

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČ – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda d.d., Zagreb

ZA IZDAVAČA

Mr. sc. Ivan Mravak, dipl. ing.

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa

UREĐIVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić*, dipl. ing. (predsjednik), HEP d.d., Split
– Adrijano *Fišer*, dipl. ing., HEP Proizvodnja d.o.o., Rijeka
– Marijan *Kalea*, dipl. ing., HEP Prijenos d.o.o., Osijek – Damir
Karavidović, dipl. ing., HEP Distribucija d.o.o., Osijek – mr. sc.
Mladen *Mandić*, dipl. oec., Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikulčić*,
dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša*, dipl. ing., Ekoner, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR – EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko Cvetković, dipl. ing.
Urednik – Editor: mr. sc. Slavica Barta-Koštrun, dipl. ing.
Lektor – Šimun Čagalj, prof.
Grafički urednik – Graphic Editor: Miroslav Trajković

HEP d.d. – Energija
Uredništvo – The Editorial Board
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb
Telefoni: +385 1 /632-2641 i 632-2083
Telefaks: +385 1 /617-0438
e-mail: energija@hep.hr i slavica.barta@hep.hr
www.hep.hr

Godišnje izlazi 6 brojeva.

Godišnja pretplata bez PDV-a (22 %) iznosi:
- za pojedince 245,90 kn
- za poduzeća 394,16 kn
- za studente 57,38 kn

Žiro račun kod Zagrebačke banke broj:
2360000-1400129978

Godišnja pretplata za inozemstvo iznosi US\$ 95.

Devizni račun:
Zagrebačka banka broj: 2000006299
Tisak: Intergrafika d.o.o., Zagreb
Naklada 1000 primjeraka

Godište 54 (2005) Zagreb 2005 Br. 6

SADRŽAJ

<i>Jelavić, B.</i> : Razvoj tržišta električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije (pregledni članak)	425
<i>Skansi, R.</i> : Svjetlozagađenje – Ekonomski i ekološki problem (stručni članak)	429
<i>Sterpin, E.</i> : Prijedlog primjene kompenzacijske prigušnice s ručnom regulacijom u sprezi s otpornikom u mreži 10(20) kV Elektroistre (pregledni članak)	441
<i>Ježić, N.</i> : GIS, TIS i Dokument-Menagment aplikacije (GTDM) u intranet mreži DP-a (stručni članak)	447
<i>Bajs, D. – Majstrovic, M. – Majstrovic, G.</i> : Statistička analiza priključka novih generatora HE Zakučac na EES (Prethodno priopćenje)	459
Vijesti iz elektroprivrede i okruženja	479
Iz inozemne stručne literature	481

Fotografije na omotu:

HE Jaruga II (str. 1)
HE Jaruga II, strojarnica (str. 3)
HE Krka i HE Jaruga I, 1904. god. (str. 4)

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

Upute autorima

Da bi se članak mogao objaviti u časopisu ENERGIJA, potrebno ga je prirediti na sljedeći način:

1. Da bi se članak objavio u ENERGIJI, ne smije biti već objavljivao. Kad se preda Uredništvu ENERGIJE ne smije se više ponuditi nekom drugom uredništvu.
2. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu, ne upotrebljavajući pasivne oblike.
3. Članak ne bi smio imati više od 20 stranica (kartica). Ukoliko to nije moguće, treba ga podijeliti u dva ili više članaka.
4. Poželjno je da se autori pridržavaju međunarodnih normi (ukoliko nema domaćih) kada se radi o mjernim jedinicama, znakovima i ostalim simbolima. Ukoliko nisu koristili navedene norme potrebno je da uz članak dostave i osnovne podatke o simbolima i oznakama koje su koristili.
5. 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 pokuse 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 naznačuju sadržaj članka. One pomažu čitatelju da sazna je li mu članak zanimljiv ili nije.
 - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka ubraja njegov: u originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni članak ili pripada izvješćima sa savjetovanja, vijestima iz svijeta itd.
 - **literaturu.** Navodi se na kraju članka redom kojim je spomenuta u članku. Kad se autor u tekstu poziva na literaturu, u uglatoj zagradi piše se samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.
6. Članak mora imati naslov i jasno označene podnaslove. Ispod naslova treba napisati ime, prezime i mjesto stanovanja autora.
7. Na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu (dr.sc., mr.sc.), ime i prezime, stručni naziv (prof. dipl. ing., oec, iur. i dr.), naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
8. Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na istom listu papira.
9. Zbog složenosti tehničke stručne terminologije autori bi trebali, po mogućnosti, načiniti sažetke na engleskom jeziku.
10. Članak mora biti napisan na formatu A4 na računalo u Wordu 2000 ili novijoj verziji, s razmakom između redaka 11i/2, u jednom stupcu. Ne treba koristiti poravnanje s desne strane, niti uvlačiti prvi red pasusa. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna.
11. Slike moraju biti u tif formatu, 1:1, rezolucije najmanje 300 dpi. Mogu biti uvučene u tekst, ali nije obveza.

Tako pripremljeni rukopis predaje se Uredništvu na disketi ili CD-u sa jednom kopijom na papiru. Uredništvo pregleda članak i daje ga recenzentima na ocjenu. Ukoliko recenzent povoljno ocijeni članak, Uredništvo ga daje na metrološku recenziju, zatim na lekturu. Nakon toga slijedi tehnička obrada i slanje u tiskaru. O tome je li članak primljen ili odbijen Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju će kategoriju prema kvaliteti biti uvršteni neki članak, donosimo osnovne upute o kategorizaciji članaka.

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalni znanstveni rad, originalno znanstveno djelo; original scientific paper, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja, tehnike ili aparate (npr. doktorska disertacija). Toj kategoriji pripada i dotad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom shvaćanju, a napisan je tako da svaki kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

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

PRETHODNO PRIOPĆENJE (preliminary note, Vorläufige Mitteilung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate koji zahtijevaju objavljivanje.

Rad obvezatno sadrži jedan ili više podataka novih znanstvenih informacija, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (subject review, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je ono u članku objedinjeno i raspravljeno. Autor preglednog članka obvezno treba dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a ako je moguće, u literaturi valja navesti i radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (professional paper, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge s 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 se smatra korisnim radom u svezi sa širenjem znanja i prilagodavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

Nakon primjene uputa potpuno završene i kompletirane članke treba uputiti na adresu:

Hrvatska elektroprivreda - Uredništvo časopisa Energija, mr. sc. Slavica Barta, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska ili na e-mail: energija@hep.hr ili slavica.barta@hep.hr

Objavljeni se članci honoriraju. Autor (i suautor) dobivaju besplatno po dva primjerka časopisa u kojemu je objavljen njihov članak.

U roku mjesec dana nakon primitka broja u kojemu je objavljen njegov članak (prvi) autor može dostaviti Uredništvu prijedlog ispravaka možebitnih tiskarskih pogrešaka (navodeći stranicu, stupac, redak, uz napomenu o tome kako stoji i kako treba biti), da bi se potrebne ispravke mogle objaviti u sljedećem broju časopisa.

Ako je potrebno, Uredništvo se obraća samo prvom navedenom autoru. U slučaju bilo kakvih nejasnoća ili različitih stavova, prihvaćaju se samo stavovi što ih iznese prvi autor. Molimo autore da tu činjenicu uzmu u obzir.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

Glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda d.d. uz pomoć Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede i okruženja, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala.

Energija je već niz godina indeksirana u sekundarnom bibliografskom izvoru INSPEC - The Institution of Electrical Engineering, England.

Stoga se objavljeni članci uzimaju u obzir za vrednovanje znanstvenog rada, prema novom Pravilniku o uvjetima za izbor u znanstvena zvanja, objavljenom u Narodnim novinama broj 84, od 11. srpnja 2005. godine.

UREDNIŠTVO

RAZVOJ TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE PROIZVEDENE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Dr. sc. Branka JELAVIĆ, Zagreb

UDK 620.91:338.524
PREGLEDNI ČLANAK

Ovaj prikaz baziran je na izvješću nastalom u okviru programa REACT (Renewable Energy Action), koji je financirala Europska komisija [1]. Zadatak projekta bio je da razjasni čimbenike koji su odredili najuspješnije politike primjene obnovljivih izvora energije (OIE) za proizvodnju električne energije u Europi do 2004. godine. Razmatranje je pokazalo da je najuspješniji razvitak tržišta električne energije iz OIE bio u Njemačkoj i Španjolskoj. Postojanje poznatog i stabilnog dugoročnog zakonodavnog okvira pokazalo se ključno za brz i uspješan razvitak tržišta.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, proizvodnja električne energije, razvoj tržišta

1 UVOD

Bez obzira na postojeće prepreke koje još uvijek stoje na putu provedbe projekata obnovljivih izvora energije, današnje okruženje i uvjeti u Hrvatskoj zasigurno su znatno povoljniji od onih prije nekoliko godina. Opća svijest o nužnosti održivog razvitka sve je prisutnija i u našem društvu, a prvi put, u Zakonu o energiji (NN 68/01) i Zakonu o izmjenama i dopunama Zakona o energiji (NN 177/04), artikuliran je pozitivan stav Republike Hrvatske prema obnovljivim izvorima energije kao značajnoj odrednici ukupne energetske strategije.

Zakon o energiji predviđa izradu Pravilnika o korištenju OIE i kogeneracije, no ključni je iskorak u zakonskom tretmanu obnovljivih izvora energije sadržan u Zakonu o tržištu električne energije (NN 177/04) u kojem se uređuje zakonska obveza preuzimanja električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije. Sama kvota, odnosno minimalni udio električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, koji je obavezan preuzeti svaki energetska subjekt za opskrbu električnom energijom utvrdit će se posebnom uredbom koju pak donosi Vlada Republike Hrvatske.

Posebno je važna i činjenica da u Hrvatskoj postoji velik interes kako domaćih tako i stranih investitora za projekte obnovljivih izvora energije s jedne strane, te proizvođača opreme, projekatana i izvođača s druge strane. Sve su češći upiti i od predstavnika jedinica lokalne uprave i samouprave, županija i gradova, koje traže stručnu potporu. Obnovljivi izvori više nisu nepoznati ni široj javnosti koja

sve više traži pokretanje konkretnih projekata. U akcije povećanja korištenja obnovljivih izvora energije uključuju se nevladine organizacije, a zamjetna je promjena stava i rastuća potpora državne uprave ovim projektima.

Sve je ovo u skladu s kretanjima na energetskom tržištu Europske unije gdje obnovljivi izvori energije, zbog razvitka i zahtjeva tržišta, ali i jasno izražene političke volje te obvezujućih direktiva Europske komisije, zauzimaju sve značajnije mjesto.

U nastavku će biti razmatrana pozadina različitih politika prema OIE, te glavnih čimbenika ekonomske uspješnosti OIE projekata. Također će biti prikazani ciljevi i rezultati uspješnih politika, te što se može naučiti iz prikazanoga.

2 POZADINA RAZLIČITIH POLITIKA PREMA OIE

Energetska politika danas treba zadovoljiti tri osnovna kriterija: troškovni, ekološki i sigurnosni. Troškovni pristup doveo je do liberalizacije tržišta električnom energijom u želji da se smanji cijena električne energije i poboljša usluga potrošačima. Posljednjih nekoliko godina naglasak je sve više na vezi između troškova i odgovornosti prema okolišu, pa OIE dobivaju sve značajniju ulogu u zadovoljenju energetske potrebe. Korištenje OIE u proizvodnji električne energije često se ističe i kao važna mjera za ublažavanje klimatskih promjena, pa je s porastom zabrinutosti javnosti glede mogućih klimatskih promjena rasla i potpora korištenju OIE.

Kao potpora troškovnom principu nastao je "kvota" sustava, a kao potpora ekološkom principu razvijen je sustav zajamčenih tarifa. „Kvota“ sustav određuje izgradnju OIE za proizvodnju električne energije u određenom iznosu i putem natječaja (tendera) traži najpovoljnije ponuđače do popunjenja kvote [2]. Zajamčene tarife znače fiksnu otkupnu cijenu električne energije proizvedene iz OIE kroz dugoročno razdoblje (tipično 10 -15 godina). Tržište zelenih certifikata uvelo je također nekoliko zemalja, no radi se o relativno složenom mehanizmu, koji (barem do sada) nije postigao većeg uspjeha. Pregled politika pokazuje da je većina zemalja izabrala ova tri tipa potpore kao osnovni (tablica 1).

