila 20 gorivnih ciklusa. Remonti su se održavali svakih 12 mjeseci, kada se izmijenila polovica gorivnih elemenata. Da bi se povećala efikasnost elektrane, elaborirana je mogućnost produženja razdoblja između remonta. Istraženo je da je moguće uz određene radnje produžiti gorivni ciklus na 18 mjeseci. Tako će se tijekom životnog vijeka elektrane povećati proizvodnja električne energije za dodatnu jednogodišnju proizvodnju.

Da bi se prešlo na 18-mjesečni gorivi ciklus, učinjena su za prethodnog remonta određenja poboljšanja i zamjene nekih vitalnih dijelova elektrane. Tako su ispunjeni svi preduvjeti da se može prijeći na 18 mjeseci gorivni ciklus. Gorivni ciklus do ovogodišnjeg remonta trajao je oko 15 mjeseci, dok će idući remont biti za 18 mjeseci, odnosno u 2006. godini.

Remont je obuhvatio jednogodišnje aktivnosti predviđene za ovu godinu prema 10-godišnjem programu održavanja. Između ostalog obavljani su pregledi reaktorske posude i cjevovoda za paru na primarnom dijelu, dok su na sekundarnoj strani pregledani grijači i cjevovodi. Dobivena slika stanja materijala omogućit će utvrđivanje stanja uređaja i utvrđivanje potrebnih aktivnosti tehnološkog poboljšanja.

Glavna aktivnost je svakako zamjena gorivnih elemenata. Ove godine zamijenjeno je 56 gorivnih elemenata, jer je trebalo zbog produljenja gorivnog ciklusa uložiti veći energetski potencijal.

U sklopu stalnog tehnološkog poboljšanja, u koje NE Krško ulaže svake godine oko 10 milijuna eura, ove godine je uvedeno oko tridesetak tehnoloških novosti, kako u elektro tako i u strojarском dijelu. S time se povećala sigurnost i stabilnost elektrane. Iako u sljedećoj godini nije predviđen remont, ulaganja će biti povećana. Načinit će se poboljšanja uređaja za hlađenje, što će omogućiti rad elektrane s većom snagom u ekstremnim uvjetima. Modernizirat će se također informacijski sustav i kupiti treći agregat. Predviđa se da će to biti ulaganje od oko 17 milijuna eura.

Poslovni rezultat u 2003. godini bio je dobar, iako je bila nešto manja proizvodnja u ljetnim mjesecima zbog prevelikog zagrijavanja Save. Ove godine nije bilo problema zbog suše, pa je u kolovozu proizvodnja iznosila 432 milijuna kWh, što je za 14,6 % više od planirane proizvodnje za taj mjesec. Do remonta u ovoj godini proizvedeno je 6,7 milijardi kWh. Očekuje se da će 2004. godina biti bolja te da će proizvodnja cijena električne energije pasti sa 22 eura/MW na 20 eura/MW. U tu cijenu nisu uključeni troškovi investicijskih kredita niti troškovi fonda za razgradnju.

SBK

PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U RH

U publikaciji Mjesečna statistička izvješća Državni zavod za statistiku objavljuje godišnje i mjesečne statističke podatke o gospodarskim i drugim kretanjima u Republici Hrvatskoj.

Općenito, industrijska proizvodnja prema trend-indeksima u lipnju 2004. bilježi porast za 0,1 % u usporedbi s prethodnim mjesecom, u usporedbi s lipnjem 2003. godine porast iznosi 2,6 % i u razdoblju od siječnja do lipnja 2004. godine industrijska proizvodnja bilježi porast za 2,9 %. Usporedba ovih podataka s istim podacima za 2003. godinu pokazuje da je porast fizičkog obujma industrijske proizvodnje u prvih šest mjeseci 2004. nešto usporeniji.

Ovdje su prikazani detaljnije podaci za razdoblje od 2000. do kraja prvog polugodišta 2004. godine za područje E40 "Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom". Uključeni su proizvodni objekti locirani u Republici Hrvatskoj bez obzira na vlasništvo. Nisu uključeni proizvodni objekti izvan Republike Hrvatske u vlasništvu poslovnih subjekata iz Hrvatske. Električna energija proizvedena u elektranama lociranim izvan Hrvatske tretira se kao uvoz.

Podaci se prikupljaju provedbom statističkih istraživanja, koja organizira Državni zavod za statistiku. Istraživanja se provode kroz godišnji provedbeni plan, a na temelju dugoročne strategije razvitka službene statistike Republike Hrvatske. Podaci se prikupljaju putem izvješća mjesečno, tromjesečno ili godišnje. Podaci su prikupljeni na obrascima IND-21/PRODCOM, IND-21/SPS I IND-1/MPS.

Za područje energetske djelatnosti u Hrvatskoj izdvojeni su sljedeći podaci i iskazane mjesečne vrijednosti i prosjeci te godišnje vrijednosti i prosjeci:

- proizvodnja električne energije
- indeksi cijena električne energije pri proizvođačima.
- neto i bruto plaća za područje E40.

Struktura proizvodnje i proizvodnja električne energije u RH prikazana je u tablici 1. i dijagramima na slikama 1a. do 1d. Prikazano je razdoblje od 2000. do polovice 2004. godine.

Od 2000. godine bilježi se stalni porast proizvodnje električne energije (slika 1a.). Uzevši 2000-tu godinu sa 100 %, u 2001. ostvaren je porast od 14 %, u 2002. taj porast iznosi 18 %, a u 2003. godini 29 %.

U prvih šest mjeseci 2004. godine ostvarena proizvodnja električne energije iznosi 55 % proizvodnje u 2003. godini, odnosno 71 % proizvodnje u 2000. godini.

Iz raspodjele proizvodnje po mjesecima (slika 1b.) vidljivo je da je porast proizvodnje u odnosu na prethodne godine ostvaren od travnja do lipnja 2004. godine.

Što se tiče udjela termo i hidroenergije (slike 1c. i 1d.), udio termoenergije u 2000. i 2001. godini je manji od udjela hidroenergije.

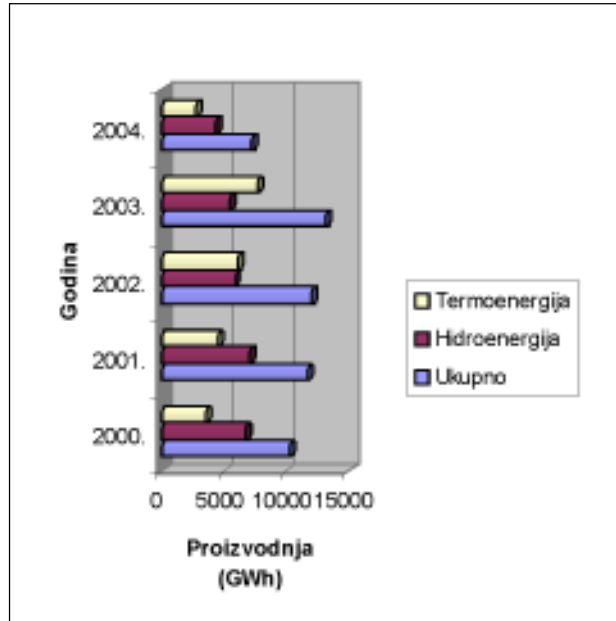
U 2002. godini podjednaki je udio termo i hidroenergije. U 2003. godini, koja je bila sušna, udio termoenergije je veći (58 %) od udjela hidroenergije (42 %).

Udio hidroenergije u prvoj polovici godine 2004., zbog povoljne hidrologije, veći je od udjela termoenergije i iznosi 61 %.

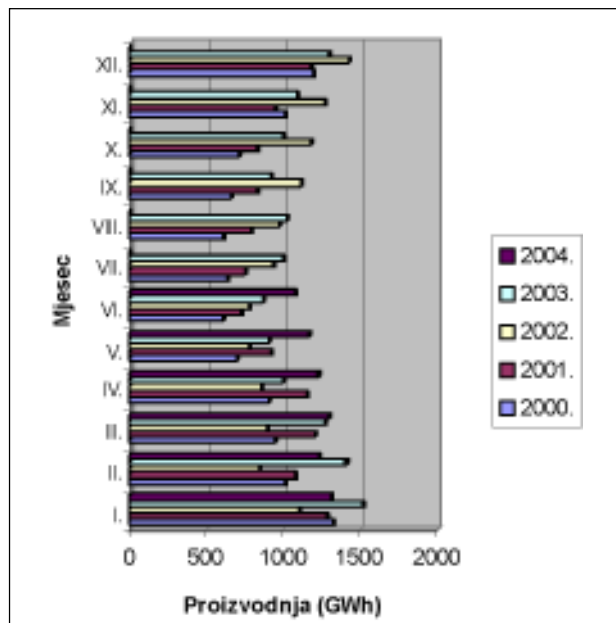
Što se tiče cijena, ocjena je Državnog zavoda za statistiku da su općenito cijene industrijskih proizvoda pri proizvođačima s godišnje razine od 4,4 % koja je zabilježena u svibnju 2004. godine, pale na 3,9 % u lipnju 2004. godine u odnosu na lipanj 2003. godine, što je rezultat nižih cijena naftnih derivata.

Tablica 1. Struktura proizvodnje električne energije u RH od 2000. do polovice 2004.

Mjeseci	Godina																			
	2000.				2001.				2002.				2003.				2004.			
	Ukupno	HE	TE	TE	Ukupno	HE	TE	TE	Ukupno	HE	TE	TE	Ukupno	HE	TE	TE	Ukupno	HE	TE	TE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					
I.	1321920	848409	473511	1282765	946856	335909	1100362	424871	675491	1517233	824162	693071	1298770	627528	671242					
II.	1009643	960229	49414	1075673	799630	276043	835308	448791	386517	1401478	735048	666430	1230971	581608	649363					
III.	936274	603750	359524	1200649	913302	287347	895835	447341	438494	1270038	621429	648609	1289642	856262	433380					
IV.	898208	647763	250445	1154184	863697	290487	845722	479400	366322	988938	414647	574291	1220335	958159	262176					
V.	693741	468909	224832	915934	638699	277235	773914	424153	349761	897663	316477	581186	1157657	858628	299029					
VI.	602892	327141	275751	726608	463147	263461	775233	341715	433518	863641	269900	593741	1072821	562408	510413					
VII.	635631	254809	380822	742156	375972	366184	930891	308070	622821	997782	314142	683640								
VIII.	606491	275812	330679	791206	367140	424066	965719	385106	580613	1015745	220713	795032								
IX.	652328	255622	396706	829872	397987	431885	1108523	453459	644064	916922	221702	695220								
X.	704971	465683	239288	828937	361512	467425	1169419	653982	515437	999174	370554	628620								
XI.	1010782	759590	251192	946498	465279	481219	1266250	763888	502362	1088511	598175	490336								
XII.	1193571	865010	328561	1179070	559299	619771	1418603	772880	645723	1289881	605977	683904								
Ukupno	10266452	6732727	3560725	11673552	7152520	4521032	12075779	5903656	6161123	13247006	5512926	7734080	7270196	4444593	2825603					



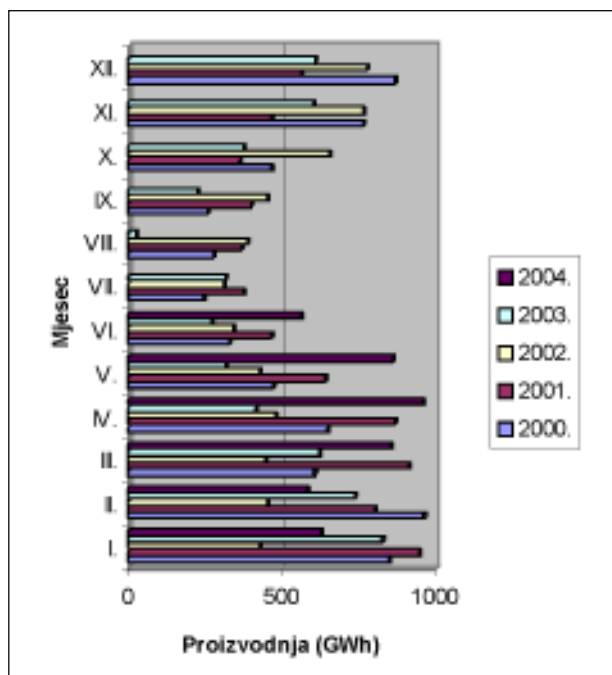
Slika 1a. Struktura proizvodnje električne energije od 2000. do polovice 2004.



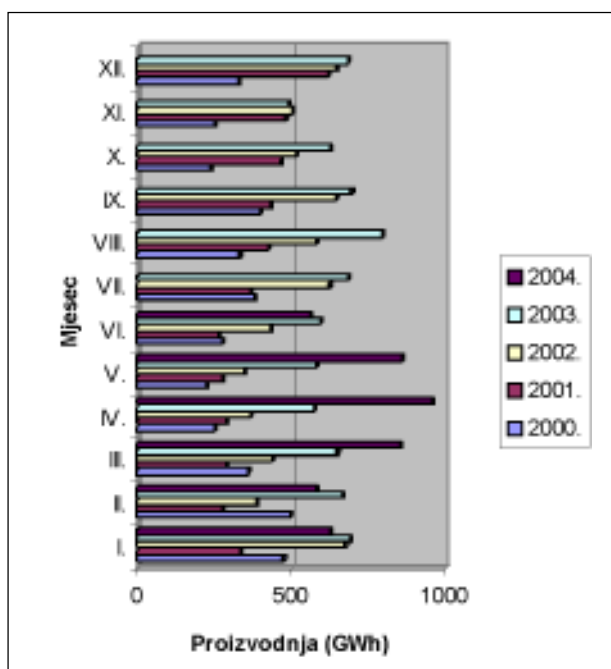
Slika 1b. Ukupna proizvodnja po mjesecima (GWh) od 2000. do polovice 2004.

Mjesečni indeksi cijena električne energije pri proizvođačima prikazani su u tablici 2. te dijagramom na slici 2.

Prodajne cijene industrijskih proizvoda pri proizvođačima prikuplja Državni zavod za statistiku putem obrazaca C-41. To su cijene po kojima proizvođači prodaju svoje proizvode redovitim kupcima na domaćem tržištu, dakle to nisu prosječne cijene.



Slika 1c. Proizvodnja u HE po mjesecima od 2000. do polovice 2004.



Slika 1d. Proizvodnja u TE po mjesecima od 2000. do polovice 2004.

Indeks cijena utvrđuje se ponderiranim postupkom, pri čemu se za pondere uzima vrijednost proizvoda prodanih na domaćem tržištu tijekom jedne godine.

U 2000. godini, u studenom i prosincu najveći indeks iznosio je 113,3, a najmanji u razdoblju travanj – rujan u iznosu od 94,3.

Tablica 2. Mjesečni indeksi cijena električne energije pri proizvođačima od 2000. do 2004.

Mjesec	Godina				
	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
1	2	3	4	5	6
I.	111,2	113,5	111,6	103,6	102,6
II.	111,2	113,5	111,6	103,6	102,6
III.	94,3	97,2	97,2	103,6	102,6
IV.	94,3	97,2	97,2	103,6	100,5
V.	94,3	97,2	97,2	103,6	101,1
VI.	94,3	97,1	98,5	103,6	101,1
VII.	94,3	97,1	96,1	103,6	
VIII.	94,3	94,4	96,1	103,6	
IX.	94,3	95,9	98,5	103,6	
X.	98,1	95,9	103,7	107,2	
XI.	113,3	111,7	103,6	107,2	
XII.	113,3	111,7	103,6	107,2	

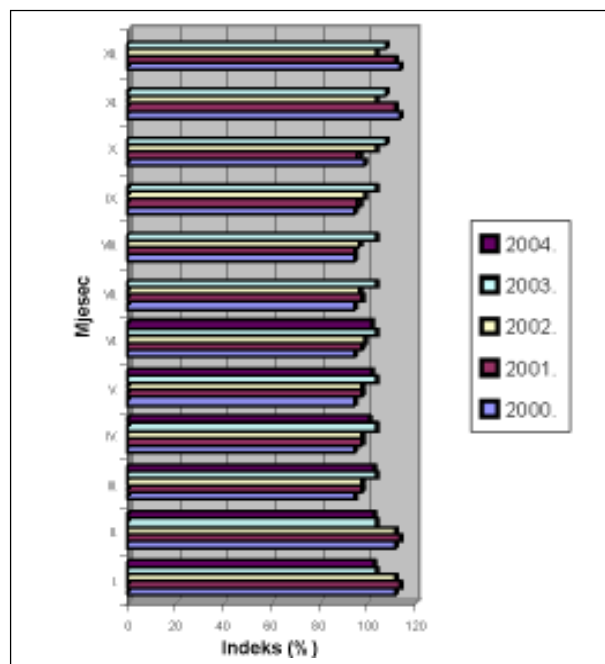
U 2001. godini najveći indeks cijena od 113,5 ostvaren je u siječnju i veljači, a najmanji od 94,4 u kolovozu.

U 2002. godini najveći indeks od 111,6 ostvaren je u siječnju i veljači, a najmanji od 96,1 u srpnju i kolovozu.

U 2003. godini, u prvih devet mjeseci indeks iznosi 103,6. U zadnja tri mjeseca njegova vrijednost iznosi 107,2.

U prvoj polovici 2004. godine, u prva tri mjeseca ostvaren je indeks od 102,6. U travnju indeks pada na iznos od 100,5, da bi u svibnju i lipnju porastao na 101,1.

Uzevši u obzir razdoblje od 2000. do polovice 2004. godine najveći indeks ostvaren je u siječnju i veljači 2001. godine u iznosu od 113,5, dok je najmanji ostvaren u razdoblju ožujak – rujan u 2000. godini u iznosu od 94,3.



Slika 2. Mjesečni indeksi cijena električne energije od 2000. do 2004.

SBK

ZAPOSLENICI I PLAĆE U DJELATNOSTI OPSKRBE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM, PLINOM, PAROM I TOPLOM VODOM

Što se tiče broja ukupno zaposlenih u Republici Hrvatskoj u prva dva mjeseca 2004. godine broj zaposlenih bio je u padu, a u ožujku, travnju, svibnju i lipnju 2004. zabilježen je porast od 0,2 % u travnju, 0,7 % u svibnju i 0,7 % u lipnju. Broj zaposlenih u prvih šest mjeseci 2004. godine u odnosu na isto razdoblje 2003. godine porastao je za 0,5 %.

Nominalni realni indeksi bruto i neto plaća pokazuju pad u prva dva mjeseca 2004. godine, porast u ožujku, u travnju ponovno pad, a u svibnju ponovno porast i to nominalno za oko 1 % i realno za oko 0,4 %. U odnosu na isti mjesec prethodne godine nominalni porast neto plaća iznosi 4,9 %, a bruto plaća 5,7 %. U prvih pet mjeseci 2004. godine u

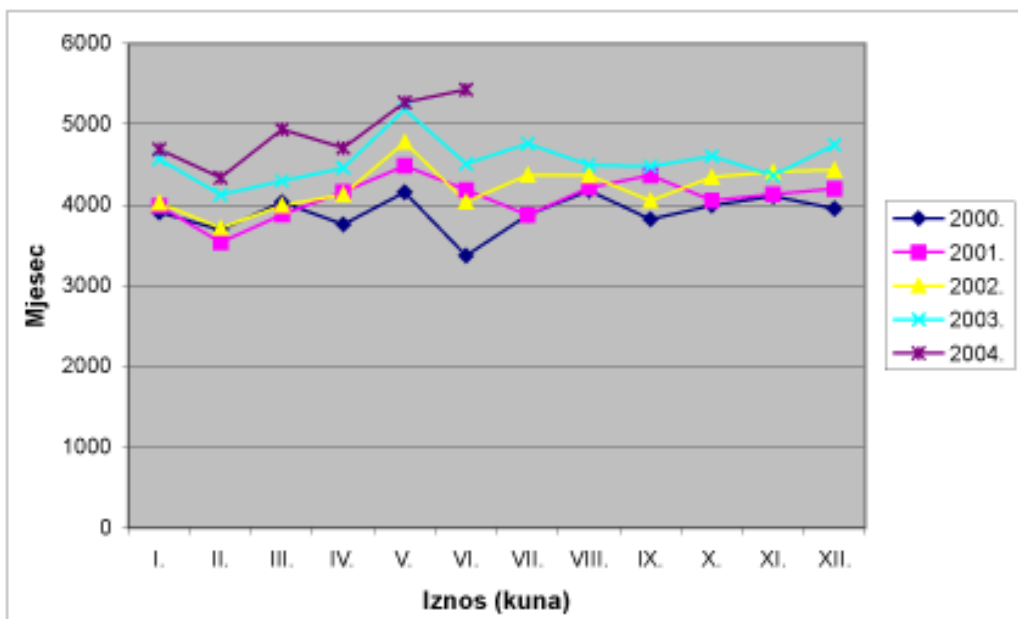
odnosu na isto razdoblje 2003. godine bilježi se nominalni porast neto plaća za 5,9 %, a bruto plaća za 6,6 %.

Za djelatnost **opskrbe električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom**, podaci o zaposlenima, koji se iskazuju kao godišnji prosjek rezultat su obrade mjesečnih istraživanja i godišnjeg istraživanja (obrazac RAD-1G) koje se provodi jedanput godišnje, sa stanjem 31. ožujka. Podaci o zaposlenima koji se odnose na mjesečno stanje rezultat su obrade podataka iz redovitog mjesečnog istraživanja koje se provodi na obrascima RAD-1. Provođenjem ovog istraživanja prikupljaju se i podaci o isplaćenim neto i bruto plaćama. Podaci se objavljuju u mjesečnim statističkim izvješćima koje izdaje Državni zavod za statistiku. Izvor podataka koji slijede je "Mjesečno statističko izvješće" brojevi od 1. do 8.

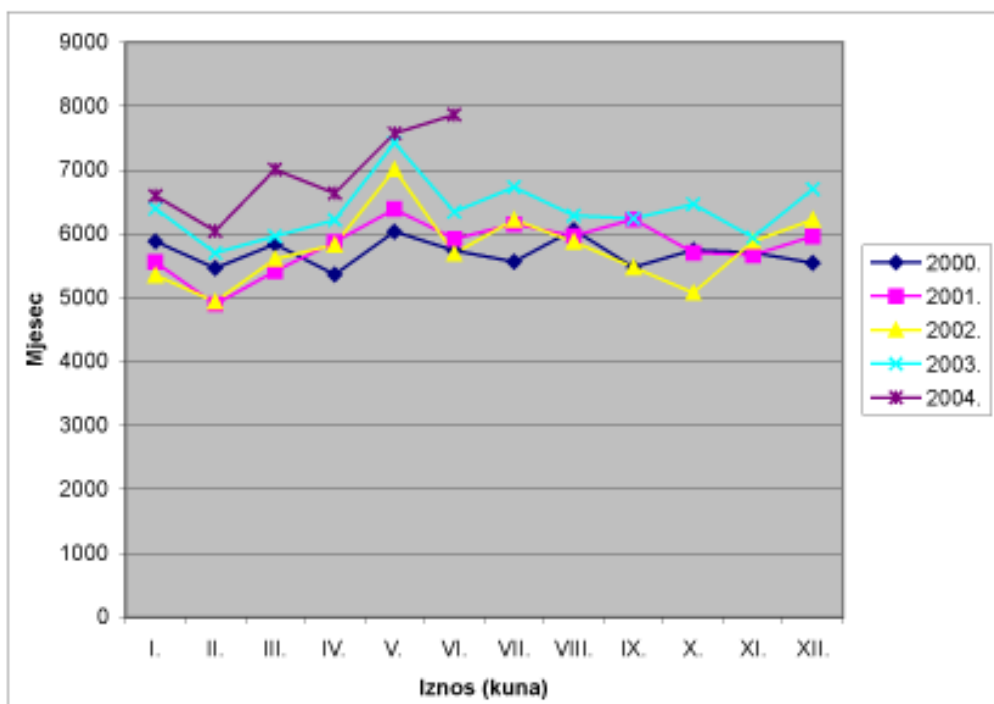
Tablica 1. Prosječna mjesečna neto i bruto plaća od 2000. do polovice 2004.

(kuna)

Godine	2000.		2001.		2002.		2003.		2004.	
Mjeseci	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I.	3910	5884	3988	5561	4025	5353	4567	6401	4686	6599
II.	3690	5465	3536	4896	3711	4942	4126	5703	4337	6046
III.	4031	5839	3878	5415	3995	5607	4295	5964	4935	7007
IV.	3757	5365	4162	5876	4128	5831	4457	6217	4706	6638
V.	4155	6038	4484	6388	4778	7008	5184	7427	5271	7575
VI.	3372	5740	4186	5924	4035	5693	4511	6346	5427	7866
VII.	3874	5564	3874	6158	4373	6224	4759	6734		
VIII.	4176	6065	4214	5972	436	5880	4495	6288		
IX.	3821	5478	4369	6231	4053	5477	4477	6240		
X.	3993	5753	4057	5709	4345	5078	4606	6466		
XI.	4108	5710	4130	5671	4410	5886	4364	5946		
XII.	3953	5545	4202	5965	4436	6223	4744	6703		
Prosjek	3903	5704	4090	5814	3894	5767	4549	6370	4894	6955



Slika 1. Prosječne mjesečne neto plaće od 2000. do polovice 2004.



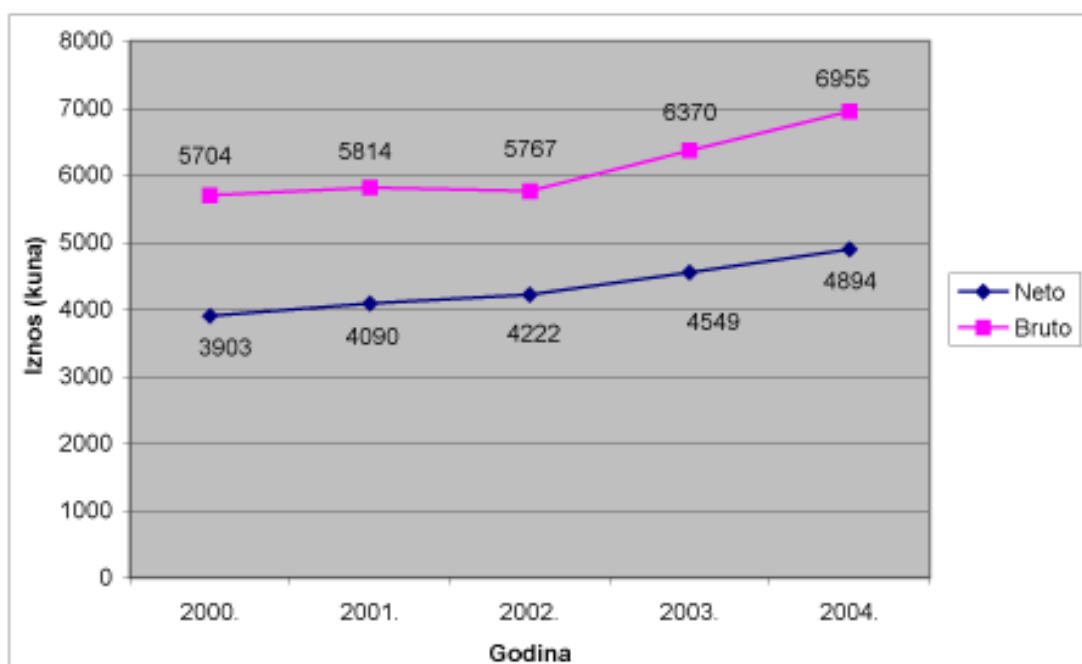
Slika 2. Prosječne mjesečne bruto plaće od 2000. do polovice 2004.

Broj zaposlenih u razdoblju od 2000. do polovice 2004. godine varira između 18.300 u 2000. i 17.400, koliko iznosi u prvoj polovici 2004. godine.

Prosječna mjesečna isplaćena neto plaća obuhvaća plaće zaposlenih za izvršene poslove po osnovi radnog odnosa i naknade za godišnji odmor, plaćeni dopust, državne blagdanе i neradne dane, bolovanja do 42 dana, odsutnost za stručno obrazovanje, obnašanje vojne obveze, naknadu za topli obrok i ostalo utvrđeno zakonom.

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

U tablici 1. te dijagramom na slikama 1. i 2. prikazana je prosječna mjesečna isplaćena neto i bruto plaća za razdoblje od 2000. do polovice 2004. godine za djelatnost opskrbe električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom.



Slika 3. Prosječne mjesečne neto i bruto plaće po godinama od 2000. do polovice 2004.

Tablica 2. Prosječne mjesečne neto i bruto plaće od 2000. do polovice 2004.

	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
Neto	3903	4090	4222	4549	4894
Bruto	5704	5814	5767	6370	6955

Iz podataka se vidi da plaće u promatranom razdoblju rastu. Ako se 2000. godina uzme sa 100 %, onda je rast prosječne mjesečne neto plaće u 2001. 5 %, u 2002. 8 %, u 2003. 17 % i u prvoj polovini 2004. godini 25 %.

SBK

HO CIGRE – 6. SIMPOZIJ O SUSTAVU VOĐENJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA

HO CIGRE organizirao je ove godine, od 7. do 10. studenog 6. simpozij o sustavu vođenja elektroenergetskog sistema u Cavtatu.

U radnom dijelu Simpozija obrađene su četiri preferencijalne teme za koje su pripremljeni pozvani referati koji obrađuju teme modela vođenja EES-a, revitalizacije centara vođenja, telekomunikacije u modernoj i restrukturiranoj elektroprivredi i iskustva i trendove u odabiranju novih sustava zaštite i upravljanja. Uz pozvane referate prihvaćen je 61 redoviti referat. Redoviti referati su svrstani po zadanim temama i recenzirani te su zajedno s pozvanim referatima razmatrati na samom Simpoziju.

Da bi Simpozij bio što kvalitetniji i učinkovitiji te ispunio svoju specifičnu zadaću širenja spoznaja o rekonstruiranju i otvaranju tržišta u elektroenergetici, bili su pozvani na sudjelovanje na Simpoziju i sudionici iz drugih država te su bili razmatrani i referati iz inozemstva.

Model vođenja EES-a

1. Usluge sustava
2. Tržišna pravila
3. Mrežna pravila
4. Zagušenja u mreži
5. Obuka operatora.

Revitalizacija centara vođenja

1. Moderni trendovi, preporuke i standardi u dizajniranju centara vođenja
2. Strateška opredjeljenja za zamjenu i modernizaciju kompleksnih sustava vođenja
3. Svjetska i domaća iskustva u revitalizaciji centara vođenja
4. Primjena objektne tehnologije u arhitekturi procesnih IT sustava
5. Razmjena procesnih i poslovnih podataka sa UCTE operatorima i operatorima susjednih država
6. Način povezivanja centara vođenja sa vanjskim mrežama različitih poslovnih partnera
7. Metode zaštite podataka i sigurnost procesnog IT sustava
8. Komunikacijski standardi za komunikaciju centara s uređajima u elektroenergetskim objektima
9. Iskustva u parcijalnim revitalizacijama, prednosti i mane

10. Hijerarhija, pogonska iskustva, nadležnosti i aplikacije u centrima vođenja
11. Organizacija smjenskog rada, educiranost, odgovornost i motiviranost smjenskog osoblja
12. Unutrašnja uređenja, vizualizacija, rasvjeta, minimalni komfor i arhitektura
13. Protupožarna i sigurnosna zaštita prostora centara
14. Iskustva u obradi i nadzoru signala pomoćnih sustava na lokaciji centra vođenja
15. Revitalizacija besprekidnog napajanja centara
16. Praksa i propisi za registriranje, pohranjivanje i naknadnu obradu telefonskih razgovora u centrima vođenja
17. Iskustva s održavanjem baza podataka
18. Iskustva u održavanju programske i računalske opreme u centrima.

Telekomunikacije u modernom organiziranoj i restrukturiranoj elektroprivredi

1. Zahtjevi na telekomunikacijski sustav u restrukturiranoj elektroprivredi na dereguliranom i konkurentnom okruženju
2. Elektroprivredne organizacije i liberalizirano elektroenergetsko i telekomunikacijsko tržište
3. Razvoj i izgradnja telekomunikacijskih mreža
4. Moderni sustavi zaštite i zahtjevi na telekomunikacijske sustave
5. Postojeći telekomunikacijski sustavi u elektroprivredi, revitalizacija, održavanje, iskustva
6. Primjena novih tehnologija i rješenja.

Iskustva i trendovi u odabiranju novih sustava zaštite i upravljanja

1. Iskustva i trendovi u odabiranju novih sustava zaštite i upravljanja
2. Analiza rada sustava zaštite i upravljanja
3. Lokalna automatika u postrojenjima
4. Iskustva i težnje u održavanju i ispitivanju sekundarnih sustava
5. Nove tehnologije i metode u primjeni modernih sekundarnih sustava
6. Komunikacije za potrebe sekundarnih sustava
7. Mjerni sustavi u elektroenergetskim postrojenjima.

Detaljan pregled referata nalazi se na WEB stranici www.ho-cigre.hr.

Poseban značaj i doprinos ovog 6. simpozija o sustavu vođenja EES-a jest osvrt na postignute rezultate u odnosu na postojeće tržišno okruženje i sve složeniju problematiku vođenja EES-a. Puštanjem u pogon transformacijskih stanica TS 400/220/110 kV Žerjavinec i TS 400/110 kV Ernestinovo stekli su se tehnički preduvjeti hrvatskog EES-a za resinkronizaciju prve i druge sinkrone zone UCTE-a koja je uspješno provedena. Stoga je bio veliki interes autora za problematiku rada hrvatskog EES-a u novim uvjetima.

Organizirane su i prigodne **izložbe sponzora**, koji su ih popratili prigodnim predavanjima.

Također je organiziran i **Okrugli stol** na temu “**Dugoročne mogućnosti opskrbe električnom energijom u Hrvatskoj**”

SBK

DUGOROČNO PLANIRANJE I SIGURNOST OPSKRBE POTROŠAČA U UVJETIMA OTVORENOG TRŽIŠTA – 13. FORUM HED-a

U Zagrebu je, u organizaciji Hrvatskog energetskog društva (HED), krajem studenog 2004. godine, održan 13. Forum (Dan energije u Hrvatskoj) pod nazivom "Dugoročno planiranje i sigurnost opskrbe potrošača u uvjetima otvorenog tržišta".

Na Forumu se razmatralo sljedeće:

- Kako dugoročno planirati razvoj energetskog sustava u uvjetima otvorenog tržišta i ograničenja s aspekta zaštite okoliša, posebno kada je u pitanju izgradnja novih izvora i infrastrukture za umrežene energente?
- Utjecaj obnovljivih izvora na sigurnost opskrbe potrošača.
- Koja je uloga i razina odgovornosti države u planiranju energetskog sektora i sigurnosti opskrbe?
- Odnos odgovornosti upravljačkih tijela Europske unije i nacionalnih država u sigurnosti opskrbe.
- Odnos odgovornosti u nacionalnim granicama: tijela i institucije državne uprave, regulatorna tijela, poduzeća iz energetskog sektora, kupci, javnost i dr.
- Odgovornost država i drugih sudionika u regionalnim tržištima.
- Kako povećati sigurnost opskrbe u uvjetima otvorenog tržišta?
- Kako zaštititi potrošača od spekulacija, odnosno zlouporaba sistemskih ili institucionalnih pogreški u strukturi tržišta te od financijskog bankrota energetskih tvrtki?

Referate u okviru navedenih tema pripremili su sljedeći autori:

Banovac, E. – Barić, A. – Bregar, Z. – Budisavljević, Ž. – Čupin, N. – Dolader, J. – Doucet, G. – Franković, B. – Granić, G. – Ivanović, M. – Jandrić, N. – Jelavić, B. – Jurić, V. – Kemper, R. – Kučić, D. – Majdandžić, L.J. – Majstrovic, M. – Marasović, M. – Pavlin, Ž. – Pavlović, D. – Pešut, D. – Potočnik, V. – Rešković, S. – Rešković, V. – Sekulić, G. – Šourek, M. – Tomašić-Škevin, S. – Tomljenović, D. – Zeljko, M. – Žutobradić, S.

Tiskana je i knjiga s referatima i uručena sudionicima.

SBK

KOLIKA JE NAJVIŠA DOPUŠTENA BUKA U SREDINI U KOJOJ LJUDI RADE I BORAVE?

Novi Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (Pravilnik) objavljen je u Narodnim novinama broj 145. od 19. listopada 2004. godine i zamjenjuje stari iz Narodnih novina broj 37. od 7. veljače 2003. godine.