Tablica 1 – Pregled poticajnih mehanizama za proizvodnju električne energije iz OIE u zemljama Europske unije (EU-15)

Zemlja	Glavna strategija
Belgija	TGC + zajamčen otkup
Danska	Porezne olakšice + tender
Njemačka	FIT
Grčka	FIT + investicijske subvencije
Španjolska	FIT
Francuska	FIT
Irska	Tender
Italija	TGC
Luksemburg	FIT
Nizozemska	FIT – porezne olakšice
Austrija	FIT
Portugal	FIT + investicijske subvencije
Finska	Porezne olakšice
Švedska	TGC
V. Britanija	TGC + investicijske subvencije

Izvor: EWEA

FIT – Feed-in-Tariffs (Zajamčene tarife)

TGC – Tradable Green Certificates (Tržište zelenih certifikata)

Praksa je pokazala da su dugoročni ugovori o otkupu električne energije iz OIE, koji osiguravaju dugoročnu stabilnost prihoda najuspješniji. Tablica 2 uspoređuje rezultate gornja dva tipa potpore na primjeru izgrađenih MW u vjetroelektranama.

Tablica 2 – Usporedba izgrađenih MW u vjetroelektranama za slučaj zajamčenih tarifa i kvota sustava

	Zemlja	Instalirani kapacitet 12/2004. u MW	Porast u 2004. u MW
Zajamčene tarife	Njemačka	16 629	2 037
	Španjolska	8 263	2 065
Kvota sustava	Danska	3 117	9
	Irska	339	148

Izvor: EWEA

Napredni zajamčeni tarifni sustavi za otkup električne energije iz OIE osiguravaju i pristup najmanjeg troška.

Ovi sustavi potiču razvoj tehnologija, tržište i optimalno korištenje sredstava.

U zemljama, koje su izabrale "kvota" sustav, odnosno raspis natječaja (tender proceduru), teško je predvidjeti situaciju s kojom se suočavaju investitori, pa je i realizacija projekata loša.

Za razliku od Španjolske i Njemačke, Danska je nakon predvidive zajamčene tarife ušla u tranzicijsko razdoblje u kojem je nesigurnost za investitore porasla, što se odmah odrazilo na značajno smanjenje realiziranih projekata.

U okolnostima velike nesigurnosti, samo mali broj projekata je uspješan, dok stabilni sustavi privlače kapital i razvijaju cjelokupnu industriju OIE. Danski primjer govori da se vlada, odnosno regulatorno tijelo, treba držati "provjerenih" modela, a željene promjene najavljujati čim prije i postupno ih provoditi dajući investorima dovoljno vremena za prilagodbu.

Ekonomski pokazatelji projekata OIE su, kao uostalom i za sve investicije, interna stopa povrata i neto sadašnja vrijednost. Logika ovih pokazatelja je jednostavna: projekt će se realizirati samo ako je neto sadašnja vrijednost veća od nule, odnosno ako je interna stopa povrata investicije zadovoljavajuća.

Ekonomska opravdanost projekta moguća je jedino uz stabilan i predvidiv tijek prihoda. Naravno, svi su ekonomski proračuni podložni pretpostavkama, pa se uvijek računaju mogući scenariji pri čemu su za OIE projekte odlučujuće sljedeće pretpostavke:

- stabilnost zakonodavnog okvira
- rizik pojedine tehnologije
- energetske doprinos
- struktura projekta (financijska).

3 USPJEŠNE OIE STRATEGIJE

Njemačka

U Njemačkoj je došlo do značajnog razvitka tržišta električne energije iz OIE ponajviše zahvaljujući Zakonu o OIE iz 2000. god. Taj zakon regulira kupnju i plaćanje električne energije proizvedene iz OIE i prepoznaje doprinos OIE smanjenju emisije stakleničkih plinova i očuvanju postojećih rezervi fosilnih goriva [3].

Prema dokumentu EU poznatom pod nazivom White Paper iz 1997. godine Njemačka je odlučila povećati udio OIE u proizvodnji električne energije sa 6,3 % u 1990. godini na 12,5 % u 2010. godini i prema dosadašnjim rezultatima postoje dobre šanse da se cilj ostvari. Naime već do 2003. godine postignut je, u usporedbi s 1990. godinom, značajan pomak u instaliranoj snazi pojedinih izvora:

- hidroelektrane: 4 620 MW (+ 220 MW)
- vjetroelektrane: 14 600 MW (+ 14 544 MW)
- biomasa: 1 100 MW (+ 910 MW)
- PV (Photo Voltaics - sunčane ćelije): 350 MW (+ 348 MW).

Njemački uspjeh je u prvom redu posljedica stabilnog političkog i zakonodavnog okvira, koji je kroz zajamčeni tarifni sustav za otkup električne energije iz OIE stvorio povoljne uvjete za proizvođače.

Nakon deregulacije tržišta električne energije 1998. godine, tadašnji zakon za OIE iz 1991. godine, koji je plaćanje vezao na cijenu kod krajnjeg potrošača morao je biti promijenjen, što je i učinjeno već spomenutim Zakonom o OIE, a koji je uveo fiksnu otkupnu tarifu. Važno je napomenuti da su te tarife određene nakon detaljnih znanstveno-stručnih studija, koje su izradili vodeći instituti. Sada otkupna tarifa ovisi o vrsti OIE, veličini postrojenja, i u slučaju vjetroelektrana o lokaciji.

Iznosi fiksnih tarifa variraju za male HE, deponijski plin, plin iz rudnika i otpadnih voda od 9,67 eurocent/kWh za male instalacije ispod 500 kW do 3,70 eurocent/kWh za velike hidroelektrane s instaliranom snagom većom od 50 MW. Za biomasu cijena je od 11,5 eurocent/kWh za male jedinice do 8,9 eurocent/kWh za velike jedinice.

Cijena za energiju iz vjetroelektrana je fiksirana na 8,7 eurocent/kWh na rok od najmanje pet godina poslije puštanja u pogon. Nakon toga, cijena pada u ovisnosti o kvaliteti lokacije. Za nove instalacije cijena pada 1,5 % godišnje kako bi se potaknuo tehnološki razvitak.

Faktor važan za uspjeh OIE u Njemačkoj svakako je i jaka potpora javnosti zaštiti okoliša, kao i nesigurnosti vezane uz dobavu konvencionalnih izvora energije.

U Njemačkoj je oko 120 000 ljudi zaposleno u OIE industriji, 50 000 u biomasi, 40 000 u vjetroenergetici, i gotovo 20 000 u solarnoj industriji. Očekuje se dodatnih dvadesetak tisuća radnih mjesta do 2010. godine.

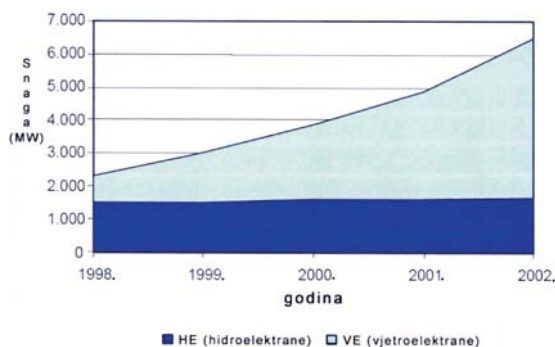
Mogućnost proizvodnje električne energije u Njemačkoj nije više vezana samo na 'velike igrače'. To je posebno naglašeno kod različitih decentraliziranih primjena, koje su široko prihvaćene. Na taj način u Njemačkoj je gotovo pola milijuna ljudi direktno ili indirektno povezano s proizvodnjom 'zelene struje' i oni čine jezgru novog konsenzusa u energetske politici.

Španjolska

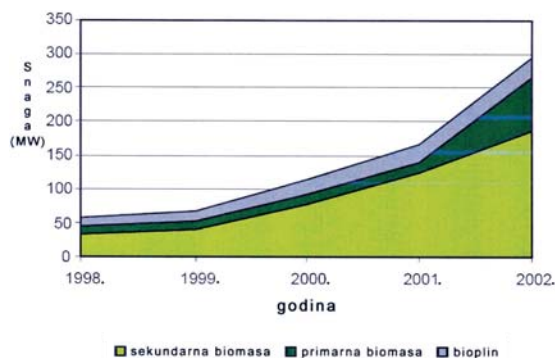
Španjolska vlada odlučila je razviti mehanizam potpore OIE i u tom smislu 1997. godine donesen je zakon o poticajima za sve OIE priključene na mrežu [4]. Ti poticaji postavljeni su tako da omoguće da Španjolska ostvari postavljeni cilj od minimalno 12 % proizvodnje električne energije iz OIE do 2010. godine, što konkretno znači proizvodnju od 76,6 TWh iz tridesetak tisuća MW instalirane snage. Zakonom je propisana obveza otkupa električne energije iz OIE, uz cijenu, koja odražava izbjegnuti trošak kao i socijalne i ekološke prednosti proizvodnje iz OIE. Kraljevskim dekretom propisane su cijene za svaki tip OIE, a one se mijenjaju i idu prema tržišnim cijenama.

Razvitak OIE potaknuo je i tehnološki razvitak: vjetroturbine su postale efikasnije, kao i određeni kotlovi na biomasu, a došlo je i do razvoja PV opreme, naročito one vezane na mrežu.

Slike 1 i 2 pokazuju odlične rezultate španjolske politike, naročito u području vjetroenergetike. Rezultati na području PV tehnologije također su zadovoljavajući, no na području biomase, naročito što se tiče korištenja otpadaka iz poljoprivrede i šumarstva rezultati nisu zadovoljavajući pa se traže nova rješenja.



Slika 1 – Instalirana snaga OIE u Španjolskoj



Slika 2 – Instalirana snaga u Španjolskoj

Finska

Finska je jedna od vodećih zemalja Europe u korištenju šumske biomase [5]. Akcijski plan za OIE pokrenut je 1999. godine sa zadaćom da se udio OIE do 2010. godine poveća za pedeset posto u odnosu na razinu od 1995. godine kada su OIE doprinosili 20 % na strani primarne energije. Pretpostavka je da će šumska biomasa zauzeti 90 % predviđenog povećanja.

Što se tiče razvitka projekata na biomasu presudno je postojanje dovoljno velikog tržišta, koje omogućava sigurnost opskrbe biomasom. Na tom području značajan je finski projekt pod nazivom Program energetske tehnologije za korištenje šumske biomase, koji je pokrenut 1999. godine. U okviru ovog programa razvijene su tehnologije za proizvodnju i povećanje kvalitete šumske sječke.

Zadatak je bio upeterostručiti godišnju potrošnju šumske sječke do 2003. godine, što čini 2,5 milijuna kubnih metara drveta ili oko 5 TWh proizvedene energije. Program se bavio i tehnologijom upravljanja sječkom, proizvodnjom, distribucijom i korištenjem peleta, tehnologijama grijanja te raznim konceptima pratećih uslužnih djelatnosti. Program je 2002. godine proširen i na manja postrojenja proizvodnje i korištenja šumske biomase. Program je bio izuzetno uspješan, a smatra se da su subvencije na investicije vezane uz proizvodnju tako i potrošnju bile presudne za uspjeh projekta. Ukupni trošak bio je 42 milijuna eura i potrošen je na 44 znanstvena projekta, 46 industrijskih projekata i 29 demonstracijskih projekata. Ovaj program značajno je pomogao da Finska postane jedan od lidera na području biomase.

4 ZAKLJUČAK

Prvi važan preduvjet za uspješan razvoj proizvodnje električne energije iz OIE je zakonska obveza preuzimanja proizvodnje od strane operatora mreže, usprkos početnom otporu monopolističkih elektroprivrednih sustava (kako u Njemačkoj tako i u Španjolskoj). Drugi važan preduvjet je politička odluka da društvo kao cjelina treba snositi troškove proizvodnje električne energije iz OIE ako želi smanjiti utjecaj energetskog sektora na okoliš.

Zemlje EU su slobodne u kreiranju povoljnih tržišnih uvjeta ili da omoguće državnu pomoć za investicije ili proizvodnje kada se radi o poticanju proizvodnje energije iz OIE. Jasno je da je pitanje povećanja udjela OIE u proizvodnji električne energije uglavnom stvar političke volje. Idealno političari bi trebali implementirati inteligentan sustav, koji bi s jedne strane ponudio stabilnu cijenu proizvođačima, a ujedno potaknuo tehnološki razvitak. Pripadna socijalna prihvatljivost također je vrlo važna, naročito u razdoblju provedbe samih projekata.