Zakon o zaštiti od buke (NN 20/03.) određuje mjere zaštite od buke na kopnu, vodi i u zraku te nadzor nad provedbom ovih mjera radi sprječavanja ili smanjivanja buke i otklanjanja opasnosti za zdravlje ljudi. U članku 2. ovog Zakona određuje se da ministar za zdravstvo donosi pravilnik u suglasnosti s ministrom nadležnim za rad i ministrom nadležnim za zaštitu okoliša i prostorno uređenje.

Temeljem ove odredbe donesen je novi Pravilnik kojim se propisuju najviše dopuštene razine buke u sredini u kojoj ljudi borave i rade.

Buka je svrstana u sljedeće kategorije:

- u vanjskom prostoru
- u zatvorenim boravišnim prostorima
- na radnom mjestu
- buka sadržaja za sport, rekreaciju i zabavu, povremeni izvori buke i
- buka gradilišta.

Prema članku 2. veličine za opisivanje buke te način i uvjeti mjerenja i određivanja tih veličina definirani su sljedećim normama:

- HRN ISO 1996 -1 -2 -3: Akustika – opis, mjerenje, utvrđivanje buke okoline
- HRN ISO 9612: Akustika- smjernice za mjerenje i utvrđivanje izloženosti buci u radnoj okolini
- HRN EN 60804: zvukomjeri s integriranjem i usrednjavanjem.

U članku 3. definirani su izrazi koji se koriste u Pravilniku: izvor buke, boravišni prostor, radni prostor, osnovna razina buke, ekvivalentna trajna razina buke, rezidualna buka, ocjenska razina, prilagođenje, itd. Nastavno su dane razine nekih kategorija buke.

Prema članku 4. veličine koje se odnose na dan vrijede i za večer.

U članku 5. dana je tablica 1. s dopuštenim ocjenskim razinama buke imisije u otvorenom prostoru. Vrijednosti iz tablice 1. odnose se na ukupnu razinu buke imisije od svih postojećih i planiranih izvora buke zajedno.

Tablica 1. Buka u vanjskom prostoru

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije u dB(A)	
		za dan (L _{day})	za noć (L _{night})
1.	Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
2.	Zona namijenjena samo stanovanju i boravku	55	40
3.	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	45
4.	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	65	50
5.	Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	- Na granici građevne čestice unutar zone – buka ne smije prelaziti 80 dB(A) - Na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči	

U članku 8. utvrđena je razina buke u boravišnim prostorima i prikazana u tablici 2., 3. i 4. i vrijede kod zatvorenih prozora i vrata.

Razine buke na radnom mjestu utvrđene su u članku 12. te svrstana u buku:

- s obzirom na ometanje rada
- s obzirom na zamjećivanje signala opasnosti ili upozorenja
- s obzirom na oštećenje sluha.

Tablica 2. Buka u zatvorenim boravišnim prostorima

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ekvivalentne razine buke dB(A)	
		za dan (L _{day})	za noć (L _{night})
1.	Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	30	25
2.	Zona namijenjena samo stanovanju i boravku	35	25
3.	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	35	25
4.	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	40	30
5.	Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	40	30

Tablica 3. Najviše dopuštene standardne razine buke

Vremenska značajka buke	Dopuštena razina buke u dB(A)
Stalna ili isprekidana buka (npr. grijanje, pumpe)	25
Kratkotrajna ili kolebajuća buka (npr. dizala, ispiranje WC)	30

Tablica 4. Najviše dopuštene ekvivalentne razine buke

Namjena prostora	Najviše dopuštene ekvivalentne razine buke dB(A)
Koncertne dvorane, kazališta i slične prostorije	25
Kina, čitaonice, izložbene prostorije, predavaonice, učionice i slične prostorije	35

Tablica 5. Razina buke s obzirom na ometanje rada

Opis posla	Najviše dopuštene ekvivalentne razine buke dB(A)
Najsloženiji poslovi upravljanja, rad vezan za veliku odgovornost, znanstveni rad	35
Rad koji zahtijeva veliku koncentraciju ili preciznu psihomotoriku	40
Rad koji zahtijeva često komuniciranje govorom	50
Lakši mentalni rad te fizički rad koji zahtijeva pozornost i koncentraciju	65

S obzirom na zamjećivanje signala opasnosti ili upozorenja, razina zvučnog signala opasnosti ili upozorenja mora biti 10 dB viša od postojeće razine buke na ispitivanom radnom mjestu.

Razina buke gdje su sadržaji za sport, rekreaciju i zabavu utvrđena je u člancima 13. do 15. Prema članku 15. objekti koji rade noću, u kojima se obavlja ugostiteljska djelatnost ili pružaju ugostiteljske usluge, a u kojima je dopušteno izvoditi glazbu, glazba može biti najviše razine 90 dB(A), srednje vršne razine 100 dB(A).

U članku 17. utvrđena je razina buke na gradilištima, prema kojemu je tijekom dnevnog razdoblja dopuštena ekvivalentna razina buke od 65 dB(A). U razdoblju od 8 do 18 sati dopuštena se prekoračenje ekvivalentne razine buke od dodatnih 5 dB(A).

U istom članku se navode i razine buke za razne situacije na gradilištu.

SBK

PROCJENA UTJECAJA NA OKOLIŠ

Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva donijelo je Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o procjeni utjecaja na okoliš, koji je objavljen u Narodnim novinama broj 136 od 30. rujna 2004. godine. Ove izmjene i dopune odnose se na tekst Pravilnika objavljenog u Narodnim novinama broj 59 od 16. lipnja 2000. godine.

Mijenja se naziv drugog poglavlja i glasi: "II: Zahvati za koje se provodi procjena utjecaja na okoliš".

Prema izmjenama procjena utjecaja na okoliš provode se i zahvati za koje je procjena utjecaja na okoliš provedena temeljem studije o utjecaju na okoliš izrađene u skladu s Pravilnikom o izradi studije o utjecaju na okoliš (NN 31/84.i 14/90.).

Popis zahvata iz Pravilnika o procjeni utjecaja na okoliš / NN59/2000.) stavlja se izvan snage i zamjenjuje popisom zahvata koji čini sastavni dio ovog Pravilnika.

Prema novom popisu zahvata nastavno se prikazuju podaci za elektroenergetske građevine.

A	B
II. Energetske građevine	
2.1. Elektroenergetske građevine	
– nuklearne elektrane i ostali nuklearni reaktori	– elektrane koje koriste obnovljive izvore energije snage 5 MW i manje (energija vode, sunca, vjetra, biomase, bioplina, geotermalna, valova, plime i oseke i dr.)
– termoelektre i druge energane koje koriste fosilna goriva	– dalekovodi, transformatorska i rasklopna postrojenja napona 110 kV ako su dio prijenosnog sustava, te 220 kV i višeg
– elektrane koje koriste obnovljive izvore energije snage veće od 5 MW (energija vode, sunca, vjetra, biomase, bioplina, geotermalna, valova, plime i oseke i dr.)	

SBK

IZ INOZEMNE STRUČNE LITERATURE

TRGOVINA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM MORA IMATI JASNA PRAVILA

Francuska je Njemačkoj najvažniji partner u europskoj trgovini električnom energijom i tu trebaju vladati jasna pravila, naglasili su predstavnici VDEW. Skoro polovica električne energije uvezena u Njemačku, godine 2002., potječe iz Francuske. U srpnju ove (2004.) godine Francuska će učiniti korak dalje u slobodnoj trgovini električne energije. Potrošači obrta moći će birati svog dobavljača.

EW, god.103(2004), br. 11

Mrk

POVEĆANJE SNAGE EU ELEKTRANA

EU sa svojih 15 članova imala je ukupnu snagu elektrana od 601.572 MW. Ulaskom novih članica ova se snaga povećala za 75.797 MW. Najviše je tome doprinijela Poljska, zatim Češka i Mađarska, a najmanje Malta. Kolika je snaga elektrana pojedine nove članice EU vidi se iz sljedećeg prikaza:

Zemlja	MW
Estonija	2.427
Letonija	2.113
Litva	5.762
Malta	577
Poljska	30.759
Slovačka	7.757
Slovenija	2.729
Češka	15.133
Mađarska	7.492
Cipar	988

Za usporedbu, zbroj snaga njemačkih elektrana uključujući industrijske i privatne, iznosio je godine 2002. okruglo 100.000 MW.

EW, god.103(2004), br. 11

Mrk

PROGRAM KUĆNIH PODRUMSKIH GORIVNIH ČELIJA

U njemačkoj pokrajini Baden-Württemberg prišlo se što većoj primjeni tehnologije gorivnih čelija. Iniciran je program 1000-podrumskih stacionarnih gorivnih čelija u sektoru kućne energije. No, Vlada je predložila da se taj program proširi na 100.000 podrumskih instalacija.

Zastupnici sviju stranaka složili su se da je pokrajina Baden-Württemberg u području tehnologije gorivnih čelija u europskom vrhu, ako nije i u vrhu svijeta.

EW, god.103(2004), br. 11

Mrk

VALOVI PROIZVODE ELEKTRIČNU ENERGIJU

Prema pisanju lista »Down to Earth« koji izlazi u New Delhiju u Indiji, u mjestu Kalali, u vremenu bez vjetera, valovima se dobiva električnu energiju. Četiri vala okreću rudo, koje preko prigona pogoni mali električni generator. Električna energija dobivena tim putem navodno stoji tek mali dio cijene energije dobivene iz vjetroelektrana ili sunčevih kolektora.

EW, god.103(2004), br. 11

Mrk

OGLEDNA TERMOELEKTRANA

Na temelju procjene mnogih elektroenergetskih stručnjaka, u Njemačkoj bi se do godine 2020. moralo izgraditi barem 45 termoelektrana. Sve bi one bile ložene fosilnim gorivom, i to 15 kamenim ugljenom, 4 smeđim ugljenom, a 26 zemnim plinom.

Na temelju manjka od 43.000 MW, ne računajući gašenje nuklearke, iza godine 2020. trebat će se graditi dodatna snaga. No, treba obnoviti i postojeće termoelektrane.

Povećanje potroška električne energije računano je za Njemačku godišnje 0,5 % do 1,0 %, a za Europu 1,5 % do 2,0 %.

Prema tome se očekuje velika potreba novogradnji elektrana između 2010. i 2020. godine, za Europu od 300.000 MW. Treba računati također i s time, ako se odustane od nuklearke, barem će se 80 % nadoknade morati naći u izgaranju fosilnih goriva.

Kako je ugljen glavni energent u bliskoj budućnosti njemačke su tvrtke zaključile da je potrebno konstruirati termoelektanu koja će najbolje zadovoljavati tehnički i ekološki.

Razvijena je elektrana za referencu RKW NRW (Referenzkraftwerk Nordheim-Westfalen) visoke korisnosti koja bi imala sve tražene prednosti.

Prema podacima World Energy Council-a treba računati da će se do godine 2020. emisija CO₂ globalno povećati iz termoelektrana na ugljen od današnjih 5,6 t na 9,1 milijardu tona. Uvođenjem elektrane RKW NRW emisija bi se mogla smanjiti na 6,6 milijardi tona. Poželjno bi bilo da prva takva termoelektrana uđe u pogon već 2008.

EW, god. 103(2004), br. 14

Mrk

AMERIČKA INICIJATIVA ZA KONSTRUKCIJU NOVE GENERACIJE NUKLEARKI

Odbijanje gradnje novih nuklearnih elektrana i traženje da se ugase stare, javlja se svugdje u svijetu. No, s druge se pak strane nastoji smanjiti emisija CO₂.

U takvim svjetskim prilikama u Americi se javlja inicijativa za izgradnju multilateralne nuklearne elektrane na znanstveno

tehničkoj osnovi, koja bi se gradila diljem svijeta u vremenu od tri dekade.

U toj nuklearnoj elektrani, četvrte generacije, malo bi bilo novoga, ali bi se težište bacilo na ekonomičnost i sigurnost. Projektom i konstrukcijom nove nuklearne elektrane modificiraju se američki interesi u svjetskoj nuklearnoj politici.

EW, god. 103(2004), br. 11

Mrk

PRIDRUŽENJE NOVIH ČLANICA EU I ENERGETSKI MIKS

Priključenjem deset novih članica, nije se EU energetska miks mnogo promijenio. Još uvijek su ugljen i nuklearna energija glavni energetski izvori za dobivanje električne energije. Obnovljivi energetski izvori igraju vrlo malu ulogu. Koliko se kojih energenata, u postocima, troši, u pojedinim zemljama EU, vidi se u priloženoj tablici.

	Nuklearna energija	Ugljen, nafta, plin	Vodne snage	Obnovljiva energija
	%	%	%	%
Belgija	57	39	2	2
Danska	0	87	0	13
Njemačka	29	62	5	4
Finska	30	42	15	13
Francuska	77	10	12	1
Grčka	0	93	5	2
V. Britanija	22	64	2	2
Irska	0	93	5	2
Italija	0	79	18	3
Luxemburg	0	73	24	3
Nizozemska	4	93	0	3
Austrija	0	32	65	3
Portugal	0	80	18	2
Švedska	46	8	46	0
Španjolska	26	58	11	5
EU 15	33	52	12	3
Estonija	0	100	0	0
Latvija	0	35	65	0
Litva	80	15	5	0
Malta	0	100	0	0
Poljska	0	97	3	0
Slovačka	54	29	17	0
Slovenija	41	36	23	0
Češka	25	71	4	0
Mađarska	39	59	1	1
Cipar	0	100	0	0
EU 25	32	54	11	3

Sve je ove podatke, za 2002. godinu, dao njemački VDEW *EW*, god.103(2004), br. 12

Mrk

NOVE ČLANICE EU ŽELE ZADRŽATI NUKLEARNE ELEKTRANE

Ulaskom u EU deset novih članica, povećao se i broj nuklearnih reaktora u Uniji. Pet zemalja od njih deset, koriste električnu energiju iz nuklearke. To su zemlje koje ili uopće nemaju drugih energenata ili su oni mali.

Koliko je u kojoj novopriključenoj zemlji nuklearnih blokova, kolika je snaga nuklearnih elektrana i njihova proizvodnja, u 2003. godini, vidi se iz priložene tablice.

Zemlja	Broj nuklearnih blokova	Bruto snaga MW	Proizvodnja TWh	Udio nukl. energija %
Latvija	2	2.600	15,5	80,6
Slovačka	6	2.640	180	57,8
Slovenija	1	770	5,3	39,0
Češka	6	3.744	25,9	30,5
Mađarska	4	1.866	11,0	32,7

Zemlje koje se služe nuklearnom energijom, izjavile su da će i nadalje koristiti nuklearnu energiju za proizvodnju električne energije. Nove članice raspolažu s ukupno 19 nuklearnih reaktora, većinom ruske proizvodnje. Budući da su ovakvi reaktori svojevremeno građeni s nedostatnom sigurnošću, oni su uz međunarodnu pomoć modernizirani.

Europska komisija traži, da se neke od tih nuklearnih elektrana što prije ugase.

U Litvi traže da se u vremenskom rasponu od 2005. do 2009. godine stave izvan pogona dva nuklearna bloka, premda 81 % električne energije dolazi iz nuklearke. U parlamentu je diskutirano o produljenju njihova rada, jer bi njihovim ispadom nastale velike privredne teškoće. Planira se nova nuklearka.

I u Slovačkoj Republici trebaju se, na pritisak EU, ugasiti dva reaktora, u vremenu od 2006. do 2008. godine. Zemlja raspolaže s još četiri reaktorska bloka, a dva su u gradnji.

Češka Republika raspolaže s ukupno šest reaktora, a nuklearna elektrana Temelin pred kratko je vrijeme ušla u pogon.

Mađarska ima u nuklearnoj elektrani Paks, četiri nuklearna bloka, kojima je također u velikom opsegu poboljšana sigurnost.

EW, god. 103(2004), br. 12

Mrk

MODERNA TERMOELEKTRANA NA SMEĐI UGLJEN

Njemačka tvrtka »RWE-Power« sklopila je ugovor za gradnju moderne termoelektrane na smeđi ugljen. Ona će biti građena s optimalnom tehnikom (B&A), prema saveznom zakonu o zaštiti prirode.

Planirano je jednobločno ili dvobločno postrojenje, ukupne snage 1.050 MW i korisnosti od 43 %. Postrojenje bi se gradilo na lokaciji Neurath i time zamijenilo stara postrojenja. Termoelektrana bi, prema planu, mogla ići u pogon 2010. godine.

Investicijski se volumen procjenjuje na 1,2 milijarde eura, ako se odabere jednobločno rješenje, odnosno oko 2 milijarde eura za dvobločnu izvedbu.

Povećanjem korisnosti ove termoelektrane mnogo će se uštedjeti na emisiji CO₂.

EW, god.103(2004), br. 12

Mrk

OBNOVLJIVI ENERGETSKI PLINOVİ

Već više od 10 godina politički prioritet EU je kvaliteta zrak i unaprjeđivanje obnovljive energije. Očekuje se, da će zaduženja po Kyoto protokolu imati znatno djelovanje na energetske politiku ovog stoljeća, a obnovljiva će energija imati sve veću ulogu. Prema mišljenju njemačkog Saveznog ministarstva iz godine 2003. , trebalo bi pojačanom izgradnjom obnovljivih energetskih izvora i većom korisnosti sniziti, do godine 2050., emisiju CO₂ na 80 %, u usporedbi s godinom 1990. Već u godini 2020. trebalo bi 27 % električne energije i 11 % primarne energije dolaziti iz obnovljivih energetskih izvora. Do godine 2050. trebao bi porasti udio obnovljivih izvora, u konačnoj uporabi energije, na 50 %.

Prema mišljenju europske udruge za biomasu (Aebiom), ukoliko bi se iskoristila sva biomasa, do godine 2010., otvorilo bi se milijun novih radnih mjesta. Biomasa je u Europi najvažniji obnovljivi energent. U godini 2000. biomasa je pokrivala u EU 3,3 % primarne energije.

Veliki doprinos regenerativnoj energiji u Europi mogu dati regenerativni plinovi kao bioplin, plinovi iz deponija i rudnika.

Od novih članica Unije, najveći potencijal korištenja bioplina i plinova iz deponija ima Poljska. Ovakvi se potencijali u Mađarskoj procjenjuju na 60 MW. Ona mora, udovoljiti obvezama iz Kyoto protokola, do godine 2010. povećati udio obnovljive energije od današnjih 3,4 na 6 %.