Što se tiče prvog zahtjeva, važno je da zakonski okvir ponudi stabilnu i predvidivu cijenu radi dugoročnosti investicija, a u slučaju promjene zakonodavstva, stare investicije treba izuzeti primjene ili odrediti dovoljno dugo prijelazno razdoblje da bi se izbjegli takozvani naslijeđeni troškovi.

Istodobno treba potaknuti razvoj tehnologija i ohrabriti tehnološki napredak u smislu smanjenja proizvodne cijene. U principu postoje dva odgovora: postepeno smanjenje tarifa za novo izgrađene objekte ili određivanje vremenskog razdoblja do kada će se određene tarife isplaćivati.

Kontinuitet je ključ uspjeha svake politike, pa i ove prema OIE. Konkretno sustav u Njemačkoj i Španjolskoj, koji je uz zajamčene otkupne cijene uveo i obvezu operatoru mreže, pokazao se najuspješniji. Subvencije, fiskalne mjere i 'meki' krediti prepoznati su kao važne mjere za razvoj tehnologija poput solarnih ćelija.

LITERATURA

- [1] PAUL KELLETT, SEI Renewable Energy Information Office, Shinagh House, Bandon, Cork, Ireland www.react.sinternovem.org
- [2] The European Network for Energy Economics Research, ENER Forum 3, Successfully Promoting Renewable Energy Sources in Europe, Budapest, Hungary 2002., www.eu.fhg.de/ENER/Enerhome.htm
- [3] DENA, Berlin, Germany, React Case Study „Renewable Energy Law (EEG) Germany“, 2004.
- [4] IDAE, Madrid, Spain, React Case Study „Spanish Royal Decree 2818/1998 „Special Regime of the Electricity Market“, 2004.
- [5] Motiva, Finland, React Case Study Wood Energy Technology Programme 1999-2003, Finland, 2004. <http://aksell.tekes.fi/Resource.phx/enyr/puenergia/en/index.htm>

DEVELOPMENT OF ELECTRIC ENERGY MARKET FROM RENEWABLE ENERGY RESOURCES

This review is based on REACT (Renewable Energy Action) programme report financed by the European Commission. The scope of the project was to explain the facts that led to the most successful policy of renewable energy sources (RES) for electric energy production in Europe until 2004. The analysis has shown that the most successful electric energy market for RES was in Germany and Spain. The existence of known, stable and long-term legal frame has proved a key factor for a quick and successful market development.

DIE STROMMARKTENTWICKLUNG UND DIE ERZEUGUNG AUS ERNEUBAREN ENERGIEQUELLEN (EEQ)

Diese Darstellung beruht auf dem Bericht*, welcher im Rahmen des Programmes "REACT" (aus dem englischen: Renewable Energy Action = Projekt erneuerbarer Energiequellen) entstanden ist und seitens der Europäischen Kommission finanziert wurde. Aufgabe des Projekts war die Erläuterung der Umstände, welche die erfolgreichsten Verhalten in der Nutzung erneuerbarer Energiequellen (EEQ) für die Stromerzeugung in Europa bis zum Jahre 2004 bestimmt haben. Die Erwägungen haben gezeigt, seien Deutschland und Spanien in der Entwicklung des Marktes der elektrischen Energie aus den EEQ die erfolgreichsten. Ein bekannter und stabiler, langfristigen Gesetzrahmen hat sich als Schlüsselumstand für die schnelle und erfolgreiche Entwicklung des Marktes gezeigt.

* In der Literatur zu dieser Darstellung ist der Bericht unter [1] angeführt

Naslov pisca:

Dr. sc. Branka Jelavić, dipl. ing.
Energetski institut Hrvoje Požar
Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Hrvatska
bjelavic@eihp.hr

Uredništvo primilo rukopis:
2005-05-19

SVJETLOZAGAĐENJE – EKONOMSKI I EKOLOŠKI PROBLEM

Mr. sc. Ranko SKANSI, Zagreb

UDK 621.32:644.3
STRUČNI ČLANAK

Vanjska rasvjeta je postala bitan integralni dio našeg društva. Međutim, kao popratni efekt vanjske rasvjete, pojavilo se, svjetlozagađenje. Ovaj nedostatak može biti znatno smanjen rasvjetljavanjem samo onoga što je zaista potrebno rasvijetliti i kada je potrebno rasvijetliti, te s točno određenom jakošću svjetla. Ovaj članak razmatra tri elementa svjetlozagađenja, a to su povećanje svjetline neba, smetajuće svjetlo, te blještanje. Također, daju se preporuke za smanjenje ili uklanjanje neželjenih efekata svakog elementa, prigodom projektiranja i izvođenja vanjske rasvjete.

Ključne riječi: Svjetlozagađenje, smetajuće svjetlo, neželjeno svjetlo, provaljujuće svjetlo, ekonomski gubici, opasnost za zadržavanje, ugrožavanje eko-sustava

1 UVOD

“Da se zvijezde, mjesto što sjaju uvijek nad našim glavama, mogu vidjeti samo s jedne točke zemaljske kugle, ljudi ne bi prestali u hrpama onamo putovati, kako bi motrili nebo i divili se čudesima neba” Seneca.

Moderno društvo rasvjetljava svoj okoliš kako bi ispunilo određene potrebe, kao što je povećanje sigurnosti, unaprjeđenje ekonomskog razvoja, te rasvjetljavanje povijesnih spomenika i znamenitosti. Naše je društvo počelo funkcionirati 24 sata na dan, pa je noćna rasvjeta neizostavna kategorija aktivnosti našeg društva. Ipak, ova situacija ima i svoje neželjene dimenzije. Na slici koja slijedi je dana kompozitna satelitska fotografija zemlje, snimljena tijekom 24 satne revolucije satelita oko zemlje, čime je postignuto kretanje satelita u isključivo noćnom dijelu našeg planeta. Izrazito su vidljive zone veće gustoće stanovništva, jer su jače rasvijetljene.

Svjetlozagađenje je svaka nepotrebna / nekorisna emisija svjetla u prostor izvan zone (ceste, ulice, trga..) koju je potrebno rasvijetliti, odnosno svako emitiranje umjetnog svjetla u područja gdje je ono nepotrebno ili neželjeno. Ono obuhvaća neželjeno rasvjetljavanje neba, smetajuće svjetlo i blještanje. Uzrokuju ga umjetna rasvjetna tijela koja (često zbog toga jer su nepravilno konstruirana ili postavljena) snop svjetla usmjeravaju prema nebu ili lateralno. Sve što emitira svjetlo lateralno umjesto prema tlu, zagađuje nebo i okolinu viškom svjetla. Na slici 2 pokazani su svi elementi

svjetlozagađenja, prouzročeni ljudskim faktorima, odnosno tehnologijom rasvjete.



Slika 1 - Zemlja noću

[Izvor: Image and data processing by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) National Geophysical Data Center. Data collected by the U.S. Air Force Weather Agency under the Defense Meteorological Satellite Program, 1994.-1995.]

Utjecaj prometne infrastrukture na okoliš je predmet istraživanja već više godina. Jedan od aspekata koji se u kontekstu prometa stalno ignorira, jest svjetlozagađenje. U mnogim područjima, međutim, svijest o svjetlozagađenju, odnosno sprječavanju istoga, postala je važan aspekt projektiranja i planiranja. Susjedstva su postala osjetljivija na tuđe svjetlo koje im “provaljuje” u njihove posjede. Prvi koji su podigli glas i pokazali (i dokazali) svijetu potrebu o razmišljanju u ovoj domeni, bili su astronomi, koji su prvi zapazili “smanjenje” broja zvijezda. Shvatili su da je razlog rasvijetljenost atmosfere, a ne gašenje zvijezda.

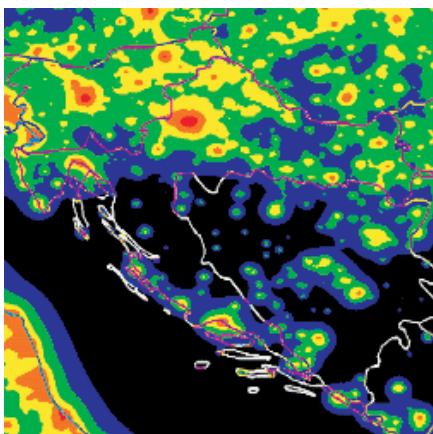
Prema nekim procjenama, 30 – 50 % svjetlozagađenja proizlazi iz cestovne rasvjete [1]. Na neki način ova spoznaja je problem svjetlozagađenja pozicionirala u domenu projekatnata cestovne rasvjete. Njima je posvećena i obveza iznalaženja dovoljno efikasnih tehničko-ekonomskih rješenja u ovom kontekstu.

Znamo kako se primjenom danas dostupnih tehnologija, svjetlozagađenje može uvelike suzbiti, a u cijelom opsegu nadzirati. Stoga se mora raditi na široj stručnoj spoznaji ovog problema kao i mogućih rješenja, te apelirati na investitore kako bi prigodom izrade projekta inzistirali na modernim svjetiljkama koje su atestirane u ovom kontekstu.



Slika 2 - Primjer korisne rasvjete i štetne, odnosno neželjene, komponente kod tipične cestovne svjetiljke na stupu
[Izvor: Institution of Lighting Engineers]

Svjetlozagađenje je svjetski problem koji utječe na gotovo cijelu ljudsku populaciju. Za razliku od onečišćenja vode ili zraka, svjetlozagađenje je nepoznanica za većinu ljudi. Ovaj, na prvi pogled beznačajan problem izaziva mnoge neželjene efekte od nepotrebnog rasipanja energije do štetnog utjecaja na životinje i ljude. Glavna značajka zagađenja svjetlom jest povećanje svjetline neba (za vrijeme noći) uzrokovano umjetnom rasvjetom [2]. Ukratko, noći postaju svjetlije, što implicira različite negativne posljedice za čovjeka i njegov okoliš.



Slika 3 - Prikaz razine svjetlozagađenja teritorija RH
[Izvor: International Dark-Sky Association]

Neki manje zastupljeni problemi koji proizlaze iz svjetlozagađenja su konfuzija u vidnom polju, proizašla iz neadekvatnih izvora svjetla, kao i problemi tipa nemir, gubitak energije, te opća smetnja i nelagoda. Osim nelagode pješacima, u promet se unosi znatna doza nesigurnosti, proizašla iz efekta zablještavanja te lošeg ili nikakvog optičkog vođenja.

Uz svjetlozagađenje, cestovna rasvjeta može prouzročiti još neke probleme koji mogu biti vezani uz zagađenje okoliša. Ovdje se govori o kolorističkoj zabludi (nastaloj uporabom neadekvatnih izvora svjetla, s ograničenim stupnjem uzvratu boje), vizualnim smetnjama (prouzročnim jakim stupnjem zablještavanja) itd.

Ipak, budući da je glavna tema ovog članka svjetlo, koje po svojoj osnovnoj definiciji nikako nije zagađivač, već izuzetno potrebna i opravdana tehnološka kategorija, koju se isključivo lošom koncepcijom i uporabom pretvara u zagađivača, u nastavku se neće koristiti pojam svjetlozagađenje, već **neželjeno svjetlo**.

2 KOMPONENTE NEŽELJENOG SVJETLA

Fontes Moralitatis

Coram obiecto, intentio se collocat e parte subiecti agentis. Intentio, quippe quae ex fonte voluntario est actionis eamque per finem determinat, elementum est essentiale in morali aestimatione actionis. Finis est primus terminus intentionis et scopum indicat quem actio prosequitur. Intentio motus est voluntatis in finem; terminum respicit actionis. Ipsa est propositum boni quod ab actione incepta expectatur.

Pred objektom, namjera postaje dio subjekta koji vrši akciju. Budući postoji na samom izvoru akcije koju određuje rezultatom, namjera je esencijalni element moralne kvalifikacije same akcije. Rezultat je značajniji termin od namjere i određuje cilj akcije. Namjera je svojevuljni pomak prema rezultatu a odnosi se na zaključak akcije. Očekuje se pozitivna konotacija od izabranog načina djelovanja.

CATECHISMUS CATHOLICAE ECCLESIAE; PARS TERTIA - VITAIN CHRISTO; SECTIO PRIMA - VOCATIO HOMINIS: VITA IN SPIRITU; CAPUT PRIMUM - PERSONAE HUMANAE DIGNITAS; ARTICULUS 4 - ACTUUM HUMANORUM MORALITAS; 1752

2.1 Svjetlina neba

Svjetlina neba nastaje iz prirodnih i umjetnih razloga. Prirodna komponenta svjetline neba proizlazi iz pet elemenatarnih izvora: sunčevo svjetlo se reflektira od površine mjeseca i zemlje, slabo "svijetljenje neba" u gornjim slojevima atmosfere (stalna slaba aurora), refleksija sunčevog svjetla od međuplanetarne prašine

(zodiakalno svjetlo), lom zvjezdanog sjaja u atmosferi, te pozadinsko svjetlo zvijezda i svemirskih maglica [3]. Sve ove komponente su na našoj planeti postojale i prije no što je njome prohodao prvi čovjek, a posebno prije no što je čovjek upalio prvu svjetiljku i tako započeo eru neželjenog svjetla.

Svjetlo koje se emitira iz svjetiljaka proizvodi (poput svakog drugog svjetla) tri komponente. To su direktno svjetlo, reflektirano svjetlo i apsorbirano svjetlo [4]. Prva i treća komponenta nas u ovom slučaju ne brinu, međutim reflektirano svjetlo, je komponenta koja izmiče nadzoru. Kada se odbije od površine koju se rasvjetljava, ova komponenta svjetla se lomi između brojnih čestica prašine i aerosolnih mješurica u atmosferi, stvarajući tako disperzni oblak svjetla. Ujedno, ova komponenta svjetla je varijabilna, a uz tehnološku komponentu svjetiljke koja dovodi do neželjenog svjetla, u relaciji je s trenutačnim zagađenjem atmosfere, te meteorološkim uvjetima.



Slika 4 - Primjer svjetljenja neba iznad Zagreba

[Fotografija sa Strossmayer-ovog šetališta u smjeru Tomičeve ulice i Ilice (u pozadini se vidi rasvjetljen krov Hrvatskog Narodnog Kazališta i hotel Vestin)]

Ustanovljeno je kako se u zenitu iznad gradova svjetlina neba povećava od 25 do 50 puta više nego je to slučaj u nerasvjetljenim ruralnim područjima [5]. Ove činjenice ustanovili su astronomi, nakon što su im neke zvijezde počele “nestajati” iz dijela svemira u kojemu postoje.

Mjerenje svjetline neba je započeto tek nedavno i to je razlog poradi kojega danas još ne postoje precizni i standardizirani načini kvantifikacije ove komponente neželjenoga svjetla. Govori se o mnogim komponentama koje utječu na rezultatno svjetljenje neba. U prvom redu riječ je o kutnoj razdiobi snopa svjetla proizašlog iz svjetiljke, zatim kutnoj razdiobi reflektirane komponente, te uvjetima u atmosferi (temperatura, vlažnost i onečišćenje). Samo mjerenje svjetline neba obavlja se instrumentom koji se zove fotoelektrični fotometar, a radi se o instrumentu koji je u stanju precizno izmjeriti količinu svjetla koje ulazi

u tanku kapilarnu cjevčicu osjetila instrumenta, usmjerenu prema zenitu (okomito na površinu zemlje) u nekoj točki [6]. Druge metode mjerenja svjetline neba su opisane u CIE tehničkom izvješću u sklopu [7]. Ukratko, postoji nekoliko matematičkih kvantifikacijskih pristupa ovom problemu, međutim, većina je dosta simplificirana budući da ne uzimaju u obzir neke teško mjerljive parametre, ali koji znatno mijenjaju konačan rezultat (razdioba svjetla, broj izvora svjetla, vrsta izvora, snaga izvora, količina reflektiranog svjetla, itd). Kasnije u tekstu, daje se osvrt na jednu od danas najprihvaćenijih metoda izračuna, tzv. Walker-ov zakon.

2.2 Smetajuće svjetlo

Smetajućim svjetlom se naziva ona komponenta vanjske rasvjete koja “provaljuje” u tuđe posjede. Ova kategorija je presudan faktor u kontekstu ljudske ugone i zdravlja, budući da se između ostaloga govori o svjetlu koje prodire u spavaće sobe. Istraživanja pokazuju kako umjetna rasvjeta utječe i na ljude - dolazi do poremećaja sna, životnog ritma, te alergijskih i hormonalnih poremećaja koji mogu uzrokovati razna oboljenja, pa čak i tumorsna oboljenja. Medicinske statističke studije pokazuju kako žene koje su po noći izložene svjetlu imaju povećanu opasnost od zadobivanja tumora dojke [8] i [9]. Taj efekt je povezan je s hormonom melatoninom, kojega tijelo proizvodi noću, dok spavamo. Kada soba u kojoj se spava nije zamračena, produkcija melatonina je smanjena, što povećava rizik od tumorskih oboljenja. Iz tog razloga dnevni san nije toliko efikasan kao noćni [10].



Slika 5 - Primjer smetajućeg svjetla u Zagrebu

[Fotografija: D. Korunić]

Institution of Lighting Engineers (ILE) definira smetajuće svjetlo kao onu komponentu rasvjete koja s ulice ulazi kroz prozor u unutrašnjost zgrade prema (za SAD definirane) okolišne zone [11]. Sljedeća tablica pokazuje okolišne zone:

Tablica 1 - Okolišne zone prema definiciji IESNA
(Illuminating Engineering Society of North America)

Zona	Opis
E1	Područja s tamnim okolišem Nacionalni parkovi ili stambene zone s posebnim ograničenjima rasvjete Nerasvijetljene ceste i ulice
E2	Područja sa slabom ambijentalnom svjetlinom Vanjske urbane ili ruralne stambene zone
E3	Područja sa srednjom ambijentalnom svjetlinom Urbane stambene zone
E4	Područja sa velikom ambijentalnom svjetlinom Urbane zone, rezidencijalne i komercijalne s visokim intenzitetom noćnih aktivnosti

[Izvor: IESNA 1999]

Vrlo je teško precizno mjeriti smetajuće svjetlo budući da su pojave različite. Rasvijetljenost (iluminacija) u vertikalnom smislu (naprimjer vertikalna rasvijetljenost prozora) može u nekim situacijama biti dopustiva i opravdana, dok je u drugim slučajevima, smetajuća. Isto vrijedi i za horizontalnu rasvijetljenost. Ona npr. na površini kreveta može biti smetajuća dok je opravdana na površini poda. U svakom slučaju rasvijetljenost od 1 lux-a (0,1 footcandle) u principu može biti prihvatljiva. Za usporedbu, mjesečina pri punom mjesecu osigurava rasvijetljenost prostora minimalno 0,3 lux [12].

U principu, smetajuće svjetlo je potrebno ustanoviti na granici posjeda (uvjetno rečeno) koji se rasvijetljava. Zamislimo vertikalnu ravninu na granici posjeda. Mjeri se upadno svjetlo na samoj granici, ali usmjereno prema točki rasvijetljanja, suprotno od smjera tuđeg posjeda. Tada se mjeri na istom mjestu, ali usmjereno prema tuđem posjedu (koji se ne rasvijetljava). Izračunava se omjer ta dva rezultata, s time da je prvo mjerenje u brojniku, a drugo u nazivniku. Ako je rezultat manji od jedan, znamo da rasvijetljavani posjed dobiva više svjetla od susjednog nego što rasvijetljavani prostor daje susjednom. Što je rezultat manji to je veća količina smetajućeg svjetla spriječena u smislu upada na susjedni posjed.

2.3 Blještanje

Blještanje je vizualna senzacija koja nastaje prevelikom količinom svjetla koje ulazi u oko. U osnovi razlikujemo tri kategorije blještanja [13]:

Zasljepljujuće blještanje

Blještanje je toliko intenzivno da neko vrijeme po uklanjanju stimulusa, zasljepljena osoba ne razaznaje predmete ispred sebe. Ova se pojava susreće kod zablještanja dugim svjetlima vozača koji dolazi u susret.

Onesposobljavajuće blještanje

Blještanje uzrokuje smanjenje vidnih mogućnosti. Naziva se još zavjesna rasvijetljenost (eng: veiling luminance). Ova se pojava manifestira kod ulaza intenzivne zrake svjetla u staklinu oka, gdje se zraka lomi i odbija umanjujući doživljaj kontrasta slike, na rožnici. Izračun ovog tipa blještanja dan je u nastavku.

Neugodno blještanje

Blještanje uzrokuje nelagodu i smetnju iako u isto vrijeme ne umanjuje znatno sposobnost razaznavanja objekata u vidnom polju. Ipak, dulje izlaganje ovom tipu blještanja kod sudionika u prometu izaziva zamor te je moguća pogreška u prometu. Ova je pojava subjektivna, te ne postoje globalni standardi u vezi s njom. U Kaliforniji, naprimjer, ovu pojavu nadziru prema slijedećem ključu: ograničenje izmjerene svjetline izvora u okviru 10° između smjera gledanja i položaja svjetiljke, ne smije prijeći minimalnu izmjerenu ambijentalnu rasvijetljenost pomnoženu s 1 000 (u vidnom polju). Tamo se na ovaj način nadziru i svjetleće reklame uz prometnicu.

Slijedeće dvije slike, 6 i 7, vrlo zorno pokazuju razliku između nepravilno izvedene cestovne rasvjete i one koja je izvedena pazeći na redukciju blještanja.



Slika 6 - Primjer blještanja kod loše cestovne rasvjete
[Izvor: THORN – stručna dokumentacija, 2001.]



Slika 7 - Primjer dobre cestovne rasvjete
[Izvor: Lumec]

3 OSNOVNI ELEMENTI TEORIJE CESTOVNE RASVJETE

Kako bi bolje razumjeli negativne učinke cestovne rasvjete, najprije moramo znati neke osnovne pojmove vezane uz cestovnu rasvjetu [14].

3.1 Definicije

Kandela

Intenzitet svjetla kojega daje neki izvor svjetla, izražava se u kandelama [cd]. Ovo je osnovna jedinica količine svjetla. Nekada se kandelama izražavala količina svjetla proizašla iz plamena svijeće. SI sustav mjera, definira kandelu kao svjetlosni intenzitet na danoj udaljenosti, za izvor monokromatske radijacije vala frekvencije 540×10^{12} Hz, a koji ima polarni intenzitet u tom smjeru $1/683$ W/sr (Watt / steradian).

Lumen

Lumen je jedinica svjetlosnog toka nekog izvora svjetla. Točkasti izvor od jedne kande, proizvest će svjetlosni tok od 1 lumena kroz prostorni kut od jednog steradiana (kugla ima ukupnu površinu do 4π steradiana). Stoga točkasti izvor od jedne kande ima ukupni svjetlosni tok od 4π ili 12,57 lumena). Općenito se može reći da je lumen količina svjetla emitirana iz nekog izvora pri određenom intenzitetu.

Illuminacija (rasvijetljenost)

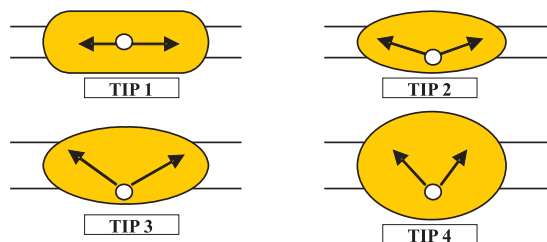
Razina iluminacije je definirana kao količina svjetla koja padne na određenu površinu. SI jedinica za iluminaciju jest lux (lx), što odgovara jednom lumen na kvadratni metar. Imperijalna mjera je footcandela što odgovara jednoj kandelu po kvadratnoj stopi. Iluminacija se opisuje inverznim kvadratnim zakonom. Prema tom zakonu rasvijetljenost neke površine se smanjuje direktno proporcionalno kvadratu udaljenosti.