U Češkoj se Republici procjenjuje biopotencijal, energetski potencijal plinova, na oko 30 MW.

Španjolska želi također povećati udio obnovljive energije, pa je povećala naknadu za njeno korištenje. Nastoji povećati udio obnovljive energije u primarnoj od 6 na 12 %. Budući da su s gospodarskom dinamikom rasle i emisije štetnih plinova, emisija CO₂ narasla je, u razdoblju od 1990. do 2000. godine, za 30 %. U okviru Kyoto protokola Španjolskoj je dopušteno da do godine 2012. poveća emisiju za 12 %, ali to je već odavno prijedeno. Zato deponijski plin i projekti vezani za njegovo iskorištenje imaju veliko značenje. Najveće europsko postrojenje, od 12,5 MW, izgrađeno je u španjolskoj deponiji Gorraf, kraj Barcelone.

Francuska je od godine 2001. uvela naknade za električnu energiju dobivenu deponijskim plinom. Računa se da je energetski potencijal plinova iz deponija oko 350 MW. Od godine 1997., dobavljači električne energije obvezni su koristiti energiju plina s deponija.

Danas se samo u Njemačkoj dobiva naknada za električnu energiju, dobivenu iz jamskog (rudničkog) plina. Premda jamski plin, u užem smislu, ne spada u obnovljive plinove, zaštita okoliša govori da zakonodavac mora potpomagati uporabu jamskog plina za elektroenergetske svrhe.

Europski otkop ugljena već godinama pada. Od godine 1980. do 2000. pao je za 60 %. Ovakav je razvoj počeo u zapadnoj Europi šestdesetih godina, a sad se javlja i u istočnoj Europi.

Napušteni rudnici ugljena mogu igrati značajnu ulogu u energetici. Stručnjaci tvrde da jamski plin, većinom metan, izlazi iz napuštenih ugljenokopa još 20 godina. Samo u Ukrajini se procjenjuje da izlazi godišnje iz rudnika oko 3,5 milijardi tona plina. Metan je plin koji ima vrlo veliki utjecaj na klimu, mnogo više nego CO₂, pa je korisno da izgara.

Uporaba jamskog plina, za energetske svrhe, najraširenija je u Njemačkoj. Ona je razvila svu potrebnu tehnologiju i ne može se uspoređivati s drugim zemljama.

Velika Britanija realizirala je mnoge projekte za obnovljivu energiju, ali ni jedan na bazi jamskog plina.

Za Njemačku je Francuska najveće tržište postrojenja koje koriste jamski plin.

U Poljskoj, računajući samo na tri mjesta, procijenjeno je da godišnje izade iz jama oko 300 milijardi m³ jamskog plina, koji se samo 70 % loži u kotlovima. Eksperti smatraju da su mogućnosti mnogo veće.

Enormni potencijal jamskog plina leži u Sjevernoj Americi i Kini, u čemu Njemačka vidi velike mogućnosti izvoza svoje tehnologije.

EW, god. 103(2004), br. 12

Mrk

ISTOČNA EUROPA PONOVO U UCETE SUSTAVU

U nedjelju 10. listopada izvršeno je ponovno uključivanje dviju sinkronih zona UCETE-a na razini 400 kV dalekovoda, a zatim i povezivanje na razini 220 i 110 kV dalekovoda, te je tako postao jedan od najvećih sinkronih sustava na svijetu (slika 1).

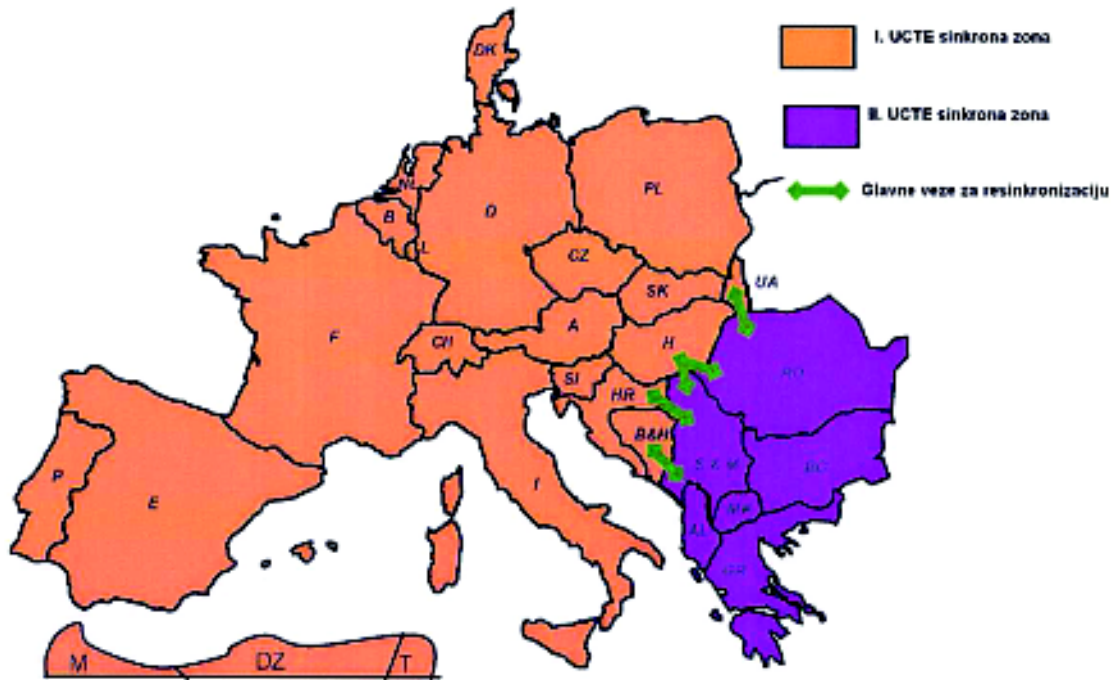
Povezivanje je počelo sa 400 kV dalekovodom Arad (Rumunjska) – Sandofalva (Mađarska), slijedilo je povezivanje dalekovoda Sandofalva – Subotica, zatim Podgorica – Trebinje, Mukačevo (Ukrajina) – Rosiori (Rumunjska) i na kraju Mladost – Ernestinovo. Nakon tog povezivanja čitava kontinentalna Europa postala je jedno sinkrono elektroenergetsko područje koje opskrbljuje 450 milijuna ljudi u 22 države električnom energijom s oko 2.300 TWh godišnje.

Cijeli ovaj pothvat koordinirao je Nacionalni dispečerski centar u Zagrebu. Dvije i pol godine trajale su opsežne pripreme. Naime, dvije UCETE zone, zbog rata u bivšoj Jugoslaviji, bile su isključene iz UCETE sustava 1991. godine. Bili su isključeni svi dalekovodi koji hrvatski sustav povezuju s europskim, a isto tako i elektroenergetski sustav Bosne i Hercegovine.

Ponovno uključivanje nije bilo moguće provesti bez rekonstrukcije i izgradnje odgovarajuće infrastrukture.

Tako je u 2003. godini dovršena obnova i izgradnja trafostanice TS 400/110 kV Ernestinovo s pripadajućim dalekovodima, koja je u ratu uništena. Iste godine dovršena je izgradnja trafostanice TS 400/220/110 kV Žerjavinec s pripadajućim dalekovodima. Za financiranje ove infrastrukture u Republici Hrvatskoj korišteni su krediti.

U kolovozu 2004. godine stavljeni su u pogon dalekovodi Mostar – Gacko s pripadajućim trafostanicama Ugljevik – Ernestinovo i Sarajevo – Mostar. Za financiranje infrastrukture u Bosni i Hercegovini korištena su sredstva iz programa «Power III.» koja su osigurale internacionalne financijske institucije.



Slika 1. Rekonekcija istočne Europe u glavni UCTE sustav

Za pripremu i provedbu ponovnog uključivanja UCTE je imenovao 2002. godine Tim za provedbu rekonekcije ET (ponovno uključivanje). Svi operatori prijenosnih sustava TSO usko su surađivali s ovim Timom. Tim je pripremio program resinkronizacije, koji je bio usvojen od svih operatora TSO i drugih uključenih članova iz tih regija. Svoj dio programa Hrvatska je realizirala do 23. rujna 2004. godine.

www.ucte.org, www.energocentral.com

SBK

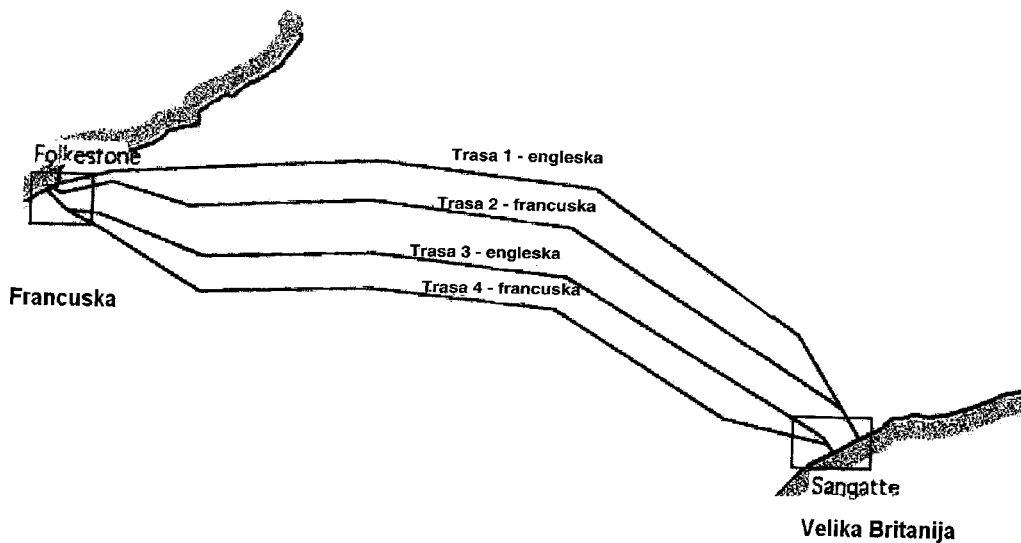
POPRAVAK KVARA NA INTERKONEKCIJI FRANCUSKA – VELIKA BRITANIJA

Prva podmorska elektroenergetska veza između Francuske i Velike Britanije IFA 160 preko Kanala La Manche izgrađe-

na je 1961. godine. Bila je to istosmjerna interkonekcija, snage 160 MW. Kako je to ribolovno područje, uslijedili su česti prekidi uzrokovani sidrima.

Stoga je 1981. godine načinjena zajednička studija Francuske i Velike Britanije, koja je bila podloga za donošenje odluke, da se nešto istočnijom trasom izgradi istosmjerna interkonekcija većeg kapaciteta. Nova istosmjerna interkonekcija IFA 2000, snage 2000 MW, stavljena u pogon 1986. godine i povezuje Sangatte na francuskoj obali s Folkestone na engleskoj obali (slika 1.). Prva konekcija IFA 160 demontirana je 1982. godine za vrijeme polaganja novih podmorskih kabela.

Dužina podmorskih trasa iznosi između 43 (trasa 4) i 46 kilometara (trasa 1). Na svakoj trasi položena su po dva podmorska kabela. Izabrana tehnologija temelji se na tehnici impregnirane mase sa zaštitnom armaturom, visoke peri-



Slika 1. Interkonekcija IFA 2000 Francuska – Velika Britanija

ferne mehaničke sile. Kabeli, koji povezuju podmorske kabele s konverterskim stanicama na kopnu uljem su punjeni podzemni kabeli. U Francuskoj konverterska stanica je locirana u mjestu Bonningues-les-Calais, 7 km udaljenom od obale. U Engleskoj je to Sellindge, 17 km udaljen od mora.

Prema ugovoru kabeli položeni na trase 1 i 3 vlasništvo su engleskih operatera prijenosnog sustava (NGT – National Grid Transco), 2 i 4 francuskih operatera prijenosnog sustava (RTE). Svaka strana odgovara za svoj dio, ali za poduzimanje bilo kakvih aktivnosti potrebna je međusobna suglasnost i suradnja.

Poučeni iskustvom prve interkonekcije operateri objiju strana više pozornosti su posvetili razmatranju buduće raspoloživosti interkonekcija nego njezinom komercijalnom radu, iako je vjerojatnost nastanka kvara mala ako su ljudi i oprema bili spremni i prije pojave kvara. Da bi poboljšali opremu za intervencije, već 1990. godine strojevi za polaganje i izvlačenje kabela zamijenjeni su fleksibilnijim uređajima MED1, specijalno projektiranim za izvođenje operacija popravka kvarova, kojima se može upravljati s površine. Sva potrebna oprema za popravak bila je smještena u Dunkirku te spremna za korištenje u bilo kojem trenutku. Isto tako su sklopljeni ugovori s relevantnim kompanijama, čiji će stručnjaci sudjelovati u otklanjanju kvara.

Kad je u ožujku 2003. godine nastao kvar na jednom od kabela u vlasništvu Francuza, mobilizirani su timovi od 60-tak stručnjaka odgovarajućih specijalnosti i za manje od 15 dana kvar je bio otklonjen.

Najteže je bilo lokalizirati kvar. Kako se radi o različitim tipovima kabela bila je to dodatna poteškoća. Pri lociranju kvara koristila se ekonometrijska tehnika. Kvar je lociran na oko 39-tom kilometru od Sangattea. Polovicom travnja ronionci su na dubini od 20 metara odsjekli oštećeni dio kabela i izvukli krajeve neoštećenog dijela kabela na površinu jedan po jedan, gdje se obavilo spajanje s kabelom koji zamjenjuje oštećeni dio. Tako je krajem svibnja 2003. godine kvar bio otklonjen i interkonekcija ponovo u radu pod punim opterećenjem.

Eksperti su konstatairali da je kvar nastao zbog mehaničkog oštećenja koje je moglo nastati već kod polaganja kabela. Analiza je pokazala da nije bilo starenja izolacije i armature nakon dva desetljeća pogona.

Ova izvanredna operacija potvrdila je ispravnost monitoringa i spremnost tima kao i opreme za brzu i efikasnu intervenciju na otklanjanju kvara na podmorskom kabelu.

Electra, No. 213, April 2004.

SBK

PRVO KOMERCIJALNO KORIŠTENJE ENERGIJE VALOVA

Prvi kilovatsati električne energije komercijalno proizvedeni pomoću energije valova potekli su u britansku električnu mrežu. Postrojenje Pelamis, razvijeno i proizvedeno u kompaniji Ocean Power Delivery, u Velikoj Britaniji, instalirano je u novom europskom centru za energiju mora European Marine Energy Centre, u Orkney-u. Razvoj ovog postrojenja trajao je 6 godina, a temelji se na tehnologiji za offshore industriju. To je djelomično potopljeni uređaj sastavljen od cilindričnih odjeljaka međusobno povezanih zglobovima (slika 1). Cijeli je uređaj fleksibilno učvršćen na morsko dno kako bi se mogao ljuljati čeonim dijelom prema nadolazećim valovima, dok brjegovi valova prelaze preko njega.

Valovi izazivaju kretanje tih zglobova, a ovi pokreću hidrauličke poluge koje pumpaju visokotlačno ulje kroz hidrauličke motore. Hidraulički motori pokreću električni generator koji proizvodi električnu energiju. Proizvedena električna energija odvodi se do mjesta koje je povezano sa zemaljskom električnom mrežom.

Nominalna snaga pojedinog uređaja Pelamis je 750 KW. Dužine je 150 metara, promjera 3,5 metra te težine 750 tona. Može opskrbljivati električnom energijom 500 kućanstava. Prošao je sva testiranja te je u stanju komercijalno proizvoditi električnu energiju za 500 domaćinstava.

Jedna farma s 40 Pelamis uređaja, instalirane snage 30 MW, smještena na površini od 1 km² može proizvesti električne energije za 20.000 kućanstava. Dvadesetak takvih farmi moglo bi opskrbljivati grad veličine Edinbourga.

International Power Generation, Vol. 27, No 3, May 2004, No 5, September 2004; *Refokus*, September/October 2004.

SBK



Slika 1. Pelamis – uređaj za korištenje energije valova

NUKLEARNA SIGURNOST I UPRAVLJANJE RADIOAKTIVNIM OTPADOM U EU

Komisija EU za energiju i transport (Komisija) smatra da u proširenoj EU treba biti veća harmonizacija standarda iz područja sigurnosti nuklearnih instalacija u državama koje su sada postale članice EU, ali i u onima koje su kandidati. To je i razumljivo kada se ima na umu podatak da udio proizvodnje električne energije u EU u nuklearkama iznosi oko 32 %. Za pojedine zemlje članice udio proizvodnje električne energije u nuklearkama prikazan prema slici 1. u postotku njihove ukupne proizvodnje u 2003. godini. Iz slike 1. se vidi da najveće udjele imaju Litva i Francuska (79,9 % i 77,7 %), a najmanji Nizozemska (4,5 %). Ne treba zaboraviti niti da stanoviti broj zemalja ima nuklearke starijeg tipa sa sovjetskom tehnologijom.

Proteklih mjeseci prioritet Komisije je utvrđivanje prijedloga zakona o nuklearnoj sigurnosti i upravljanju radioaktivnim otpadom u Europskoj uniji (EU). Nacrt zakona nazvanog »nuklearni paket« treba uvesti zajednički europski pristup nuklearnoj sigurnosti i standardima zbrinjavanja otpada. Tu je uključena i detaljna regulativa o fondu za dekomisiju koja bi bila obvezna za sve države članice EU. Ovo su ključni instrumenti za osiguranje veće transparentnosti, racionalizaciju rasprava i razbijanje straha javnosti od ovog izvora energije. Vijeće bi trebalo pravodobno raspraviti ove nacрте kako bi se zakoni mogli što prije usvojiti. Naime, novi prijedlog se šalje Europskom parlamentu i Vijeću na raspravu. Komisija se nada da će ovi zakoni biti prihvaćeni u prvoj polovici 2005. godine.

Nuklearni paket prvi put je predstavljen u studenom 2002. godine. Na zahtjev nekih država članica EU među kojima su Velika Britanija, Njemačka i Finska kao i nekih tijela indus-

trije, kao što su Foratom i Eurelectric, tekst je revidiran. Predloženi tekst nije prihvaćen, jer one imaju nacionalne regulative i utvrđene nadležnosti, koje dobro funkcioniraju. One smatraju da je nuklearna energija, odnosno nuklearna sigurnost i odlaganje radioaktivnog otpada stvar vlastite zemlje. Uvažavajući njihove zahtjeve Komisija je pripremila revidirani tekst koji je publiciran u siječnju 2003. godine.

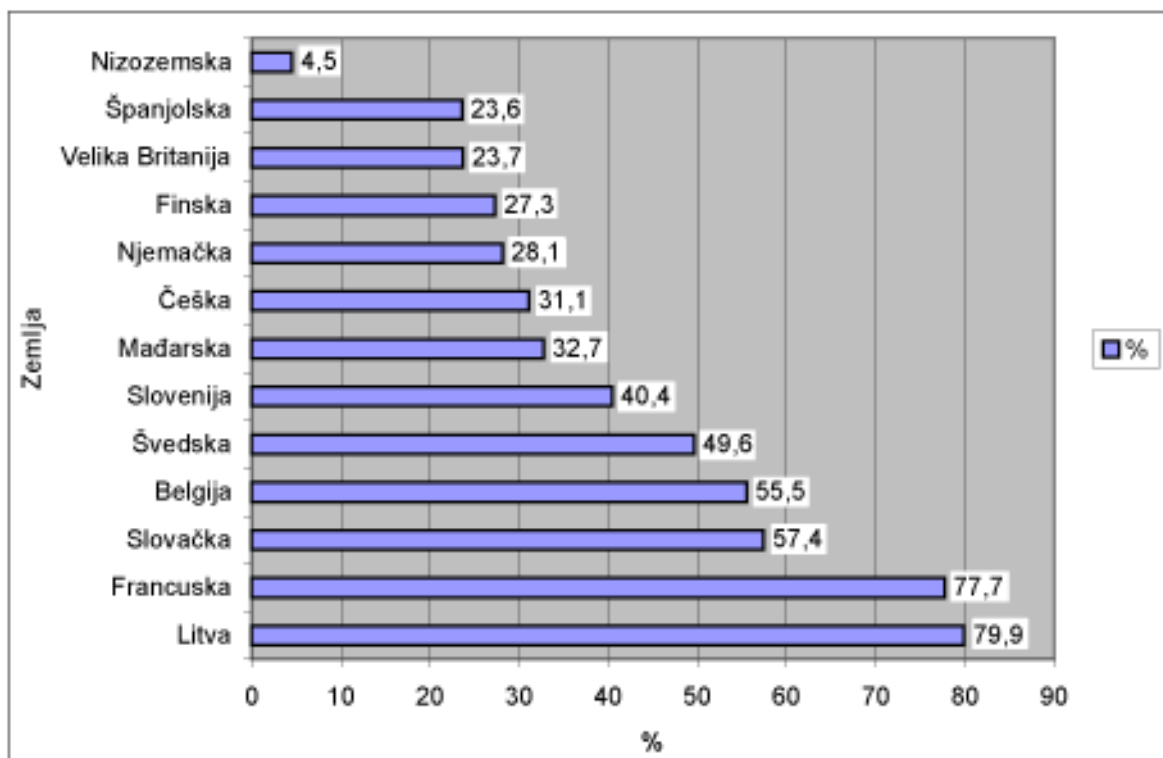
U najnovijoj verziji predloženih zakona promjena u odnosu na izvorni tekst odnosi se na fondove za dekomisiju, jer je bilo propisano da to bude odvojeni fond. Sad se traži da svaka zemlja osigura sredstva za tu namjenu na njoj najprikladniji način i da ta budu dostupna kada to bude potrebno.

Isto tako nije prihvaćen prijedlog da odlagališta radioaktivnog otpada budu duboka geološka odlagališta, već je dopunjen sa zahtjevom da se o tome treba voditi računa. Što se tiče upravljanja radioaktivnim otpadom, umjesto uvida od strane Komisije u terminske planove zbrinjavanja tog otpada, Komisiji će biti potrebno podastrijeti nacionalne programe.

Kako Velika Britanija i dalje ostaje pri svojem stavu da je nuklearna energija stvar same države i dalje dolazi u konflikt s Komisijom. Sporno postrojenje je postrojenje u Sellafieldu u kojem je uskladišten materijal o kojem Komisija ne može dobiti adekvatne informacije. Komisija je, nakon desetljeća svađe oko pristupa inspektora tom postrojenju, pokrenula sudski postupak kod Europskog suda protiv Velike Britanije. To je prvi put da je Komisija poduzela legalne poteze protiv države članice EU zbog nuklearne sigurnosti.

Power Engineering International, Vol. 12, No 10, October 2004.

SBK



Slika 1. Udio proizvodnje električne energije u nuklearkama u EU u 2003.

ZAHTEJEVI NJEMAČKOG ENERGETSKOG GOSPODARSTVA ZA UTVRĐIVANJE ENERGETSKO-POLITIČKIH OKVIRA ZA IZGRADNJU NOVIH PROIZVODNIH OBJEKATA

Zajedničko stajalište udruga VDEW, VKU, VRE, AGFW, VDN, VGB*

1. Želimo jasnu podjelu zadaća između države i elektroprivrede u uvjetima liberaliziranog energetskeg tržišta: utvrđivanje političkih okvira i ponašanje poduzeća unutar tih okvira

Na liberaliziranom tržištu poduzećima su potrebni jasni uvjeti poslovanja. Poduzeća moraju snositi odgovornost za investicije unutar okvira postavljenih od države. Ti okviri moraju dati poduzećima dovoljno prostora za slobodno poduzetništvo. Energetsko – politički ciljevi moraju biti utvrđeni na političkoj razini. Putovi za dostizanje utvrđenih ciljeva moraju se pronalaziti u tržišnim procesima.

2. Trebamo jasne, ekonomski utemeljene i dugoročno pouzdane političke okvirne uvjete

Investicijske odluke u elektroprivredi imaju dugoročne ciljeve. Stoga je kvaliteta energetske-političkih okvirnih uvjeta od posebnog značenja.

Okvirni uvjeti moraju biti:

- jasni i nedvosmisleni: nejasni okvirni uvjeti otežavaju investiranje
- ekonomski racionalni: ne smiju se postavljati pretjerani zahtjevi na poduzeća i gospodarstvo u smislu njihove visoke osposobljenosti i prilagodljivosti na tržišne promjene
- dugoročno pouzdani: elektrane i mreže su dugog vijeka. Pogrešne investicije su preskupe za potrošače i gospodarstvo.

Ovdje se ne radi se o isključivanju poduzetničkih rizika, već o izbjegavanju politički uzrokovanih “Stranded investments”.

3. Protivimo se državnom utjecaju na tržište proizvodnje električne energije, jer bi taj utjecaj ograničio djelotvornost tržišta

U prvoj fazi liberalizacije su prekomjerni proizvodni kapaciteti doveli do sniženja cijene i obustavljanja neekonomičnih elektrana. U drugoj fazi, u kojoj postojeći proizvodni kapaciteti jedva pokrivaju trenutnu potrošnju, rast tržišnih cijena, a naročito cijena za vršnu energiju najavljuje potrebne investicijske poticaje.

4. Trebamo iste tržišne uvjete za sve energente i tehnologije

Nejednaki uvjeti na tržištu vode neoptimalnoj diversifikaciji energenata i tehnologija, a time i povećanim gospodarskim troškovima. Državna energetska politika bi trebala iz-

bjegavati diskriminaciju, odnosno privilegiranje pojedinih energenata i tehnika.

5. Držimo da je potrebno pri primjeni ekološko-političkih mjera voditi računa o energetske-političkim ciljevima

Ni jedan energent ne može sam za sebe ispuniti zahtjeve energetske-političkog ciljnog trokuta: sigurnost opskrbe, ekonomičnost i ekološku podnošljivost. Stoga se njemačka opskrba električnom energijom dosada oslanjala na široku diversifikaciju energenata i tehnologija. Prenaglašavanjem jednog cilja ugrožava se ta ravnoteža. To može stvoriti značajne dodatne troškove za poduzeća, potrošače i gospodarstvo. Uravnotežena državna energetska politika treba isključiti takve mogućnosti.

6. Predlažemo da državna energetska politika vremenski ograniči poticaje za nove proizvodne tehnologije

Pri daljnjim politički uvjetovanim poticajima proizvodnih tehnologija trebalo bi za iste stvoriti stroga mjerila. Odlučujući kriterij je učinkovitost, tj. trebalo bi željene političke ciljeve ostvarivati uz minimalne troškove. Nadalje, trebalo bi ograničenjem vremenskog trajanja poticaja, onemogućiti trajno subvencioniranje pojedinih energenata i tehnologija.

7. Smatramo da političko poticanje izgradnje vjetroelektrana mora biti usmjereno i prošireno na izgradnju mreže i infrastrukture elektrana

Stavljanje na raspolaganje nestalne električne energije iz vjetroelektrana, predstavlja posebni izazov za postojeću infrastrukturu elektrana i mreže. Budući da vjetroelektrane isporučuju nestalnu energiju, moraju stajati na raspolaganju rezervne elektrane za osiguranje stalne opskrbe energijom. Udio regulacijske energije elektrana raste s izgradnjom novih vjetroelektrana. Za razliku od postojeće infrastrukture elektrana, lokacijski usmjerenih na težišta potrošnje električne energije, vjetroelektrane se pretežito nalaze na lokacijama s malom gustoćom potrošnje. Stoga izgradnja vjetroelektrana zahtijeva paralelnu izgradnju mreže, naročito visokonaponske mreže, da bi se energija vjetroelektrana dopremila do potrošačkih centara.

Budući da je izgradnja mreže vremenski veoma zahtjevna i složena zadaća, elektroprivreda traži od politike potporu u donošenju mjera za ubrzanje postupka dobivanja dozvola.

8. Trebamo integraciju novih tehnologija u postojeću infrastrukturu prema redoslijedu troškova koje izazivaju

Sve veći troškovi koji nastaju izgradnjom obnovljivih izvora idu na teret mreže i time povećavaju troškove mreže. Liberalizacijom tržišta neki stupnjevi elektroprivrednog tehnološkog lanca su postali samostalni. To zahtijeva također i pridjeljivanje troškova pojedinih stupnjeva vrijednosnog lanca onim segmentima koji su ih izazvali. Primjerice, integracijske troškove koje izazivaju vjetroelektrane (između ostalih energija uravnoteženja, troškovi izgradnje mreže) treba pridijeliti operatorima vjetroelektrana, jer nestalna raspoloživost energije vjetra nije problem mreže već problem proizvodnje. Takvo pridjeljivanje troškova je u skladu s kriterijima o razvidnosti i nediskriminaciji.

9. Smatramo da je važna zadaća politike nenarušavanje tržišnog nadmetanja, ne samo u europskim, već i međunarodnim okvirima

Njemačko prednjačenje u zaštiti okoliša i klime u europskim i svjetskim razmjerima je moguće samo pri sposobnom i na promjene prilagodljivom gospodarstvu. Ono je razumno

* VDEW – Elektroprivredna udruga

VKU – Udruga komunalnih poduzeća

VRE – Udruga poduzeća za opskrbu električnom energijom (na državnoj i regionalnoj razini)

AGFW – Udruga toplinskog gospodarstva

VDN – Udruga njemačkih operatora EES-a

VGB – Udruga proizvođača električne energije i topline

samo ako se na međunarodnoj, odnosno globalnoj razini postižu trajni željeni učinci. Inače je samostalno nacionalno angažiranje kontraproduktivno, jer pogoršava ekonomski temelj budućeg razvoja njemačkog gospodarstva.

10. Moramo pojačati istraživanje i razvoj u energetici na širokoj osnovi

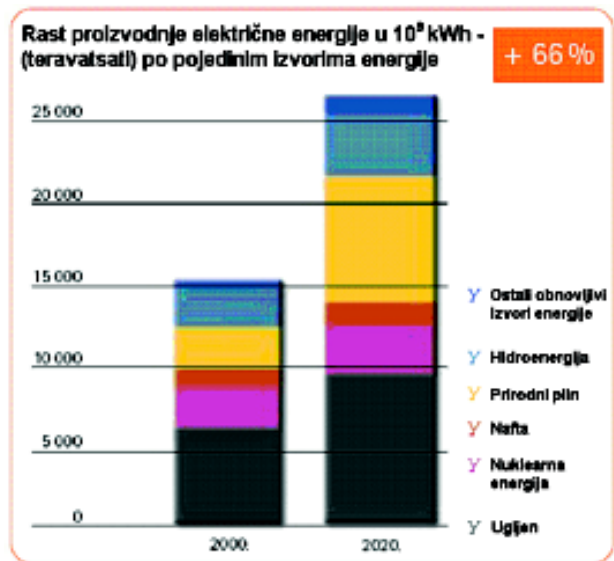
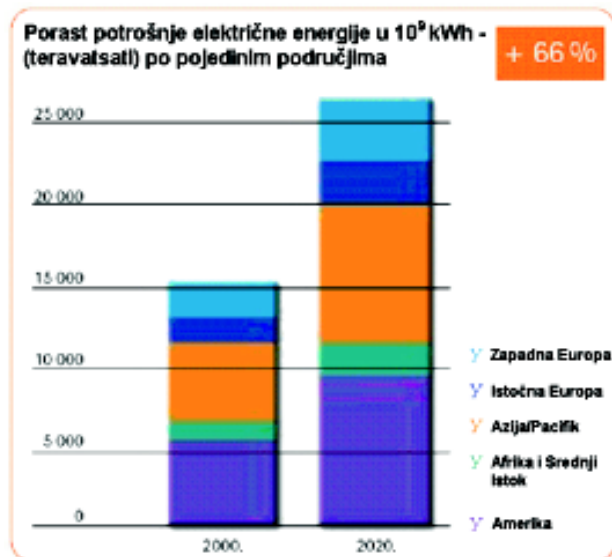
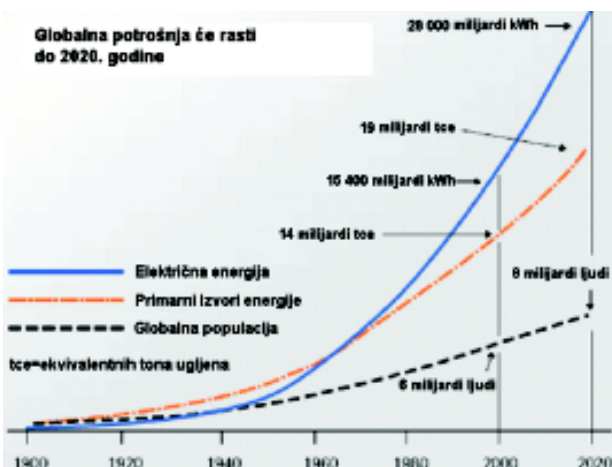
Široko postavljena tehnološka ofenziva, kako na strani ponude (proizvodnje električne energije), tako i na strani potrošnje električne energije, može smanjiti ciljne sukobe između sigurnosti opskrbe, ekonomičnosti i ekološke podnošljivosti.

Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. – VDEW (19. 1. 2004)

doc

RAZVOJ POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U SVIJETU

Zahvaljujući brzom rastu svjetskog stanovništva u sljedećih 25 godina bit će potrošeno više električne energije nego što je proizvedeno u cijelom razdoblju od početka proizvodnje električne energije. Potrošnja električne energije će brže rasti od bilo kojeg drugog oblika energije. Trend rasta električne energije je neprekidan. Trenutačno više od četvrtine svjet-



skog stanovništva nema mogućnost korištenja električne energije. Taj će se udio i u idućem razdoblju neznatno promijeniti. Prema prognozama, najveći porast potrošnje električne energije će se ostvariti u zemljama u razvoju Južne Amerike i Azije.

Fosilni energenti će ostati najvažniji izvori energije i pokrivat će više od 90% rasta potrošnje. Potrošnja prirodnog plina za proizvodnju električne energije će se do 2020. godine utrostručiti, i pored činjenice da je najmanje dostupan kao primarni energent. Potrošnja ugljena će također rasti, ali sporije od nafte i plina. U strukturi primarne potrošnje rast će uloga obnovljivih izvora.

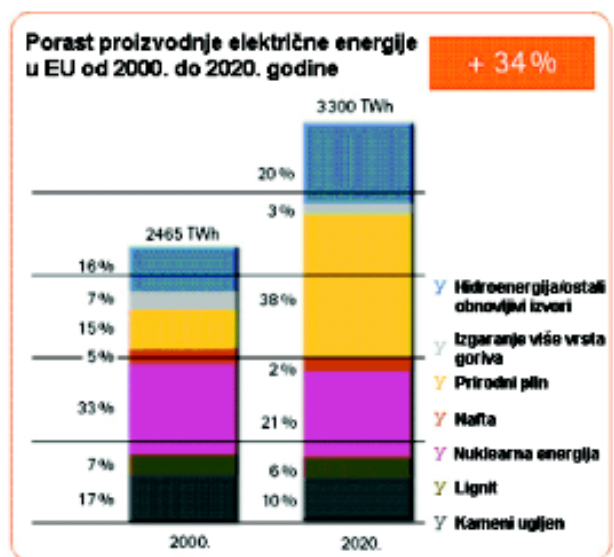
VGB, Power Tech Zahlen und Fakten zur Stromerzeugung 2003.