Luminacija (svjetlina)

Svjetlina objekta ovisi o karakteristikama materijala od kojega je izgrađen (reflektivna svojstva). Budući da svjetlina predstavlja odbijenu komponentu svjetla, objekt se u ovom slučaju ponaša kao novi izvor svjetla. Postoji izravni odnos između svjetline gledanog objekta i rezultatne rasvijetljenosti slike koja padne na rožnicu promatračevog oka. Jedinica za svjetlinu je kandela / m². Cestovne svjetiljke se klasificiraju prema načinu na koji emitiraju svjetlo. Uporaba različitih optičkih elemenata (zrcala i leće), omogućavaju projektantima produkciju efikasnih svjetiljaka [15]. Klasifikacija svjetiljaka se vrši temeljem vertikalne raspodjele svjetla, lateralne raspodjele svjetla i nadzorom raspodjele svjetla iznad najvećeg

potrebnog intenziteta. Vertikalna i lateralna raspodjela se prvenstveno odnose na tip i dimenzije prometnice koja se rasvijetljava. Istodobno, obje se ove veličine razmatraju u kontekstu neovlaštenog upada svjetla u tuđi posjed (npr. prosvjetljavanje ulične svjetiljke u privatni stan) [16].

Sljedeća slika prikazuje četiri osnovna tipa raspodjele svjetla kod cestovne rasvjete [17]:

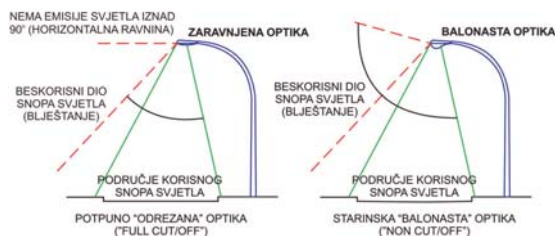


Slika 8 - Tipovi cestovne rasvjete

Izvor: [17]

Smetajuće svjetlo je u prometnom kontekstu lako izbjeći, a taj zahvat nije niti skup. U prvom redu projektanti moraju pažljivo birati svjetiljke koje predlažu kroz projekt. Naprimjer, slučaj označen kao "TIP 3", na gornjoj slici, nije pogodan za uske rezidencijalne prometnice, dok je "TIP 2" znatno prihvatljiviji. Nadalje, projektant mora precizno izračunati geometriju svjetlotehničkog rješenja (razmak stupova, visinu montaže, nagib svjetiljke), kako bi se postigao optimum rasvijetljenosti prometnice. Na taj način će predložiti, i u ekonomskom smislu, najprihvatljivije rješenje. I na kraju, uporaba modernih "CUT-OFF" svjetiljaka će osigurati potpun nadzor nad snopom svjetla, te u najvećoj mjeri spriječiti rasvijetljavanje neba.

Nadzor količine svjetla koje se emitira iznad horizontalne linije u ravnini ruba svjetiljke je presudan za ograničavanje blještanja. Ako takva komponenta ne postoji, govorimo o tzv. "Cut-Off" svjetiljci, dok se kod svih drugih ova komponenta pojavljuje u većoj ili manjoj mjeri [18]. Za starije svjetiljke je tipično postojanje refraktorskog stakla (balona) [19]. U takvim svjetiljkama se žarulja obično nalazi ispod ruba neprozirnog dijela svjetiljke, te se emisija svjetla (između ostaloga) vrši i u nebo. Sljedeća slika pokazuje razliku između moderne "Cut-Off" svjetiljke i zastarjele "NON Cut-Off" verzije.



Slika 9 - Efekt moderne "FULL CUT-OFF" svjetiljke i zastarjele "NON CUT-OFF" svjetiljke

Izvor: [20]

Udruženje inženjera svjetlotehnike (Illuminating Engineering Society) je ustanovilo tijelo koje se bavi različitim svjetlotehničkim preporukama, uključujući i domenu cestovne rasvjete [21]. Ovi standardi su obuhvaćeni dokumentom [11] i opisuju minimalne dozvoljene vrijednosti svih smetajućih komponenti cestovne rasvjete. Iz ovih je dokumenata proizašla preporučena rasvjetljenost različitih prometnica, a jedan izvadak je dan tablicom 2, koja slijedi:

Tablica 2 - Preporučena rasvjetljenost nekih prometnica

Vrsta prometnice	Rasvjetljenost [lux]
Urbana brza cesta	10
Odvojak s brze ceste	14
Komercijalna arterijska cesta	20
Rezidentna prilazna cesta	8
Lokalna cesta	6

Izvor: [11]

3.2 Izračuni

Rasvjeta prometnica se izražava kao rasvjetljenost ciljanog prostora. Osnovna jednadžba za **izračun rasvjetljenosti** je:

$$E_{sr} = \frac{(RT \times KK \times FGS)}{RS \times \check{S}K} \quad (1)$$

gdje su:

E_{sr} - srednja rasvjetljenost površine [lux]

RT - rasvjetni tok izvora [lm]

KK - koeficijent korisnosti svjetiljke (preuzima se iz tehničke literature proizvođača svjetiljke, a u relaciji je s razmakom stupova i širine prometnice)

FGS - faktor gubitka svjetla (ovaj podatak govori o smanjenju intenziteta izvora koje proizlazi iz broja radnih sati kao i nečistoćama akumuliranim u svjetiljci); tipično 0,7 – 0,8

RS - Razmak stupova

$\check{S}K$ - širina kolnika koji se rasvjetljava.

Naprimjer, ako se rasvjetljava kolnik širine 10 m, a razmak stupova je 50 m, koristeći svjetiljku čiji je izlazni rasvjetni tok 25 000 lumena, a koeficijent korisnosti svjetiljke 45 % i faktor gubitka svjetla iznosi 70 %, ostvarujemo srednju rasvjetljenost:

$$E_{sr} = \frac{(25\,000 \times 0,45 \times 0,7)}{50 \times 10} = 15,75 \text{ lx}$$

Rasvjeta prometnice se, također, može izračunati na temelju svjetline površine prometnice [22]. U ovom slučaju potrebno je uzeti u obzir refleksijske osobine kolnika. Iako se smatra kvalitetnijom metodom, ova je metoda dosta složena, tako da se rabi tek u nekoliko računalnih programa.

Kao što je već rečeno, važna komponenta rasvjete prometnica je količina blještanja koju proizvodi izvor svjetla. **Izračun pretpostavljenog onesposobljavajućeg blještanja** je u direktnoj relaciji s upotrijebljenom svjetiljkom, visinom montaže, te položajem promatrača. Osnovna empirijski derivirana jednadžba za blještanje kod rasvjete prometnica je:

$$L_v = \sum_{i=1}^n \frac{10E_{vi}}{\Theta^2 + 1,5\Theta} \quad (2)$$

gdje su:

L_v - blještanje (veiling luminance) na lokaciji promatrača [cd/m²]

E_v - vertikalna rasvjetljenost površine zjenice promatračevog oka

Θ - kut između pravca gledanja i položaja svjetiljke [°]

n - broj svjetiljaka u vidnom polju

Izračun blještanja bez obzira na metodu, vrlo je zahtjevan proces i najbolje ga je izvoditi uporabom specijalističkih računalnih programa. O blještanju će još biti govora u nastavku.

Sve do sada pokazane jednadžbe su vrlo egzaktna i već dulje vrijeme poznata. Međutim, kada se govori o rasvjetljavanju neba, stvari su znatno kompleksnije. Znamo da je ljudsko oko u mogućnosti razaznati zvijezdu šeste magnitude, koja je otprilike 15 milijuna puta svjetlija od one koju mogu uočiti astronomi (24-e magnitude). Svjetlo svijeće (intenzitet svjetla od otprilike jedne kandeće) promatrano s udaljenosti od jednog kilometra odgovara svjetlini prve magnitude i lako je uočljivo golim okom (pretpostavka je da je u okolini potpuni mrak). Ovo svjetlo je oko milijardu puta svjetlije od najudaljenijih zvijezda koje promatraju astronomi.

Već smo napomenuli kako je ulična rasvjeta kriva za oko 50 % svjetline neba, poradi 95 % ukupnog snopa svjetla, usmjerenog u tlo, a koji se reflektira uvis (asfalt ima koeficijent refleksije 6 % a beton čak 25 %) [22]. Osim toga, primijećeno je kako se svjetlina neba povećava čak i do 30 % godišnje u većim gradovima!

Empiričku formulu za **izračunavanje svjetline neba**, objavio je Merle Walker [23] i ona se naziva Walkerovo pravilo. Uz pomoć ove formule vrši se procjenjivanje svjetline neba gledano iz određene pozicije, u smjeru zenita (45° iznad horizonta) prema promatranom gradu, na udaljenosti od r kilometara.

$$I = 0,01 \times P \times r^{-2,5} \quad (3)$$

gdje su:

I - porast svjetline neba u odnosu na ambijentalnu svjetlinu

P - populacija grada

r - udaljenost od grada

Za grad od oko 300 000 stanovnika promatrano s udaljenosti od 25 km računamo:

$$I = 0,01 \times 300\,000 \times 25^{-2,5} = 0,96$$

Iz toga slijedi kako je povećanje svjetline neba na 45° od horizonta 96 % (od čega polovica otpada na cestovnu i javnu rasvjetu)!

Drugi izvor svjetline neba je svjetlo koje se direktno usmjerava prema nebu [8]. Ovdje je riječ u glavnom o svjetiljkama starinskog tipa, koje osim u smjeru koji je isprojektiран, svijetle i preko te putanje, pa dio snopa odlazi prema nebu. Mnoge od starijih ili zastarjelih svjetiljaka gotovo 10 % svoga snopa emitiraju u nebo (preko ravnine s rubom svjetiljke), a čak 30 % u smjeru koji je za 10° manji. Potpuno zaravnjene svjetiljke (FULL CUT-OFF), ne emitiraju uopće svjetlo preko ravnine sa svjetiljkom!

Kako bi u detalje povećali preciznost izračuna, osim Walkerovog pravila koristimo se predkalkulacijom. Za željenu zemljopisnu poziciju uvedimo pojmove longituda i latituda (zemljopisna dužina i zemljopisna širina) i označimo ih respektivno s φ_1 i λ_1 . Za primjer uzmimo sljedeću zemljopisnu poziciju:

$$\varphi_1 = 41,8042^\circ \quad \text{i} \quad \lambda_1 = -94,6276^\circ$$

(zapadne zemljopisne dužine se označavanju s negativnim brojevima, kao i južne zemljopisne širine).

Pretvorimo ove brojeve u redijane:

$$\varphi_1 [\text{radijana}] = (\pi / 180) \varphi_1 \text{ stupnjeva i}$$

$$\lambda_1 [\text{radijana}] = (\pi / 180) \lambda_1 \text{ stupnjeva, gdje je } \pi = 3,141592654\dots$$

Adekvatno tome, odredimo i lokaciju promatranog grada, odnosno njegovog centra i označimo ju s φ_2 i λ_2 . Za ovaj primjer, uzmimo:

$$\varphi_2 = 41,6006^\circ \quad \text{i} \quad \lambda_2 = -93,6089^\circ$$

Sada preračunajmo sve poznate vrijednosti:

$$\varphi_1 = 41,8042^\circ = 0,729621 \text{ radijana}$$

$$\lambda_1 = -94,6276^\circ = -1,65156 \text{ radijana}$$

$$\varphi_2 = 41,6006^\circ = 0,726067 \text{ radijana}$$

$$\lambda_2 = -93,6089^\circ = -1,63378 \text{ radijana}$$

Sada računamo udaljenost te dvije točke uz pomoć jednadžbe:

$$r = 12756,274 \sin^{-1} \sqrt{\sin^2 \left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \right) + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \quad (4)$$

i dobivamo rezultat, 87,6 km. Sada nam je poznata udaljenost točke gledanja od promatranog grada. Iako nam to za krajnji rezultat nije važno, izračunat ćemo i smjer u kome u odnosu na naše stajalište leži promatrani grad. U tu svrhu koristimo se jednadžbom:

$$AZI = \left(\frac{180}{\pi} \right) \tan^{-1} \left(\frac{\cos \varphi_2 \sin (\lambda_2 - \lambda_1)}{\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1)} \right) \quad (5)$$

gdje *AZI* označava azimut, odnosno smjer gledanja. Da bi ostvarili jednoznačnost u kontekstu kvadranta, a u slučaju ako je denominator arc tg funkcije manji od nula, uvodimo korekciju:

$$\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1) < 0$$

tada, ako je $\cos \varphi_2 \sin (\lambda_2 - \lambda_1) \geq 0$ moramo korigirati *AZI* tako da bude

$$AZI = AZI + 180, \text{ ali ako je}$$

$$\cos \varphi_2 \sin (\lambda_2 - \lambda_1) < 0, \text{ tada je}$$

$$AZI = AZI - 180$$

Ako se nakon ovih korekcija ustanovi kako je $AZI < 0$, određujemo

$$AZI = AZI + 360.$$

U primjeru kojega smo ovdje spomenuli, *AZI* iznosi 104,6° (promatrano u smjeru kazaljke na satu u odnosu na smjer SJEVER).

Sada možemo primijeniti Walker-ovo pravilo ($I = 0.01 \times P \times r^{-2.5}$), te slijedi:

$$I = 0,01 \times 392 \, 928 \times 87,6^{-2.5} = 0,055$$

što znači kako se iznad grada (populacije 392 928 stanovnika) kojega promatramo s udaljenosti od 87,6 km na smjeru od 45° (uz azimut od 104,6°) ustanovila svjetlina neba veća za 5,5 % u odnosu na prirodnu svjetlinu koja bi bila prisutna u slučaju da na ovom mjestu ne postoji naselje. Iako u malom postotku, povećana svjetlina neba je svejedno uočljiva. Međutim, prema međunarodnim pravilima i preporukama, za sada još nema maligni utjecaj na atmosferu okoliša (barem u smislu astronomije). Tek kada se populacija ovoga grada poveća na 714 415 stanovnika, postići će se granica od 10 % zasvjetljavanja neba. Nadamo se da će se to ipak spriječiti povećanjem svijesti ljudi koji tamo žive, te isključivom uporabom adekvatnih svjetiljaka (kao i zamjenom postojećih neadekvatnih). I još samo jedan podatak, za one koje to zanima, Zagreb je na lokaciji 45,8° (latituda) i 16° (longituda), te srednjoj nadmorskoj visini od 131 m.

4 OSVRT NA EKONOMSKE POKAZATELJE GUBITAKA

Osnovni parametar efikasnog poslovanja, svakako je novac. U tom smislu, podsjetimo se distribucije novca samo u kontekstu javne rasvjete.

Podaci iz 2003. godine govore kako u Zagrebu (područje jurisdikcije DP ELEKTRA, Zagreb) postoji nešto manje od 3000 potrošača (svjetiljaka) u domeni javne rasvjete, što predstavlja potrošnju od 102 471 MWh [24], te sa cijenom od 0,45 kn/kWh (posebna tarifa za javnu rasvjetu) [25], dobivamo cifru od cca 46,1 milijuna kuna godišnje. Ako uzmemo u obzir da cca 5 - 10 % rasvjetnih tijela nije u funkciji, realna potrošnja se smanjuje na cca 42 mil kuna godišnje! To je utrošak koji se odnosi samo na energiju. U kontekstu održavanja, zna se kako je za 2003. godinu održavanje sustava javne rasvjete grada Zagreba utrošeno oko 27,9 mil kuna (+ PDV) [izvor: DPELEKTRA ZAGREB, Pogon Zagreb], bez cijene potrošnog i krupnog materijala (koji iznosi oko 9 mil kuna; izvor Uprava grada Zagreba, Gradski ured za prostorno uređenje, zaštitu

okoliša, izgradnju Grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet). Također, prema podacima dostupnim putem interneta [25] vidimo kako se od 1. rujna 2005. godine, cijena kWh za javnu rasvjetu povećala na 0,47 kn, što znači da će u buduću (do nove korekcije cijene) trošak za 2 % biti veći od gore izvedenog izračuna.

Uz ovo treba napomenuti da je u gradu Zagrebu javna rasvjeta uglavnom koncipirana na zastarjeli način, čime su, nažalost, zagarantirani visoki troškovi (kako za energiju, tako i za održavanje). Regulacija i upravljanje javnom rasvjetom, gotovo su u potpunosti izostavljeni, čime se bespotrebno troše dodatne (znatne) količine novca. Ako bi se uvela pravilna regulacija javne rasvjete, što znači smanjenje intenziteta svjetla na prometnicama za oko 50 %, tijekom noći kada je promet znatno slabijeg intenziteta, uštedjelo bi se za oko 30 % na energiji. Također, uvođenje regulacije javne rasvjete dovodi i do znatnog smanjenja troškova održavanja, koji se smanjuju za gotovo 50 % (duži vijek trajanja svjetlotehničkih elemenata, nepotreban "scouting"). Znajući da oko 30 % ukupno emitiranog svjetla (u slučaju neadekvantnih svjetiljaka, kakvih je u Zagrebu preko 80 %) odlazi u neželjenom pravcu i bude zauvijek izgubljeno, stvarajući pritom i neželjene ekološke posljedice, lako izračunamo da u svemir godišnje bespovratno ode, u kontekstu energije, preko 1,36 milijuna (naših, teško stečenih, hrvatskih) eura!

Hipotetski scenarij u kojemu bi sve svjetiljke u gradu bile moderne i samim tim ekološki podobne, te kada bi se uvela efikasna regulacija javne rasvjete, mogao bi se predstaviti sljedećom tablicom (u obzir je uzeta cijena za kWh koja je vrijedila do 1. rujna 2005. godine):

Tablica 3 – Usporedni izračun aktualne i hipotetske situacije javne rasvjete u Zagrebu

kategorija	danas	hipotetski	
		energija	održavanje
potrošnja	42 000 000 kn	42 000 000 kn	
održavanje	36 900 000 kn		36 900 000 kn
CUT-OFF svjetiljke		-12 600 000 kn	
regulacija		-3 780 000 kn	-18 450 000 kn
ostatak		16 380 000 kn	18 450 000 kn
trošak	78 900 000 kn	34 830 000 kn	

Dakle, trošak kojega bi grad trebao platiti na ime energije u našem hipotetskom scenariju, u slučaju uporabe preporučenih svjetiljaka, te uvođenja regulacije javne rasvjete na cijelom području jurisdikcije DP ELEKTRA Zagreb, iznosio bi oko polovice današnjeg ukupnog troška (energija + održavanje)!

Ovdje nismo računali sekundarne i tercijarne uštede koje se ostvaruju očuvanjem eko sustava, te važnije od svega, ljudskog zdravlja! Te se kategorije praktički ne mogu iskazati u novcu!

5 POSLJEDICE NEŽELJENOG SVJETLA

5.1 Općenito

Posljedice neželjenog svjetla možemo definirati kao utjecaj na eko-sustav, sigurnost, osjećaj ugone, te posebno, na ljudsko zdravlje.

Nešto na prvi pogled beznačajno kao što ja zalutala zraka svjetla može stvoriti mnogo problema. Pogledajmo na koji se način svjetlozagađenje manifestira u prirodi:

- o Biljke
 - Kopnene
 - Neprirodna oprašivanja
 - Mutacije
 - Vodene
 - Hiperprodukcija zbog produženog procesa fotosinteze
- o Životinje
 - Kukci
 - Prestaju egzistirati autohtone vrste zbog "produženog dana"
 - Doseljavaju netipične vrste
 - Mutiraju autohtone vrste
 - Ptice
 - Gube orijentaciju pri migracijama dnevnim i sezonskim
 - Produžuje im se dan, te gube vremenske orijentire
 - Doseljavaju netipične vrste
 - Izumiru ili odlaze autohtone vrste
 - Ribe
 - Odseljavaju u druge dijelove mora
 - Gube orijentaciju i genetske navike
 - Vodozemci
 - Gube orijentaciju pri migracijama
 - Ne posjećuju više prerասvjeljene zone
 - Sisavci
 - Noćnim životinjama se skraćuje vrijeme lova i hranjenja
 - Dnevnim životinjama se skraćuje vrijeme odmora
- o Ljudi
 - Direktno
 - Povećava se opasnost u prometu zbog blještanja
 - Povećanje zamora
 - Otežana orijentacija
 - Povećanje nesigurnosti
 - Povećani troškovi energije
 - Indirektno
 - Nedostatak kvaliteta sna
 - Porast broja alergija
 - Porast bolesti uzrokovanih poremećenim eko sustavom
 - Povećanje onečišćenja (makro i mikro)
 -

5.2 Posljedice u eko-sustavu

Nestankom noći, preduvjet za opstanak noćnih životinja nestaje, njihova se životna sredina mijenja, one se ne uspijevaju prilagoditi i nestaju. Zahvaljujući svjetlosnom zagađenju došlo je i do poremećaja u prirodnom ciklusu dana i noći. Poremećen je jedan od temeljnih faktora življenja u prirodi (ciklus rada/hranjenja i odmora/spavanja), pa tako npr. neke noćne životinje više nemaju dovoljno vremena za hranjenje, drugima pak odmor ne traje dovoljno dugo, treći su dezorijentirani u prostoru i vremenu. Slične se stvari događaju i biljkama. Noći su nestale, dan je postao neizdrživo predugačak. Rezultat toga je umiranje životinjskih i biljnih populacija, sve do potpunog nestanka pojedinih vrsta.



Slika 10 - Ptice selice stradale u jednoj noći zbog dezorijentacije zbog svjetlosnog onečišćenja
[Izvor: Greenpeace]

Ptice se ne gnijezde u rasvijetljenim područjima, selice gube orijentaciju bez zvjezdanog neba. Jarka svjetla ih zaslijepljuju te se mnoge sudaraju s raznim građevinama i preprekama (tornjevi, stabla, dalekovodi,...). Godišnje više ptica strada zbog svjetlozagađenja nego zbog ostalih ekoloških katastrofa. Zbog hormonskih poremećaja ptice se gnijezde ili u jesen, čime se ugrožava mogućnost preživljavanja novoizleglih ptića. Nekim pticama nestanak noći godi, pa imamo eksplozije broja vrabaca, čvoraka, vrana, galebova [26].

Mlade morske kornjače se u moru orijentiraju isključivo prema odbljescu mjeseca s površine mora. Ako se u blizini nalazi javna rasvjeta, kreću prema njoj i završavaju u plićaku, kao plijen grabežljivaca koji nisu njihovi prirodni neprijatelji ili čak pod kotačima vozila.

Kako je reproduksijski ciklus nekih riba vezan uz obalu i utjecaj Mjeseca, umjetna "mjesečina" koju mi stvaramo rasvjetljavanjem plićaka, smanjuje ribi broj mrjestilišta, a ribarima se narušava mogućnost opstanka.

Svjetlo privlači kukce, tako da mnogi stradavaju u blizini rasvjetnih tijela, što dovodi do pražnjenja susjednih eko sustava. Krijesnicama je narušen prirodni mehanizam

zavođenja i parenja, te one postupno mijenjaju lokaciju boravka ili čak izumiru na prerasvijetljenim područjima.

U kontekstu biljaka, pojačana rasvijetljenost povećava produkciju algi u vodi, čime se smanjuje kvaliteta vode. "Produženi dan" uzrokovan neželjenim i nenadziranim svjetlom, pospješuje kontinuirani rast stabala, mijenja cvjetne uzorke (što zbunjuje kukce), odgađa vegetiranje u jesen, uzrokuje prerano "buđenje" iz vegetacije u proljeće, uzrokuje povećanje dimenzija listova s povećanim stomatnim porama, čime je stablo ugroženije u kontekstu zagađenja zraka. Posebno su ugrožena mlada stabla. Također je uočena različita osjetljivost na neželjeno svjetlo. Tako su najosjetljivija stabla javora, breze i bukve, dok su najmanje osjetljiva stabla jasena, smreke, omorike, bora i hrasta. Posebno je važno prisjetiti se kako povećana količina svjetla pogoduje ubrzanom rastu korova.

Svaki iskorišteni kWh energije iz domene svjetla, uzrokuje produkciju: [9]

600 g CO₂

2 g SO₂

1,6 g NO

U Americi, naprimjer, godišnje se izgubi u nepovrat 62 milijuna kWh što odgovara štetnoj emisiji plinova iz 900 milijuna automobila! Za pročišćavanje ovolike količine štetnih plinova iz atmosfere, bilo bi potrebno

52 611 000 000 000 m² šume [27]!

Istraživanja pokazuju da umjetna rasvjeta, a posebno ona njezina komponenta koja izmiče nadzoru i koja predstavlja neželjenu komponentu svjetla, utječe i na ljude - dolazi do poremećaja sna, životnog ritma, te hormonalnih i alergijskih poremećaja koji mogu uzrokovati razna oboljenja.