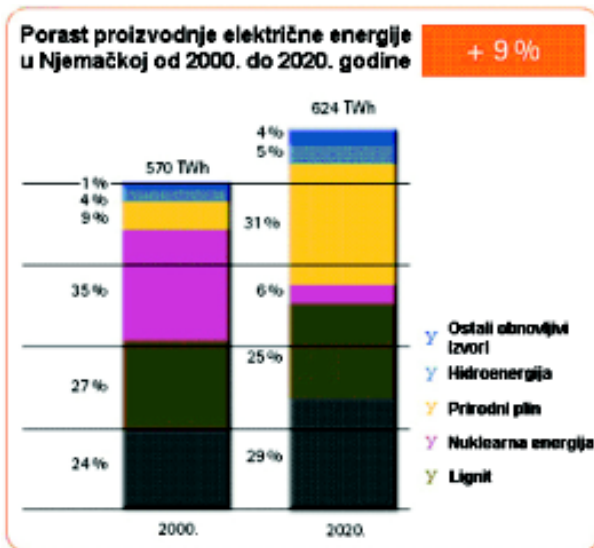
VGB, Power Tech, Izvor: UN, IEA, WEC, Siemens

doc

RAZVOJ PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U EU I NJEMAČKOJ

Proizvodnja električne energije u Europi će do 2020. godine porasti za 34%. I nadalje će rasti ovisnost Europske unije o





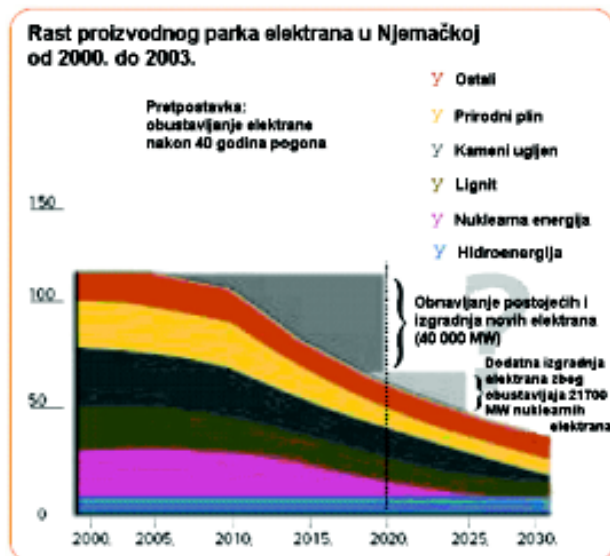
uvozu energije i dostići će visoku razinu od oko 70%. Proizvodnja električne energije na bazi prirodnog plina će porasti sa 15 na 38%. Udio proizvodnje električne energije u nuklearnim elektranama će pasti sa 33 na 21%. Očekuje se odlučujući rast udjela proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora.

Do 2020. godine će proizvodnja električne energije u Njemačkoj porasti za oko 9%. Domaći kameni ugljen bit će potisnut uvozom ugljena sa svjetskog tržišta. Udio proizvodnje nuklearne energije će zahvaljujući odluci o postupnom obustavljanju nuklearnih elektrana pasti s današnjih 30 na 6% 2020. godine. Smeđi ugljen ostaje u Njemačkoj jedini domaći, spomena vrijedan, energent za proizvodnju električne energije.

Izvor: *Eurelectric*, Eurprog 2002./ ESSO-Prognose (Stand 02/2002)

VGB, Power Tech Zahlen und Fakten zur Stromerzeugung, 2003.

doc

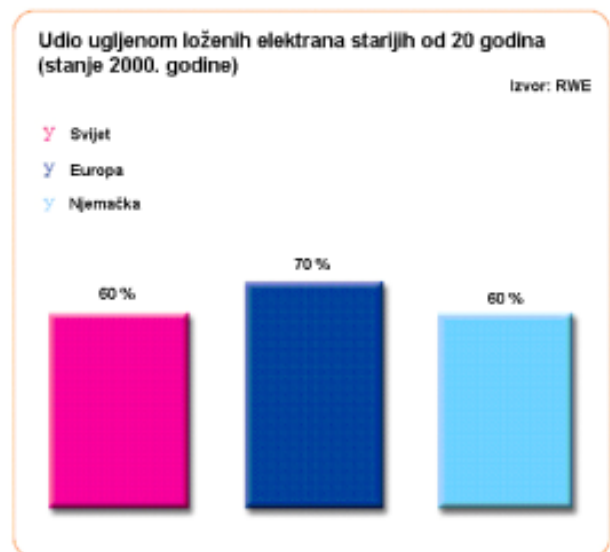


RAZVOJ PROIZVODNOG PARKA U EU I NJEMAČKOJ

Nakon ostvarenog pogona elektrana od oko 40 godina i političkih odluka (npr. obustavljanje nuklearnih elektrana u Njemačkoj), procijenjeno je da u (EU 15) treba izgraditi novih 200 000 MW do 2020. godine. Dodatno EU Komisija očekuje porast potrebne snage od oko 100 000 MW do 2030. godine.

Proširenjem Europske unije na 25 zemalja, povećat će se potreba za izgradnjom novih proizvodnih objekata, jer se proizvodni park zemalja koje su pristupile Europskoj uniji temelji uglavnom na starim postrojenjima, s prosječnim stupnjem korisnog učinka ispod 35%.

U Njemačkoj će do 2020. godine biti dostignut 40 godišnji tehnički životni vijek elektrana instalirane snage od oko 40 000 MW. Političkom odlukom o obustavljanju pogona nuklearnih elektrana do 2025. godine će dodatno biti obustavljeno 21 700 MW. Nejasno je kako je moguće dugoročno nadomjestiti taj manjak snage. I kratkoročno postoje problemi. Na dan najvećeg vršnog opterećenja (10.12.2002.) preostala rezervna snaga u njemačkom sustavu iznosila je samo 1 700 MW, što je 1.6% ukupne instalirane snage.



doc

OPCIJE BUDUĆE PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Tržišno nadmetanje na europskom liberaliziranom tržištu električne energije je u prvom planu. Trenutačno nije konkurentna proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora (energija vjetra, biomasa, geotermalna energija, fotonaponska energija) kao i proizvodnja električne energije iz malih postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije (spojni procesi). Stoga je ta proizvodnja zaštićena državnim programima subvencija. Od obnovljivih izvora je jedino hidroenergija konkurentna. Ovdje je tehnički potencijal uglavnom iscrpljen, tako da se ne očekuje značajniji porast proizvodnje hidroelektrana. K tome "Okvirne smjernice za korištenje vodnog potencijala EU" i njihova primjena u nacionalnom zakonodavstvu, predstavljaju dodatnu nesigurnost za operatore hidroelektrana.

U mnogim europskim zemljama je zapostavljena uloga nuklearne energije zbog manjkave javne i političke potpore.

Primjena prirodnog plina u kombiniranim plinsko-parnim elektranama je atraktivno rješenje, zbog visoke učinkovitosti kombi elektrana, povoljnih investicijskih ulaganja, kratkog vremena izgradnje i visoke ekološke prihvatljivosti plina. Kretanje cijena prirodnog plina je neizvjesno i visoko rizično za kombi elektrane predviđene za pokrivanje temeljnog dijela dijagrama opterećenja.

Zbog velikih jediničnih snaga do 1000 MW i visoke pouzdanosti, elektrane na ugljen predstavljaju veliki potencijal za prevladavanje budućeg manjka proizvodnih kapaciteta. Diljem svijeta rasprostranjena nalazišta ugljena i dugogodišnje stabilne cijene ugljena, omogućuju dugoročnu konkurentnu proizvodnju električne energije. Opsežni istraživačko-razvojni radovi usmjereni prema "Clean Coal" tehnologijama imaju za cilj stvoriti najsuvremenije tržišno konkurentne elektrane na ugljen s još višim stupnjem korisnog učinka i još nižim emisijama.

Opције izgradnje novih elektrana	Malih hidroelektrana	Malih hidroelektrana	Winar	Biomasa	Geotermalna energija	Plinske elektrane	Nuklearne elektrane	Drugačiji plin	Ugljen
Mogućnost (potencijal)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Konkurentnost	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Utjecaj na okoliš	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Prihvatljivost	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rizik goriva	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Prihvatljivost (elastičnost prijava)	+	+	+	+	+	+	+	+	+

VGB, Power Tech Zahlen und Fakten zur Stromerzeugung, 2003.

doc

ENERGIJA VJETRA – UČINCI POVEĆANE IZGRADNJE VJETROELEKTRANA

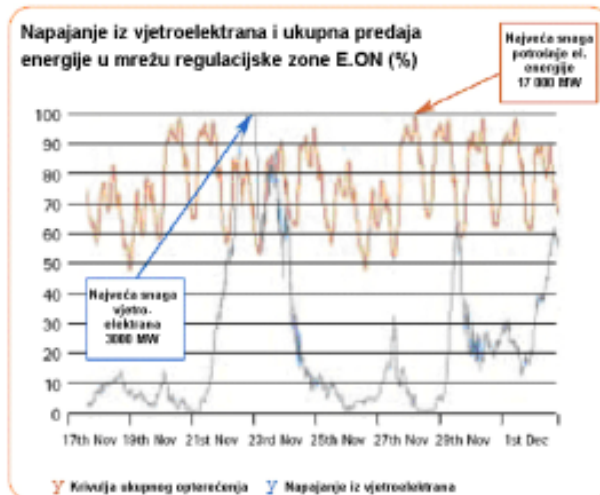
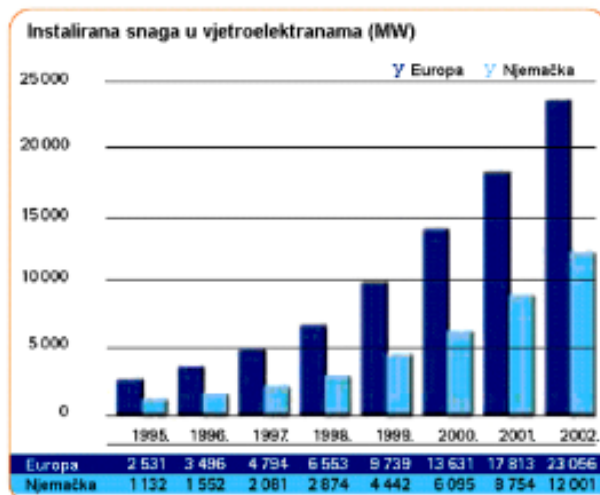
Energija vjetra je postala važan potencijal razvoja obnovljivih izvora za proizvodnju električne energije. U tijeku je značajan rast instalirane snage vjetroelektrana u Europi (23 050 MW) od čega u Njemačkoj 12 000 MW (stanje krajem 2002. godine).

Bitna razlika između proizvodnje električne energije iz vjetroelektrana i konvencionalnih termoelektrana je nestalnost proizvodnje u vjetroelektranama. Uvjetovana vremenskim prilikama, promjenljiva i nesigurna proizvodnja energije

vjetroelektrana postavlja značajne zahtjeve na postojeći proizvodni park. Konvencionalne termoelektrane moraju biti na raspolaganju i pokrivati potrošnju ako park vjetroelektrana ne proizvodi električnu energiju zbog slabog vjetra ili nevremena (isključenje postrojenja). Vjetroelektrane zbog toga nisu pouzdan izvor električne energije.

Sve veći udio proizvodnje električne energije vjetroelektrana značajno utječe na način pogona ostalih elektrana u sustavu. Termoelektrane predviđene i koncipirane za proizvodnju energije u temeljnom i srednjem dijelu dijagrama opterećenja su sve više potisnute iz svog propisanog pogona i jedan nepogodan i nekoristan pogon slijeđenja dijagrama opterećenja s lošijim stupnjem korisnog učinka. Također, zahvaljujući državnoj potpori pri izgradnji vjetroelektrana, znatno je porasla potreba za osiguranjem regulacijske energije. Veliki parkovi vjetroelektrana moraju stoga ispuniti ne samo zahtjeve pouzdanog pogona elektroenergetskog sustava, već u budućnosti pridonijeti zaštitnim funkcijama mreže.

Odlučujući kriterij za daljnju izgradnju vjetroelektrana – to općenito vrijedi za korištenje i subvencioniranje obnovljivih izvora – mora osigurati najveću moguću učinkovitost procesa pretvorbe energije, visoku raspoloživost, kao optimalno njihovo uklapanje u ukupni proizvodni park.



VGB, Power Tech Zahlen und Fakten zur Stromerzeugung, 2003.

doc

DECENTRALIZIRANA MALA POSTROJENJA – VIZIJA KOJA IMA BUDUĆNOST

U proizvodnji električne energije ističe se trend izgradnje decentraliziranih sustava (malih blok elektrana, mikro plinskih turbina, gorivih ćelija i dr.). Naročito mogu gorive ćelije dati značajan doprinos ekološki podnošljivoj opskrbi energijom, ako se ostvare postavljeni tehnički i ekonomski zahtjevi. Za uspješnu i široku primjenu gorivih ćelija u proizvodnji električne energije i topline postrojenja gorivih ćelija moraju dostići stupanj iskorištenja preko 90% i tehnički ži-

votni vijek trajanja od najmanje 40 000 sati neograničenog pogona.

U budućnosti sustavi gorivih ćelija trebaju pokrivati potrebe energije kućanstava električnom snagom od 1 do 10 kW. Za decentraliziranu proizvodnju električne i toplinske energije predviđene su blok toplane s gorivim ćelijama snage do 500 kW. Kao gorivo za gorive ćelije služi u prvom redu vodik i vodikom bogati plinovi. Tu spadaju također i fosilni energenti kao što je prirodni plin, koji se učinkovito i bez štetnih emisija pretvara u gorivoj ćeliji u električnu energiju. U 2020. godini se očekuje doprinos gorivih ćelija u opskrbi energijom, ne veći od 3%.

Skraćeni naziv	Engleski naziv	Njemački naziv	Hrvatski naziv
AFC	Alkaline Fuel Cell	Alkalische Brennstoffzelle	alkalijske gorive ćelije
PAFC	Phosphoric Acid Fuel Cell	Phosphorsäure - Brennstoffzelle	gorive ćelije s fosfornom kiselinom
PEMFC	Proton Exchange Fuel Cell	Polymerelektrolyt - Brennstoffzelle	gorive ćelije s polimer- elektrolitom
MCFC	Molten Carbonate Fuel Cell	Schmelzkarbonat - Brennstoffzelle	gorive ćelije s rastaljenim karbonatom
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell	Oxidkeramische - Brennstoffzelle	oksidno-keramičke gorive ćelije

Vrsta gorive ćelije	Stupanj razvoja	Stupanj korisnog učinka (el.) samostalni pogon	Stupanj korisnog učinka (el.) kombi pogon s mikro plinskom turbinom	Napomene
AFC	raspoloživa za posebne namjene	oko 65% (do 70% s čistim O ₂ sveden na H ₂ vodika H ₂)	-	samo za H ₂
PAFC	komercijalno raspoloživa, ali skupa, nema razvojni potencijal	oko 40%	-	moгуće korištenje otpadne topline stupanj iskorištenja goriva > 80%
PEMFC	pokazno postrojenje za mobilnu i stacionarnu primjenu, nužno smanjenje troškova	stanje: 30% cilj: 40% cilj sa H ₂ : 55%	-	moгуće korištenje otpadne topline stupanj iskorištenja goriva > 80%
MCFC	pokazno postrojenje za stacionarnu primjenu > 250 kW nužno smanjenje troškova; za decentraliziranu primjenu od 2005, komercijalne ponude	stanje: 48% cilj: 55%	-	moгуće korištenje otpadne topline (također procesne) stupanj iskorištenja goriva > 80%, moguć ostali energenti, npr. ugljen, biomasa
SOFC	pokazno postrojenje za stacionarnu primjenu > 100 kW i mala postrojenja; nužno smanjenje troškova; usmjerene na primjenu otpadne topline, također i za mala postrojenja	stanje: 47% (pri nazivnoj snazi) cilj: 55%	SOFC u pogonu pod tlakom s mikro turbinama: stanje: 53% cilj: 60% (< 500kW) >65% (<10MW)	moгуće korištenje otpadne topline (također procesne) stupanj iskorištenja goriva > 80%, moguć ostali energenti, npr. ugljen, biomasa

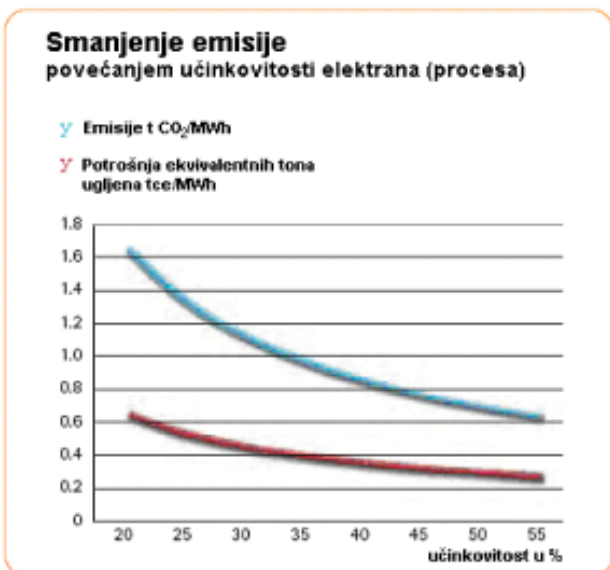
VGB, Power Tech Zahlen und Fakten zur Stromerzeugung, 2003.

doc

UČINKOVITE ELEKTRANE NA UGLJEN

Danas 60% proizvedene električne energije u svijetu potječe iz fosilnih goriva. Taj udio će, prema predviđanjima, još porasti do 2020. godine. Stoga je ubrzani razvoj elektrana na fosilna goriva postao jedan od najvećih izazova usmjerenih prema višim i najvišim stupnjevima korisnog učinka pretvorbe energije fosilnih goriva u električnu energiju. Istodobno se pruža prilika da se dosljedno iskoriste nove tehnologije u nužnoj obnovi postojećeg proizvodnog parka. Osuvremenjivanjem postojećih elektrana na ugljen u svijetu, mogla bi se izbjeći oko 1/3 CO₂ njihove emisije (godišnje oko 1,8 milijardi tona CO₂). To je 7,5% današnje svjetske antropogeno uzrokovane CO₂ emisije.

Daljnji tehnološki razvoj fosilno loženih elektrana s povećanjem stupnja korisnog učinka ima veliki potencijal, jer je moguće ostvariti niske specifične izbjegnute CO₂ troškove i znatno smanjiti CO₂ emisiju.



VGB, Power Tech Zahlen und Fakten zur Stromerzeugung, 2003.

doc

ELEKTROPRIVREDA ŠVICARSKE 2003. GODINE

Proizvodnja električne energije u Švicarskoj u 2003. godini bila je 65,3 TWh, a izvoz električne energije u inozemstvo bio je za 3,1 TWh veći od uvoza. Za Švicarsku karakterističan je vrlo velik promet električne energije preko njezina područja, u svakom od oba smjera predstavlja visokih 80-tak posto domaće proizvodnje. To je razumljivo s obzirom na zemljopisni položaj Švicarske. Izvoz je, dakle, u 2003. godini bio 45,5 TWh, a uvoz 42,4 TWh.

Druga znakovitost za švicarsku elektroprivredu je visok udjel hidroenergije, 56% u ukupnoj proizvodnji – po tome je iza Norveške (praktički 99%) i Austrije (gotovo 70%). Uz takav udjel hidroenergije, visok je i udjel proizvodnje nuklearnih elektrana (40%) – po tome udjelu Švicarci su iza Francuske (gotovo 80%) i Švedske (45%), među zapadnoeuropskim zemljama. Po tom pokazatelju (dakle udjelu hidroenergije u ukupnoj proizvodnji), Hrvatska je na razini Švicarske, ali uz značajnu uvoznost u ukupnoj dobavi električne energije. Neznatna je proizvodnja u konvencionalnim termoelekttranama i ostalim elektranama u Švicarskoj, manja od 5%.

Potrošnja električne energije krajnjih kupaca u Švicarskoj u 2003. godini bila je 55,1 TWh i povećana je za 2% spram 2002. godine. Najveći porast ostvaren je u domaćinstvima, jer je broj stanovnika uvećan za okruglo 61000 osoba, dakle 0,8% i jer je broj ogrjevnih dana bio čak za preko 7% veći no u prethodnoj godini. Struktura potrošnje prema glavnim grupama kupaca bila je: industrija 33,2%, kućanstva 30,3%, usluge 26,3%, promet 8,4% i poljoprivreda 1,8%.

Ostvarena potrošnja po stanovniku je približno 7500 kWh. Švicarska je približno šezdesete godine prošlog stoljeća imala neto-potrošnju po stanovniku kakvu danas ostvaruje Hrvatska (oko 3000 kWh), prema tome pokazatelju zaostajemo preko četrdeset godina za Švicarcima. No, Švicarci su u pogledu potrošnje po stanovniku u 2003. godini bolji i od Francuza (7400 kWh), Nijemaca (6800 kWh) i Talijana (oko 5300 kWh).

Inače, prema programu *EnergieSchweiz*, trebalo je u razdoblju između 2000. i 2010. godine ostvariti prigušeni rast potrošnje električne energije od najviše 5%, a do 2003. godine ostvaren je rast od 5,2%. Da bi se poželjni cilj ostvario trebat će uložiti snažne napore radi što racionalnijeg korištenja električne energije.

www.strom.ch/30.7.2004.

MK

POTROŠNJA ENERGIJE U ŠVICARSKOJ 2003. GODINE

Potrošnja ukupne energije u Švicarskoj bila je u 2003. godini veća za 2,3% u odnosu spram 2002. godine, uz stagnaciju bruto domaće proizvodnje (pad od 0,5%). Najviše je na takav, relativno znatan rast, utjecalo vrlo hladno zimsko razdoblje u toj godini.

Prema vidovima isporuke ostvaren je sljedeći rast u 2003. godini u odnosu na 2002. godinu:

- | | |
|-------------------------|-------|
| • tekući derivati nafte | +4,6% |
| • električna energija | +2,0% |
| • prirodni plin | +5,6% |
| • ugljen | +3,3% |

- toplina iz centralizirane proizvodnje +3,3%
- industrijski otpaci +4,8%
- ogrjevno drvo +6,8%
- obnovljivi izvori energije +5,9%.

Zanimljiva je promjena strukture tekućih derivata nafte: dok je motorski benzin doživio pad od 0,5%, dotle je potrošnja dizelskog goriva porasla za 6%, Švicarci se preusmjeravaju na veće korištenje automobila s dizelskim motorima. Finalna potrošnja energije u Švicarskoj 2003. godine bila je 873 PJ.

www.strom.ch/30.7.2004.

MK

PROGRAM »ENERGIESCHWEIZ«

EnergieSchweiz je program saveznog parlamenta za realizaciju švicarske energetske i klimatske politike u desetgodišnjem vremenskom okviru od 2000. do 2010. godine. Sadržaj predjeljenje o korištenju obnovljivih izvora energije i štedljivijoj potrošnji energije, te obveze saveza, kantona, općina, te gospodarstvenih, potrošačkih i udruga za zaštitu čovjekove okoline.

Glavni ciljevi programa su:

- potrošnju fosilnih goriva i emisiju CO₂ smanjiti za 10 posto
- potrošnju električne energije ograničeno povećati, za najviše 5 posto
- korištenje hidroelektrana ne smanjivati, neovisno o otvaranju tržišta električne energije
- udjel ostalih obnovljivih izvora energije (izuzevši hidroenergiju) povećati na 0,5 TWh ili 1 posto ukupne proizvodnje električne energije i povećati na 3 TWh ili 3 posto ukupne proizvodnje topline.

Područja u kojima se trebaju ostvariti ciljevi tog programa su: zgradarstvo, gospodarstvo, promet – radi što štedljivije potrošnje energije, odnosno povećanja energetske učinkovitosti, te područje obnovljivih izvora: korištenje Sunčeve energije, objedinjavanje gospodarstva ogrjevnim drvetom, korištenje toplinskih pumpi, vjetroenergije, biomase, geotermalne energije, objedinjavanje vlasnika malih elektrana i korištenja vodotokova.

www.energie-schweiz.ch/17.8.2004.

MK

MREŽNA ZAJEDNICA »SWISSGRID«

Sedam velikih operatora prijenosnih mreža u Švicarskoj planiraju osnovati nacionalnu zajednicu operatora prijenosnih mreža pod nazivom «Swissgrid». Zajednica će od 1. siječnja 2005. godine biti odgovorna za pogon švicarskih prijenosnih mreža. U Švicarskoj je ozakonjeno potpuno otvaranje tržišta do 2007. godine – usklađeno s rokovima u Europskoj uniji, te je pouzdan, učinkovit i ekonomičan pogon prijenosne mreže unutar Švicarske i prema inozemstvu, jedan od bitnih uvjeta za to. Organizacijska struktura i funkcije nove zajednice bit će usklađene s europskim operatorima prijenosnih mreža, TSO (transmission system operator).

www.strom.ch/30.7.2004.

MK

ŠVICARSKE VJETROELEKTRANE

U ljeto 2002. godine u Švicarskoj se *vrtjelo* vjetroelektrana ukupne snage 5,3 MW uz godišnju proizvodnju preko 6 GWh, dakle uz godišnje trajanje instalirane snage od nešto preko 1100 sati. Proizvele su, dakle, certificiranu ekološku električnu energiju za oko 2000 kućanstava. Do ljeta 2004. godine namjerava se ukupni park švicarskih vjetroelektrana dograditi s novih 4,4 MW, te bi godišnja proizvodnja narasla na preko 10 GWh.

Nacionalnim konceptom korištenja energije vjetra, utvrđen je kriterij za lokacije vjetroelektrana u pojedinim švicarskim kantonima. Ostvaren je konsenzusom velikih organizacija za zaštitu čovjekove okoline i zaštitu krajobraza, kantonskih uprava te glavnih dobavljača na području vjetroelektrana. Na taj način izabrano je 40 lokacija za gradnju vjetroelektrana u Švicarskoj s ukupno mogućom godišnjom proizvodnjom od oko 500 GWh. Švicarska udruga za zaštitu zavičaja smatra da se ta brojka treba reducirati. Programom *EnergieSchweiz* predviđeno je iskorištenje 3-4 od tih lokacija u razdoblju do 2010. godine na razini od 50 GWh godišnje.

www.strom.ch/30.7.2004.

MK

ŠVICARSKE NUKLEARNE ELEKTRANE

Švicarska ima četiri nuklearne elektrane u korištenju, dijelom s reaktorima s vodom pod pritiskom, a dijelom s reaktorima s kipućom vodom:

• Beznau 1 i 2	730 MW
• Mühleberg	355 MW
• Gösgen	970 MW
• Leibstadt	1165 MW

U tim nuklearnim elektranama, proizvedno je 2003. godine ukupno 26 TWh električne energije ili okruglo 40% švicarske proizvodnje te godine. To je za jedan posto više nego do tada rekordne 2002. godine. Ostvareno godišnje trajanje korištenja tih elektrana bilo je između 88% i 96%.

www.strom.ch/30.7.2004.

MK

BESPLATNO PREUZIMANJE ELEKTRONIČKOG OTPADA

Od siječnja 2005. godine u Švicarskoj se uvodi obveza svake prodavaonice da besplatno mora preuzeti otpad od svakog kućanstva nakon iskorištenja električnog/elektroničkog uređaja kupljenog u toj prodavaonici. Popis uređaja je precizan, uključuje primjerice i dotrajaio električni alat, sportsku električnu opremu i štedljive žarulje. Za svjetiljke i štedljive žarulje, rok za primjenu propisa je 1. kolovoz 2005. Ne postoji obveza preuzimanja pregorjelih žarulja sa žarnom niti, jer se radi o ostatnim tvarima koje su neškodljive za okolinu. Obveza je sukladna direktivi Europske unije o otpadu električnih i elektroničkih uređaja.

www.strom.ch/30.7.2004.

MK

UNBANDLING KOŠTA MILIJUNE EURA

Prema procjeni jednog konzultanta, zahtjevi Europske unije za *unbandling* (razdvajanje po djelatnostima) do sada integriranih distribucije i opskrbe električnom energijom stajat će gradska i regionalna elektroprivredna poduzeća između tri i deset milijuna eura po poduzeću, a dovest će i do konflikta tih dvaju komplementarnih djelatnosti. Izostat će

dosadašnji sinergijski efekt od njihova integriranog organiziranja. Prema novoj Direktivi EU 2003/54 trebalo je te dvije djelatnosti organizacijski, informacijski i računovodstveno razdvojiti od 1. srpnja 2004.

www.strom.ch/30.7.2004.

MK

Časopis Hrvatske elektroprivrede

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

	<p>ENERGIJA 1489 UDK 621.311.426:626/628 PREGLEDNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 533 – 539</p> <p style="text-align: center;">INTEGRIRANO ZRAKOM IZOLIRANO POSTROJENJE</p> <p style="text-align: center;"><i>Mr. sc. Borko Frühwirth, dipl. ing.</i></p> <p style="text-align: center;">Končar – Inženjering za energetiku i transport d.d., Fallerovo šetaliste 22, 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>U ovom preglednom članku prikazano je vrlo zanimljivo rješenje integracije pojedinih aparata klasičnog zrakom izoliranog postrojenja u jedinstveni multifunkcionalni aparat koji objedinjuje sabirničke rastavljače, prekidač, uzemljivač, a njihovom kombinacijom izlazni rastavljač u vodnom polju postaje praktični nepotreban što omogućava smanjenje prostora potrebnog za izgradnju postrojenja, smanjenje radova na izgradnji i održavanju, a ujedno smanjuje troškove održavanja i podiže raspoloživost postrojenja.</p> <p>Na kraju je dano jedno idejno rješenje “mutacije” tipske transformatorske stanice primjenom razmatranog postrojenja.</p> <p>(Lit. 4, sl. 6 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autor ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/533 – 539/2004.</p>
	<p>ENERGIJA 1490 UDK 621.315.1:621.316.91 STRUČNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 489 – 495</p> <p style="text-align: center;">IZOLACIJA U SREDNIONAPONSKIM ZRAČNIM MREŽAMA S GLEDIŠTA KVAROVA UZROKOVANIH VANJSKIM PRENAPONIMA</p> <p style="text-align: center;"><i>Ivo Santica, dipl. ing.</i></p> <p style="text-align: center;">HEP Distribucija – DP Elektrodalmacija, Poljička bb, 21000 Split, Hrvatska</p> <p>Isolatorima i izolatorskom priboru, jednom od osnovnih elemenata u srednjenaponskim zračnim mrežama, treba posvetiti posebnu pozornost. Na ovim elementima dalekovoda najčešće se javljaju kvarovi kao posljedica atmosferskih prenapona. Korisnik dalekovoda (distributer), koji održava mrežu i mijenja oštećene izolatore, još nema konačan stav o najprihvatljivijem tipu izolacije, iako ima čvrstu spoznaju da na izolaciji treba biti što manje kvarova. Porculan se u principu zamjenjuje staklom, ali se premalo i samo ponegdje eksperimentira s kompozitnim polimernim izolatorima. Izolaciju većinom određuje projektant, uz pomoć trgovačkih kuća. Koje bi specifičnosti, uz propisima precizno određene karakteristike, trebao imati izolator da zadovolji potrebe distributera, pokušat će se naznačiti ovim člankom.</p> <p>(Lit. 12, sl. 4 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autor ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/489 – 495/2004.</p>
	<p>ENERGIJA 1491 UDK 621.311.1:621.31.089 STRUČNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 505 – 520</p> <p style="text-align: center;">USKLAĐENOST PODRUČJA I FUNKCIJA REGULACIJE VIJEĆA ZA REGULACIJU ENERGETSKIH DJELATNOSTI S DIREKTIVOM 2003/54/EZ</p> <p style="text-align: center;"><i>Mr. sc. Ivona Štritof, dipl. ing. – Krunoslava Grgić Bolješić, dipl. iur.</i></p> <p style="text-align: center;">Vijeće za regulaciju energetskih djelatnosti, Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>U radu se daje opći prikaz područja i funkcija regulacije te ključnih faktora za uspostavljanje regulatornog tijela. Nadalje, prikazani su zahtjevi Direktive 2003/54/EZ u pogledu djelokruga rada regulatornog tijela kao i usklađenost nadležnosti Vijeća za regulaciju energetskih djelatnosti proisteklih iz paketa energetskih zakona, u dijelu koji se odnosi na tržište električne energije, sa odredbama Direktive 2003/54/EZ.</p> <p>(Lit. 26, sl. 2 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autori ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/505 – 520/2004.</p>

ENERGIJA 1491

UDK 621.311.1:621.31.089

- I. Usklađenost područja i funkcija regulacije
Vijeća za regulaciju energetske
djelatnosti s Direktivom 2003/54/EZ
I. Šritof, I. – Grgić Bolješić, K.
- II. Vijeće za regulaciju energetske
djelatnosti, Savska cesta 163,
10000 Zagreb, Hrvatska
*Regulacija
Regulatorno tijelo
Vijeće za regulaciju energetske
djelatnosti
Direktiva 2003/54/EZ*

ENERGIJA 1490

UDK 621.315.1:621.316.91

- I. Izolacija u srednjonaponskim zračnim
mrežama s gledišta kvarova uzrokovanih
vanjskim prenaponima
I. Santica, I.
- II. HEP Distribucija – DP Elektrodalmacija,
Poljička bb, 21000 Split, Hrvatska
*Izolatori
Prenaponi
Povratni preskok*

ENERGIJA 1489

UDK 621.311.426:626/628

- I. Integrirano zrakom izolirano postrojenje
I. Frühwirth, B.
- II. Končar – Inženjering za energetiku i
transport d.d., Fallerovo šetalište 22,
10000 Zagreb, Hrvatska
*Zrakom izolirana postrojenja
TSM AIS®
AIS
IAIS
Integrirano zrakom izolirano
postrojenje
Tipična transformatorska stanica*

Časopis Hrvatske elektroprivrede

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

	<p>ENERGIJA 1492 UDK 620.9:728 STRUČNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 521 – 532</p> <p style="text-align: center;">UTJECAJ DIREKTIVE EUROPSKE UNIJE O ENERGETSKIM KARAKTERISTIKAMA ZGRADA (2002/91/EC) NA POTENCIJAL ENERGETSKIH UŠTEDA U ZGRADARSTVU</p> <p style="text-align: center;"><i>Mr. sc. Vesna Kolega, dipl. ing.</i></p> <p style="text-align: center;">Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>Donošenjem <i>Direktive o energetskim karakteristikama zgrada (2002/91/EC)</i> (stupila na snagu 16. prosinca 2002. godine) uspostavljen je novi, zakonodavni instrument, jedinstven za sve zemlje članice koji bi zajedničkom metodologijom i terminologijom, integralnim pristupom različitim energetskim parametrima unutar zgrade, te definiranjem jedinstvenih indikatora energetskih karakteristika zgrade trebao osigurati određenu razinu harmonizacije i omogućiti postizanje osnovnih zajedničkih ciljeva: povećanja potencijala energetskih ušteda i smanjenja emisije onečišćujućih tvari u atmosferu u javnom i stambenom sektoru zgrada na razini Europske unije.</p> <p>(Lit.13, sl.4 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autor ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/521 – 532/2004.</p>
	<p>ENERGIJA 1493 UDK 621.31.001.4:62-503.32 IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 465 – 487</p> <p style="text-align: center;">UZROCI, ANALIZE I MJERE SPRJEČAVANJA RASPADA EES-a U HRVATSKOJ 12. SIJEČNJA 2003. GODINE</p> <p style="text-align: center;"><i>Dr. sc. Nijaz Dizdarević, dipl. ing. – prof. dr. sc. Mislav Majstrovich, dipl. ing.</i> <i>Snježana Čujić Čoko, dipl. ing.</i></p> <p style="text-align: center;">Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>HEP Prijenos d.o.o. – Prijenosno područje Split, Ulica kneza Ljudevita Posavskog 5, 21000 Split, Hrvatska <i>Niko Mandić, dipl. ing.</i></p> <p>HEP HNOSIT d.o.o. Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska <i>Josip Benović, dipl. ing.</i></p> <p>HEP Prijenos d.o.o. – Prijenosno područje Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Hrvatska</p> <p>U ovom su radu predstavljeni uzroci, analize i mjere sprječavanja raspada elektroenergetskog sustava koji se dogodio 12. siječnja 2003. godine u južnom dijelu Hrvatske (HR) te u Bosni i Hercegovini (BiH). Najprije su prepoznati temeljni uzroci i posljedice raspada putem analize raspoloživih zapisa koja je zasnovana na relevantnoj dokumentaciji prikupljenoj iz različitih izvora unutar HR i BiH sustava. Nakon toga je provedena numerička analiza s ciljem pružanja dodatnih objašnjenja tijekom razvoja događaja vezanih uz raspad. Spoznaje koje su dobivene analitičkim putem iskorištene su s ciljem ukazivanja na raspoložive mjere sprječavanja raspada, odnosno ublažavanja posljedica u njegovim različitim fazama razvoja. Predložen je skup mjera radi prevencije ponavljanja sličnih incidentnih situacija. Detaljnije je razmotrena uloga operatora sustava i specijalnog sustava zaštite tijekom kronološke sekvencije događaja vezanih uz predmetni raspad.</p> <p>(Lit. 9, sl. 25 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autori ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/465 – 487/2004.</p>
	<p>ENERGIJA 1494 UDK 621.316.1:621.315.62 STRUČNI ČLANAK</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 497 – 504</p> <p style="text-align: center;">TIPOLOGIJA OŠTEĆENJA KOMPOZITNIH IZOLATORA U PRIJENOSNIM I RAZDJELNIM MREŽAMA HRVATSKE</p> <p style="text-align: center;"><i>Ante Sekso, dipl. ing.</i></p> <p style="text-align: center;">Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska</p> <p>Svrha je rada da identificira, grupira i klasificira vrste kvarova na kompozitnim izolatorima koji su se pojavili tijekom dosadašnje primjene u razdjelnim i prijenosnim mrežama u Hrvatskoj. Kompozitni izolatori kao sasvim nova vrsta izolacijske opreme vodova i postrojenja visokih napona pojavili su se na tržištu već pred više od 4 decenija, a u Hrvatskoj su u upotrebi znatno kraće vrijeme. Međutim, već do sada prikupljeno je dosta uzoraka sa kvarovima, kakvi su tipični baš za tu novu vrstu izolacije. Primjeri pogoršavanja svojstava, oštećenja izolatora i njihovih definitivnih kvarova zabilježenih kod nas su ilustrirani fotografijama sa terena, a neki degradirani izolatori dodatno su analizirani u laboratoriju. U analizama i donesenim zaključcima treba voditi računa o mrežnim prilikama i općenito o uvjetima koordinacije izolacije za konkretne slučajeve.</p> <p>(Lit. 22, sl. 20 – original na hrvatskom jeziku)</p> <p style="text-align: right;">Autor ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/497 – 504/2004.</p>