5.3 Posljedice u prometu

Loše riješena rasvjeta ometa sudionike u prometu. Iako u našem "Zakonu o sigurnosti prometa" već više od petnaest godina stoji odredba "...rasvjeta uz prometnice mora biti zasjenjena (eng. "cut off")", stvarnost je drugačija. Svjetlo se na velikom broju lokacija nepotrebno rasipa u nebo. Dio svjetlosnog snopa neprilagođene svjetiljke (bilo da se radi o izboru nekvalitetne svjetiljke ili je riječ o nepravilno postavljenoj svjetiljci) zaslijepljuje sudionike u prometu. Nagli prijelazi sa rasvijetljenog u neraskvijetljeno područje rezultiraju privremenim oslabljenim vidom, što može dovesti do nesreće. To je razlog iz kojega se rasvjetljavaju tuneli i podvoznjaci, pri čemu se posebno mora voditi računa o inenzitetu rasvjete tijekom dana u razlici s onim tijekom noći.

Pravilo je pokušati što je više moguće smanjiti efekt prijelaza iz svjetla u tminu. Posebno je važno o tome voditi računa ako se zna da je adaptacija ljudskog oka koje je boravilo u tmini, pri prijelazu na rasvijetljeno područje traje nekoliko sekundi, dok u obratnom slučaju,

govorimo o adaptacijskom intervalu od nekoliko minuta!!! Jasno je da je to vrijeme letalno predugo ako govorimo o sudionicima u motornom prometu. Veliko blještavilo također izaziva umor kod vozača, kao i smanjenu pažnju, što također može uzrokovati nesreću. Nadalje, rasvjeta koja manifestira efekt ritmičkih izmjena svjetla i tmine (tzv. Stroboskopski efekt), (u prirodi se susreće za sunčana vremena tijekom vožnje prometnicom uz koju je posađen drvored), mora se bezuvjetno izbjegavati. I na kraju, ali ne manje važno, prilikom projektiranja cestovne rasvjete treba posebno paziti na povećanje odnosno smanjenje kontrasta u vidnom polju sudionika u prometu. Cestovna rasvjeta, naime, ima i tu ulogu, pri čemu se njezinim svjetlosnim zastorom smanjuje kontrast koji nastaje tijekom susreta s drugim sudionicima u prometu koji koriste jaka prednja svjetla. U tim slučajevima, prividno se oko reflektorskih svjetiljaka vozila s kojim se susrećemo, potpuno gubi percepcija okoline, a time i eventualnih prepreka u prometu. Kontrast je najvažnija optička veličina za sve sudionike u prometu, ali ako je prevelik, sigurnost se smanjuje [28], [29] i [30].

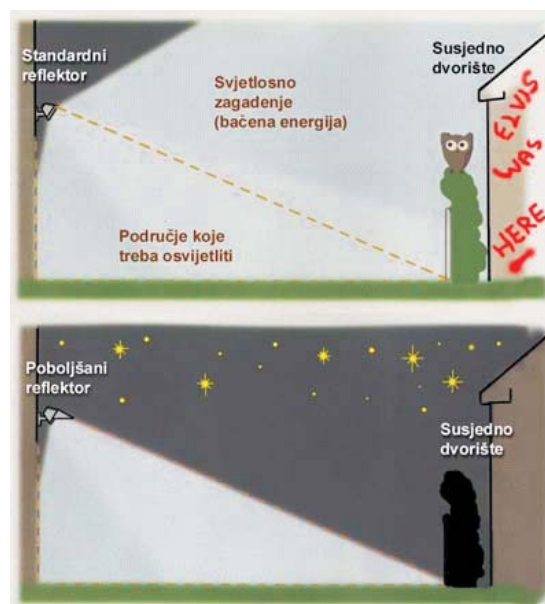


Slika 11 - Dio prometnice – Istarski Y
[Izvor: Astronomska udruga VIDULINI]

5.4 Posljedice za javnu sigurnost

Umjetna svjetla posvuda rasvijetljavaju ulice, zgrade, dvorišta i parkirališta stvarajući od noći dan. Moglo bi se pomisliti da su naši gradovi i kuće vrlo sigurni jer su dobro rasvijetljeni. Međutim, blještava svjetla mogu dati lažan osjećaj sigurnosti. Svjetlo ne sprječava kriminal [31]! Ono samo umanjuje naš strah od kriminala. Statistike nedvosmisleno pokazuju kako se veći dio kriminalnih radnji

dogodi za dnevnog svjetla, dok je noćni kriminal gotovo isključivo vezan uz mjesta okupljanja ljudi. Iznimka su provalnici i kradljivci automobila, ali i u njihovom slučaju istraživanja u Velikoj Britaniji su pokazala (na uzorku od 300 provalnika) da niti jedan nije spomenuo rasvjetu kao sprječavajući faktor, a čak 1/2 ispitanih se tijekom svojih "rabota" ne obazire na prolaznike ili svjedoke. Od 100 ispitanih kradljivaca automobila samo jedan se odlučuje za krađu automobila na neraskvijetljenom mjestu, dok se 1/4 ispitanih brine za eventualne prolaznike odnosno svjedoke. Također, statistike pokazuju da loše podešena (prejaka) rasvjeta pospješuje kriminal, a ne smanjuje kako mnogi misle. Kao prvo, gledajući iz daljine trebalo bi se vidjeti samo rasvijetljeno područje, a ne i sami izvor svjetla [32].



Slika 12 - Usporedba dvorišne (protuprovalničke) rasvjete
[Izvor: Darksky.org]

Dobro postavljenom svjetiljkom vide se obasjani objekti, ali ne i blještanje izvora svjetla. Bez blještanja, oko se bolje privikne na mrak tako da se jednako kvalitetna rasvjeta može postići i sa slabijom žaruljom. Konkretno, nezasjenjena rasvjeta stvara veliki kontrast - prejako rasvijetli jedno područje, ali pritom stvara tamne sjene drugdje, na mjestima u kojima se nepozvana osoba lako može sakriti.

U slučaju onesposobljavajućeg blještanja, sposobnost bilo kakve akcije smanjuje se za 75 %!

Oporavak od zasljepljivanja za 55 - 65 godišnjake iznosi 15 sekundi dok za ljude od 85 godina oporavak traje i do dvije minute!

5.5 Posljedice za ljudsko zdravlje

U novije vrijeme sve se više pažnje poklanja utjecaju neželjenog svjetla na ljudsko zdravlje. Istraživanja pokazuju da umjetna rasvjeta utječe i na ljude - dolazi do poremećaja sna, životnog ritma, te alegijskih i hormonalnih poremećaja koji mogu uzrokovati razna oboljenja, pa čak i tumorozna oboljenja [33].

Istraživanja u institutima diljem svijeta pokazuju neke nepobitne činjenice. Neželjeno svjetlo povećava opasnost od tumoroznih oboljenja za 0,16 %. Izloženost svjetlini od 5 lx potpuno zaustavlja produkciju melatonina. Melatonin umanjuje mogućnost stvaranja raka dojke (in vitro test) za 30 – 40 %. Tumori na miševima u laboratoriju rastu 2 puta brže na primjercima izloženim dnevnom svjetlu po danu i svjetlu od 0,2 lx po noći. Kod radnica u noćnoj smjeni (starosti do 30 godina) opasnost od raka dojke se povećava za 8 % u odnosu na one koje rade samo u dnevnoj smjeni, dok se kod starijih ta opasnost povećava na čak 36 %. Melatonin je zaslužan za potpuni noćni odmor (zato je dnevni san manje relaksirajući od noćnog).

Blještavilo koje nastaje od neželjenog svjetla može kod učestale manifestacije štetiti vidu, isto tako kao što buka šteti sluhu. Svjetlo koje izmakne nadzoru definitivno smanjuje i otpornosti (imunost) ljudskog tijela.

To su tek neke od dosad primijećenih posljedica na ljude. Iako ovdje govorimo o, za sada, novom i nedovoljno istraženom području, dosad provedena istraživanja definitivno pokazuju da neželjeno svjetlo ostavlja negativne posljedice na zdravlje čovjeka.

6 ZAKLJUČAK

Iz svega do sada rečenog vidljivo je koliko se gubi novca, zdravlja, te narušava naš prirodni okoliš (koji je ovdje bio i prije nas, ali se ne zna hoće li ostati i nakon nas). Govori se o gubicima izrazivim u milijunima kuna za urbane sredine, stotinama ljudi narušenog zdravlja (koji nisu trebali oboljeti), te mutacijama ili izumiranjima pojedinih biljnih i životinjskih vrsta, samo poradi rasvjete koja je izmakla nadzoru, odnosno koja je površno isprojektirana i/ili izvedena. Možda će netko reći kako je već prekasno za akciju, jer je toliki broj tehnički neprihvatljivih svjetiljaka već montiran i u funkciji. Međutim, podsjetimo se kako je prosječni vijek svjetiljke (kvalitetnijeg proizvođača) oko 25 godina. Zatim, ako već govorimo o kvalitetnijim proizvođačima, oni su već davno počeli misliti na zaštitu okoliša, kako u smislu korištenih konstrukcijskih materijala, tako i u smislu svjetlozagađenja ili neželjenog svjetla. Stoga možemo biti sigurni da su njihovi proizvodi postavljeni prije dosta godina (misliti se na one svjetiljke koje ne odgovaraju modernim tehničkim zahtjevima), pri kraju svog radnog vijeka. Iz svega ovoga zaključujemo kako bi (pod uvjetom da o tome već danas povedemo računa),

mogli uvesti najveću moguću zaštitu ljudi i okoliša u roku od najviše dvadesetak godina. To je taman onaj termin u kome će naša djeca u punoj mjeri naslijediti svijet kojega mi staramo, mijenjamo, ali i uništavamo nepažnjom ili nespretnošću. Meni osobno nije svejedno kakav ćemo im svijet ostaviti. A Vama?

LITERATURA

- [1] A Statement on Astronomical Light Pollution and Light Trespass, IES CP-46, Illuminating Engineering Society of North America, 1985
- [2] BATINSEY, JOHN, Light Pollution: The Neglected Problem, New Jersey Municipalities, May 1995
- [3] IDA Information Sheets, International Dark-Sky Association, Tucson, AZ
- [4] LEWIN, PHD, Light Trespass: Problems and Directions, Lighting Design and Application, IES, New York, June 1992
- [5] CRAWFORD, DAVID, PHD, Statement on Light Trespass (Draft), March 1991
- [6] Estimating the Level of Sky Glow Due to Cities, No. 11
- [7] Guidelines for Minimizing Sky Glow, Publication CIE 1997
- [8] NELPAG Circulars No. 2 to 11, New England Light Pollution Advisory Group, Cambridge, MA, December 1993 - February 1995
- [9] FINCH, D.M., Atmospheric Light Pollution, Journal of the IES, Volume 7, No.2, January 1978
- [10] Sample Letter to Help build Awareness and Ask for Help, No. 22, January, 1990
- [11] American National Standard Practice for Roadway Lighting, ANSI/IES RP-8, Illuminating Engineering Society of North America, 1983
- [12] An Introduction to Light Pollution, No. 28, February, 1990
- [13] Exterior Lighting: Glare and Light Trespass, No. 76, September, 1993
- [14] The CIE - Commission Internationale de l'Eclairage (International Commission on Illumination), Publications
- [15] Operating Data and the Economics of Different Lamps, No. 4, January, 1990
- [16] Light Pollution Theft of the Night (A Handout Sheet), No. 90, October, 1993
- [17] Recommendations for the Lighting of Roads for Motorized Traffic, 2nd ed., Publication CIE 12.2-1977
- [18] Discussion and Partial List of Lighting Fixtures, No. 30, March, 1990
- [19] Why We Don't Like the 175 Watt Mercury Fixture, No. 3, December, 1989
- [20] Glare and Uniformity in Road Lighting Installations, Publication CIE 31-1976
- [21] Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, Publication CIE 115-1995

- [22] Road Surfaces and Lighting, Publication CIE 66-1984
- [23] Guidelines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories, Publication CIE 01-1980
- [24] HEP-DISTRIBUCIJA d.o.o., D.P. ELEKTRA ZAGREB, godišnje izvješće za 2003. godinu
- [25] Tarifni stavovi, <http://www.hep.hr/kupci/akti/podzakonski/tarifni/stavovi.html>
- [26] CARL SHAFLIK, BASc, Peng, Environmental Effects of Roadway Lighting, Technical Paper prepared at University of British Columbia, Department of Civil Engineering, December 1995
- [27] Economic Issues in Wasted and Inefficient Outdoor Lighting, No. 26, February, 1990
- [28] International Recommendations for Motorway Lighting, Publication CIE 23-1973
- [29] KETVIRTIS, A, et al, Control of Disability Veiling Brightness in High Mast Lighting Design, Journal of the IES, Volume 23, No.1, Winter 1994
- [30] JANOFF, M. AND STAPLIN, L., Effect of Reduced Freeway Lighting on Driver Performance, Journal of the IES, Fall 1985
- [31] Lighting and Crime, No. 51, April, 1992
- [32] Lighting for Parking Facilities, IES RP-20, Illuminating Engineering Society of North America, 1985
- [33] EVA S. SCHERNHAMMER, FRANCINE LADEN, FRANK E. SPEIZER, WALTER C. WILLETT, DAVID J. HUNTER, ICHIRO KAWACHI, GRAHAM A. COLDITZ, Rotating Night Shifts and Risk of Breast Cancer in Women Participating in the Nurses' Health Study, Journal of the National Cancer Institute 93 (20): 1563-1568.