ENERGIJA 1494

UDK 621.316.1:621.315.62

- I. Tipologija oštećenja kompozitnih izolatora u prijenosnim i razdjelnim mrežama Hrvatske
- I. *Sekso, A.*
- II. Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

*Izolatori
Pogoršanja
Oštećenja
Kvarovi
Koordinacija izolacije*

ENERGIJA 1493

UDK 621.31.001.4:62-503.32

- I. Uzroci, analize i mjere sprječavanja raspada ees-a u Hrvatskoj 12. siječnja 2003. godine
- I. *Dizdarević, N. – Majstrovic, M. – Čujić Čoko, S. – Mandić, N. – Benović, J.*
- II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Hrvatska – HEP Prijenos d.o.o.
– Prijenosno područje Split, Ulica kneza Ljudevita Posavskog 5, 21000 Split, Hrvatska – HEP HNOSIT d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska – HEP Prijenos d.o.o.
– Prijenosno područje Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Hrvatska

*Raspad
Kaskadni ispadi
Slom napona
Kratki spoj
Zatajenje prekidača
Operator sustava
Specijalni sustav zaštite*

ENERGIJA 1492

UDK 620.9:728

- I. Utjecaj Direktive Europske unije o energetskim karakteristikama zgrada (2002/91/EC) na potencijal energetskih ušteda u zgradarstvu
- I. *Kolega, V.*
- II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Hrvatska

*Potencijal energetskih ušteda
Zgradarstvo
Direktive Europske unije
Mjere energetske efikasnosti*

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 1489 UDK 621.311.426:626/628 SUBJECT REVIEW</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 533 – 539</p> <p style="text-align: center;">INTEGRATED AIR INSULATED STATION</p> <p style="text-align: center;"><i>Borko Frühwirth, M. Sc.</i></p> <p style="text-align: center;">Končar – Inženjering za energetiku i transport d.d., Fallerovo šetaliste 22, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p>In this review paper a very interesting solution of some classical air insulated apparatus integration into a multifunctional apparatus is given that unites busbar disconnectors, circuit-breaker, grounding, and by its combination the outgoing disconnector in the switching substation becomes unnecessary. That enables decrease in space needed for substation construction, less work on construction and maintenance, as well as lower costs of maintenance and increase in substation availability.</p> <p>Finally, a prefeasibility solution of a typical transformer station “mutation” by the described method is given.</p> <p>(No. of References: 4, Fig.: 6 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;">Author ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/533 – 539/2004.</p>
	<p>ENERGIJA 1490 UDK 621.311.1:621.316.91 PROFESSIONAL PAPER</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 489 – 495</p> <p style="text-align: center;">INSULATION IN MID-VOLTAGE OVERHEAD NETWORKS FROM THE POINT OF FAULTS CAUSED BY OUTER OVERVOLTAGES</p> <p style="text-align: center;"><i>Ivo Santica, B. Sc.</i></p> <p style="text-align: center;">HEP Distribucija – DP Elektrodalmacija, Poljička bb, 21000 Split, Croatia</p> <p>Insulation and insulation equipment is one of the basic elements of mid-voltage overhead networks and it needs special attention. Most of the faults on these transmission network elements are caused by atmospheric overvoltages. The user of transmission line (distributor) that maintains the network and changes the damaged insulation, has not yet a definite attitude on the most convenient insulation type, although it has profound knowledge about the fact that the number of insulation faults should be minimised. Porcelain is in principle changed by glass, but it is rare and only in a very few cases experimented with composite polymer insulation. Insulation is usually determined by the designer with the help of selling companies. Which characteristics beside those determined by rules should the insulator have to meet the needs of distributors are going to be given in this paper.</p> <p>(No. of References: 12, Fig.: 4 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;">Author ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/489 – 495/2004.</p>
	<p>ENERGIJA 1491 UDK 621.311.1:621.31.089 PROFESSIONAL PAPER</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 505 – 520</p> <p style="text-align: center;">COMPATIBILITY OF FIELDS AND FUNCTIONS OF THE REGULATORY COUNCIL FOR ENERGY ACTIVITIES WITH THE DIRECTIVE 2003/54/EZ</p> <p style="text-align: center;"><i>Ivona Štritof, M. Sc. – Krunoslava Grgić Bolješić. LL. B.,</i></p> <p style="text-align: center;">Vijeće za regulaciju energetskih djelatnosti, Savska 163, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p>In the paper a general review of regulation fields and functions as well as key factors for the regulatory body operation are given. Further on, requests of the Directive 2003/54/EZ are given regarding the framework of the regulatory body as well as the compatibility of competencies of the Regulatory Body for Energy Activities coming out of energy laws package in the part that has to deal with the electric energy market, compared to the regulations from the Directive 2003/54/EZ.</p> <p>(No. of References: 26, Fig.: 2 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;">Authors ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/505 – 520/2004.</p>

ENERGIJA 1491

UDK 621.311.1:621.31.089

- I. Compatibility of Fields and Functions of the Regulatory Council for Energy Activities with the Directive 2003/54/EZ
*Regulation
Regulatory Body
Regulatory Council for Energy
Activities
Directive 2003/54/EZ*
- I. Šritof, I. – Grgić Bolješić, K.
- II. Vijeće za regulaciju energetske djelatnosti, Savska 163, 10000 Zagreb, Croatia

ENERGIJA 1490

UDK 621.311.1:621.316.91

- I. Insulation in Mid-Voltage Overhead Networks from the Point of Faults Caused by Outer Overvoltages
*Insulators
Overvoltage
Back Flashover*
- I. Santica, I.
- II. HEP Distribucija – DP Elektrodalmacija, Poljička bb, 21000 Split, Croatia

ENERGIJA 1489

UDK 621.311.426:626/628

- I. Integrated Air Insulated Station
*Air Insulated Station
TSM AIS®*
- I. Frühwirth, B.
- II. Končar – Inženjering za energetiku i transport d.d., Fallerovo šetalište 22, 10000 Zagreb, Croatia
*AIS
IAIS
Integrated Air Insulated Station
Typical Transformer Station*

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 1492 UDK 620.9:728 PROFESSIONAL PAPER</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 521 – 532</p> <p style="text-align: center;">THE INFLUENCE OF EU DIRECTIVE ON ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS (2002/91/EC) ON ENERGY SAVINGS POTENTIAL IN BUILDINGS</p> <p style="text-align: center;"><i>Vesna Kolega, M. Sc.</i></p> <p style="text-align: center;">Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p>Accepting the Directive on Energy Performance of Buildings (2002/91/EC, December 16, 2002) has brought a new legislative instrument, unique for all member countries that by means of common methodology and terminology, by integrated approach to different building parameters as well as by defining unique energy indicators of buildings should insure a certain level of harmonisation and enable realisation of different common goals: energy saving potential increase and decrease of pollutants emission from public and residential sector of buildings on EU level.</p> <p>(No. of References: 13, Fig.: 4 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;">Author ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/521 – 532/2004.</p>
	<p>ENERGIJA 1493 UDK 621.31.001.4:62-503.32 ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 465 – 487</p> <p style="text-align: center;">CAUSES, ANALYSES AND MEASURES AGAINST BLACK-OUT OF THE CROATIAN ELECTRIC POWER SYSTEM ON JANUARY 12, 2003</p> <p style="text-align: center;"><i>Nijaz Dizdarević, D. Sc. – Mislav Majstrovic, D. Sc.</i> Energetski institute "Hrvoje Požar", Savska 163, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p style="text-align: center;"><i>Snježana Čujić Čoko, B. Sc.</i> HEP Prijenos d.o.o. – Prijenosno područje Split, Ulica kneza Ljudevita Posavskog 5, 21000 Split, Croatia</p> <p style="text-align: center;"><i>Niko Mandić, B. Sc.</i> HEP HNOSIT d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p style="text-align: center;"><i>Josip Benović, B. Sc.</i> HEP Prijenos d.o.o. – Prijenosno područje Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Croatia</p> <p>In this paper causes, analyses and measures against the black-out of the electric power system on January 12, 2003 in the southern part of Croatia (CRO) and Bosnia and Herzegovina (BiH) are presented. First basic causes are recognised and consequences of the black-out using an analysis of the available documents that come out from different sources from CRO and BiH. After that the numerical analysis was performed in order to give additional explanations for the events the during black-out.</p> <p>The knowledge that came from the analytical field was used to show possible measures against black-outs, i.e. how to diminish consequences in different development phases. A set of measures is proposed to prevent similar incident situations. The role of the system operator is analysed in detail as well as a special protection system of the chronological sequestration of events connected to this black out.</p> <p>(No. of References: 9, Fig.: 25 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;">Authors ISSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/465 – 487/2004.</p>
	<p>ENERGIJA 1494 UDK 621.316.1:621.315.62 PROFESSIONAL PAPER</p> <p style="text-align: center;">ENERGIJA 53/2004/6, 497 – 504</p> <p style="text-align: center;">TPOLOGY OF COMPOSITE INSULATORS IN TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORKS OF CROATIA</p> <p style="text-align: center;"><i>Ante Sekso, B. Sc.</i></p> <p style="text-align: center;">Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia</p> <p>The scope of the work is to identify, group and classify type of faults on composite insulators that occurred during their usage in distribution and transmission networks in Croatia. Composed insulators as a completely new insulation equipment for transmission lines and stations appeared more than forty years ago, but in Croatia they have been used for a much shorter while. However, there are already enough samples with faults typical for that new kind of insulation. Examples of characteristics deterioration, insulator damage and their definite faults are illustrated by photos from the field, and some degraded insulators are additionally treated in the lab. In all analyses and conclusions the network state and general insulation coordination have to be taken into account for certain cases.</p> <p>(No. of References: 22, Fig.: 20 – original in Croatian)</p> <p style="text-align: right;">Author SSN 0013-7448 ENJAAC 53/6/497 – 504/2004.</p>

ENERGIJA 1494

UDK 621.316.1:621.315.62

- I. Typology of Composite Insulators in Transmission and Distribution Networks of Croatia
*Insulation
Deterioration
Damages
Insulation Coordination*
- I. Sekso, A.
- II. Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

ENERGIJA 1493

UDK 621.31.001.4:62-503.32

- I. Causes, Analyses and Measures against Black-out of the Croatian Electric Power System on January 12, 2003
*Black-out
Cascaded Outages
Voltage Break Down
Short Circuit
Disconnecter Failure*
- I. Dizdarević, N. – Majstrovic, M. – Čujić Čoko, S. – Mandić, N. – Benović, J.
- II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska 163, 10000 Zagreb, Croatia – HEP Prijenos d.o.o. – Prijenosno područje Split, Ulica kneza Ljudevita Posavskog 5, 21000 Split, Croatia – HEP HNOSIT d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia – HEP Prijenos d.o.o. – Prijenosno područje Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Croatia
*System Operator
Special Protection System*

ENERGIJA 1492

UDK 620.9:728

- I. The Influence of EU Directive on Energy Performance of Buildings (2002/91/EC) on Energy Savings Potential in Buildings
*Energy Saving Potential
Buildings
EU Directives
Energy Efficiency Measures*
- I. Kolega, V.
- II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Croatia

UDK 621.31

ENJAAC 53 (1– 6) 1 – 562

ISSN 0013 – 7448

energija

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

Zagreb, prosinac 2004.

SADRŽAJ ENERGIJE U 2004. GODINI

	str.	br.		str.	br.
<i>Tominac, M. – Megla, S.</i> : Troškovi održavanja u HEP Distribuciji d.o.o.	3	1	<i>Wagmann, L. – Žutobradić, S.</i> : Strategija integracije podataka o distribucijskoj mreži zasnovanoj na IEC standardima	249	4
<i>Rajić, F.</i> : Pilot-projekt individualizacije troškova grijanja Zagreb-2	25	1	<i>Komen, V. – Krstulja, B.</i> : Praćenje pokazatelja kvalitete opskrbe električnom energijom na području Elektroprimorja Rijeka	271	4
<i>Janeš, I.</i> : EIGRP – Protokol usmjeravanja u electronic highway-u	63	1	<i>Plavšić, T. – Grujić, V. – Kuzle, I.</i> : Minimiziranje gubitaka djelatne snage Newtonovom metodom na primjeru hrvatskog ees-a ..	259	4
<i>Vujević, D.</i> : O mjerenju impedancije	53	1	<i>Barić, T. – Nikolovski, S. – Haznadar, Z.</i> : Numerički algoritam za proračun otpora rasprostiranja štapnog uzemljivača primjenom metode integralnih jednadžbi ...	283	4
<i>Magdić, M.</i> : Ekonomske osobitosti tarifnog sustava prijenosa električne energije u zemljama EU	9	1	<i>Škeljo, K.</i> : Smanjenje troškova kabliranja povećanjem mehaničke otpornosti srednjonaponskog XHE 49 A kabela	295	4
<i>Cvitan, L. – Hrabak-Tumpa, G. – Delonga, A.</i> : Meteorološki čimbenici i oštećenja dalekovoda od Rijeke do Peruče u siječnju 2003. godine	17	1	<i>Uran, V.</i> : Optimizacija sustava za zajedničku proizvodnju toplinske i električne energije u drvnj industriji	303	4
<i>Dizdarević, N. – Majstrović, M. – Žutobradić, S.</i> : FACTS kompenzacija jalove snage vjetroelektrane	39	1	<i>Bajs, D. – Majstrović, M. – Majstrović, G.</i> : Planiranje razvoja prijenosne mreže u tržišnim okolnostima (probabilistički pristup)	353	5
<i>Nemec, D. – Stojavljević, M.</i> : Veliki poremećaj u hrvatskom sustavu 20.9.2002. s gubitkom prijelazne stabilnosti i ispadima agregata TE Rijeka, TE Plomin 1 i TE Plomin 2 – Uzroci i posljedice	91	2	<i>Bajs, D. – Majstrović, M. – Majstrović, G.</i> : Probabilistički pristup kratkoročnom planiranju razvoja prijenosne mreže HEP-a	371	5
<i>Hebel, Z. – Delimar, M. – Peharda, D. – Kalea, M.</i> : PIPO – Praćenje izgradnje prijenosnih objekata	127	2	<i>Domac, J. – Šegon, V.</i> : Status i perspektive kogeneracije na biomasu	389	5
<i>Jerbić, G.</i> : Naponske prilike u prijenosnoj mreži i regulacija napona mrežnim transformatorima	135	2	<i>Malbaša, I. – Javornik Vončina, S.</i> : Deregulacija i liberalizacija telekomunikacija u EU – II dio: novi regulatorni okvir	401	5
<i>Jerbić, G. – Čurić, A.</i> : Potencijalni problemi u prijenosnoj mreži Hrvatske i njihovo rješavanje u predstojećem kratkoročnom periodu	101	2	<i>Frühwirth, B.</i> : Montaža sabirničkog sustava u rasklopnom postrojenju 400 kV u TS 400/110 kV Ernestinovo	411	5
<i>Santica, I.</i> : Upozorenje na moguće opasne napone dodira u dijelu mreža 0,4 kV i kod potrošača s naputcima za pristup rješavanju naznačene problematike	113	2	<i>Šander, M.</i> : Održavanje plinskih turbina – Uvjet dobrog gospodarenja plinskoturbinskim postrojenjem	423	5
<i>Godec, Z. – Godec, D.</i> : Sustavi motrenja uljnih transformatora	119	2	<i>Frühwirth, B.</i> : Integrirano zrakom izolirano postrojenje	533	6
<i>Domac, J. – Šegon, V. – Kufrin, K.</i> : Stavovi i informiranost javnosti o obnovljivim izvorima energije i energetskej efikasnosti ...	165	3	<i>Santica, I.</i> : Izolacija u sredjenaponskim zračnim mrežama s gledišta kvarova uzrokovanih vanjskim prenaponima	489	6
<i>Šander, M.</i> : Upravljanje i regulacija plinske turbine – na primjeru turbine MS6001FA	213	3	<i>Štritof, I. – Grgić Bolješić, K.</i> : Usklađenost područja i funkcija regulacije Vijeća za regulaciju energetskej djelatnosti s Direktivom 2003/54/EZ	505	6
<i>Javornik Vončina, S. – Malbaša, I.</i> : Deregulacija i liberalizacija telekomunikacija u EU – I. Dio: deregulacijski okvir iz 1998. godine	187	3	<i>Kolega, V.</i> : Utjecaj direktive Europske unije o energetskej karakteristikama zgrada (2002/91/EC) na potencijal energetskej ušteda u zgradarstvu	521	6
<i>Uran, V.</i> : Poslovanje outsourcing tvrtke za energetiku u sektoru drvene industrije	173	3	<i>Dizdarević, N. – Majstrović, M. – Čujić Čoko, S. – Mandić, N. – Benović, J.</i> : Uzroci, analize i mjere sprječavanja raspada ees-a u Hrvatskoj 12. siječnja 2003. godine	465	6
<i>Frühwirth, B.</i> : Proračun tokova snaga u radikalnim distributivnim elektroenergetskej mrežama unutar programskog paketa MS OFFICE	203	3	<i>Sekso, A.</i> : Tipologija oštećenja kompozitnih izolatora u prijenosnim i razdjelnim mrežama Hrvatske	497	6