U radu je korištena i sljedeća literatura:

- [1] Efficient Outdoor Lighting, No. 52, April, 1992.
- [2] Standardization of Luminance Distribution on Clear Skies, Publication CIE 22-1972.
- [3] Road Lighting as an Accident Countermeasure, Publication CIE 93-1992.
- [4] IES Lighting Handbook, 8th ed., Reference and Application, Illuminating Engineering Society of North America, New York, 1993.

Mnogi podaci iz ovog članka su preuzeti s interneta i to poglavito sa sljedećih adresa:

URL: <http://www.iesna.org>, Illuminating Engineering Society of North America
 URL: <http://www.darksky.org>, International Dark-Sky Association

URL: <http://www.cie.co.at/cie>, Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)

URL: <http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/nelpag.html>, New England Light Pollution Advisory Group

LIGHT POLLUTION – ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PROBLEM

Outdoor lighting has become a significant integral part of our society. However, as a side effect of outdoor lighting, light pollution has appeared. This defect can be significantly decreased if lighting is used only for what really needs to be illuminated and at the time necessary, using strictly determined light intensity. This paper considers three elements of light pollution, i.e. increase of sky brilliance, disturbance light and flashing. Also, some recommendations are given on how to decrease or remove negative effects of each element when designing and realizing outdoor lighting.

DIE UMWELTVERUNREINIGUNG DURCH BELEUCHTUNG - EINE WIRTSCHAFTS- UND UMWELTSCHUTZFRAGE

Die Beleuchtung im Freien ist zu einem wesentlichen mitgestaltenden Teil unserer Gesellschaft geworden. Als Nebeneffekt dieser Beleuchtung ist aber zur Beleuchtungsverschmutzung gekommen. Man kann diesen Nachteil wesentlich verringern durch die Beschränkung der Beleuchtung lediglich auf das nur in bestimmten Zeitspannen notwendig zu Beleuchtende, und zwar mit genau bestimmter Lichtstärke. Dieser Artikel betrachtet drei Arten von Beleuchtungsverschmutzung: Erhöhung der Himmelhelligkeit, störendes Licht und Blendung. Für das Entwerfen und Ausführen der Beleuchtung im Freien werden ebenfalls Empfehlungen für die Minderung oder Beseitigung unerwünschter Folgen jeder von den drei Verschmutzungsarten gegeben.

Naslov pisca:

Mr. sc. Ranko Skansi, dipl.ing.
INTERLIGHT d.o.o., Buzin
Cebini 28, 10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
 2005-08-18

PRIJEDLOG PRIMJENE KOMPENZACIJSKE PRIGUŠNICE S RUČNOM REGULACIJOM U SPREZI S OTPORNIKOM U MREŽI 10(20) KV ELEKTROISTRE

Mr. sc. Elio STERPIN, Pula

UDK 621.316.1:621.3.091
PREGLEDNI ČLANAK

U članku se iznosi prijedlog rješenja o primjeni kompenzacijske prigušnice s ručnom regulacijom u paralelnoj sprezi s otpornikom u uvjetima jednofaznog kvara sa zemljom u distributivnoj mreži 10(20) kV DP Elektroistra Pula.

Ključne riječi: DP Elektroistra Pula, kompenzacijska prigušnica, otpornik, uzemljenje zvjezdišta, jednofazni zemljospoj.

1 UVOD

Distributivna sredjonaponska mreža 10(20) kV i 20 kV u DP Elektroistra Pula je u pogonu djelomično s izoliranim zvjezdištem, a djelomično s uzemljenim zvjezdištem. Zvjezdište je uzemljeno s maloomskim otpornikom (MO), 20 Ω , 300 A i 40(80) Ω , 150 A u mreži 10(20) kV, te 80(40) Ω , 150 A u mreži 20 kV. Maloomski otpornik 20 Ω , 300 A koristi se isključivo za uzemljenje zvjezdišta kabelske mreže 10 kV grada Pule i Rovinja. Maloomski otpornici 40 i 80 Ω , 150 A koriste se pretežno za uzemljenje zvjezdišta mješovite kabelsko - zračne mreže 10(20) kV i 20 kV u ostalom djelu Istre.

Većina objekata je još u pogonu s izoliranim zvjezdištem. Razlozi sporog provođenja zacrtane koncepcije uzemljenja zvjezdišta mreže 10(20) kV u Elektroistri su sljedeći:

a) Spori prelazak mreže 10(20) kV na 20 kV. Važeći propisi uvjetuju uzemljenje zvjezdišta mreže 20 kV s maloomskim otpornikom za slučaj vremenski ograničenog (10 godina) korištenja dijela opreme 10 kV pod napon 20 kV.

b) Visina struje jednopolnog kratkog spoja. U uvjetima uzemljenog zvjezdišta u mješovitoj kabelsko – zračnoj mreži ona iznosi 150 A. Bez obzira na njenu ograničenu vrijednost, zbog konfiguracije zemljišta u Istri, vrlo često s visokim specifičnim otporom tla, teško se mogu uvijek zadovoljiti postojeći tehnički propisi.

T o iziskuje za određene objekte velike i skupe zahvate na uzemljivačima radi smanjenja napona koraka i dodira.

c) Tehnološki napredak na srednjem naponu. Zaštita od prenapona s metaloksidnim odvodnicima, relejna zaštita,

SF₆ postrojenja, VK prekidači, itd., učinili su pogon s izoliranim zvjezdištem u mreži 10(20) kV sigurnijim. Kvarovi prema zemlji, (jednofazni i dvofazni zemljospojevi) smanjili su se osjetno u odnosu na prethodna razdoblja. Sve to je utjecalo na odgodu promjene statusa zvjezdišta mreže 10(20) kV, i to do prelaska na napon 20 kV.

d) Nedostatak financijskih sredstava. Već su spomenuti skupi zahvati na većem broju objekata, koji su nužni radi poštivanja važećih tehničkih propisa.

e) Čekanje da se zastarjeli tehnički propisi izmijene i prilagode tehničkim propisima Evropske unije.

f) Pojavljivanje novih alternativnih rješenja – suvremene kompenzacijske prigušnice. Po uzoru na naprednije distribucije električne energije (EDF, ENEL, itd.) u posljednje vrijeme u nekim distributivnim područjima HEP-a uvodi se uzemljenje zvjezdišta mreže 10(20) kV posredstvom kompenzacijske prigušnice u kombinaciji s otpornikom. Pri tome koriste se prigušnice s automatskom regulacijom i prigušnice s ručnom regulacijom.

2 OSVRT NA UZEMLJENJE ZVJEZDIŠTA S MALOOMSKIM OTPORNIKOM U MREŽI 10(20) I 20 KV ELEKTROISTRE

Odluka o uzemljenju zvjezdišta u sredjonaponskoj mreži Elektroistre donesena je sedamdesetih i osamdesetih godina na osnovi studija tadašnjeg Instituta za elektroprivredu Zagreb. Najprije se pristupilo uzemljenju zvjezdišta mreže 35 kV, a zatim i mreže 10(20) kV. Razlozi su bili:

- a) Zadovoljenje tehničke regulative koje i danas propisuju da srednjonaponske distributivne mreže mogu raditi s izoliranim zvjezdištem u pojnoj transformatorskoj stanici uz uvjet da kapacitivne struje ne prelaze sljedeće vrijednosti:

$$I_c = 20 \text{ A za mrežu 10 kV}$$

$$I_c = 15 \text{ A za mrežu 20 kV}$$

$$I_c = 10 \text{ A za mrežu 35 kV}$$

- b) Smanjenje unutarnjih prenapona, koji su tada bili uz atmosferski glavni uzrok prekida pogona i šteta na postrojenju.
- c) Pouzdanije djelovanje relejne zaštite sa stanovišta detekcije kvara, selektivnosti, sigurnosti ljudi i životinja i smanjenje prekida električne energije.
- d) Lakše pronalaženje mjesta kvara, naročito u gradskoj kabelskoj mreži 10(20) kV, zbog većih struja prema zemlji i mogućnosti efikasne primjene indikatora kvara.

Za mrežu 10(20) kV izabrani su ranije spomenuti parametri maloomskog otpornika, 40(80) Ω , 150 A, vodeći računa o zadovoljenju nejednakosti

$$I_R \geq 3 \cdot I_c \quad (1)$$

gdje su I_R - nazivna struja otpornika
 I_c - kapacitivna struja mreže

Ispunjavanjem ove nejednakosti osiguran je radni karakter struje jednofaznog kvara, nužan za smanjenje unutarnjih prenapona i ispravan rad relejne zaštite.

Relejna zaštita djeluje na isključenje s vremenskim zatezanjem od 0,6 sec.

Dosadašnja iskustva za uzemljenu mrežu 10(20) i 20 kV obuhvaćaju razdoblje od cca 20 godina do danas i djelomično su pozitivna samo po postignutim rezultatima.

Neosporno je sljedeće:

- a) Prednosti
- Smanjeni su unutarnji prenaponi, a time i nastajanje dvofaznih kvarova prema zemlji.
 - Omogućen je jeftiniji prelazak mreže 10 kV pod napon 20 kV.
 - Postignut je bolji rad relejne zaštite, automatike i signalizacije.
- b) Nedostaci
- Povećan je broj prolaznih kvarova u zračnoj mreži 10(20) i 20 kV, odnosno kratkotrajnih prekida, s uspješnim automatskim ponovnim uključanjem (APU) već u prvom stupnju.
 - Uveliko je otežano zadovoljenje propisanih otpora uzemljenja u objektima 10(20) i 20 kV.

U svezi s otporom uzemljenja, kod pripreme i izvođenje radova prilagođenja mreže i postrojenja za pogon s uzemljenim zvjezdištem bilo je mnogo teškoća. U nekim objektima one su i dan danas nepremostive.

Ove su se teškoće uglavnom odnosile na postizanje propisanih vrijednosti otpora uzemljenja [1] u TS 10(20)/0,4 kV zračne mreže. Za združeno zaštitno i pogonsko uzemljenje u mnogim slučajevima nije zadovoljena nejednakost:

$$R_{zdr} \leq \frac{U_{dd}}{r \cdot I_{1k}} \quad (2)$$

gdje su:

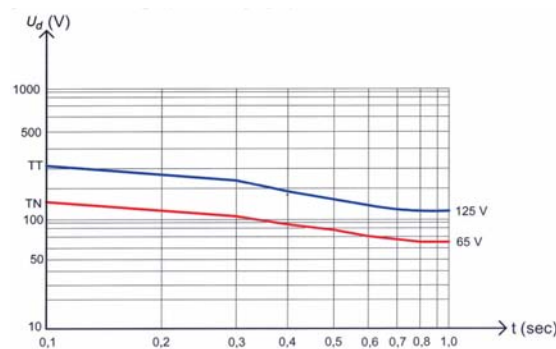
R_{zdr} - združeno zaštitno i pogonsko uzemljenje

U_{dd} - dozvoljeni napon dodira prema tehničkim propisima (slika 1) (Za vremensko zatezanje zaštite od 0,6 sec iznosi cca 70 V)

r - redukcijski koeficijent napojnog voda (za zračne vodove 10(20) kV bez zaštitnog užeta = 1)

I_{1k} - struja jednofaznog kratkog spoja.

Dozvoljeni napon dodira za 0,6 sec $U_{dd} \approx 70 \text{ V}$, dobije se iz krivulje na slici 1.



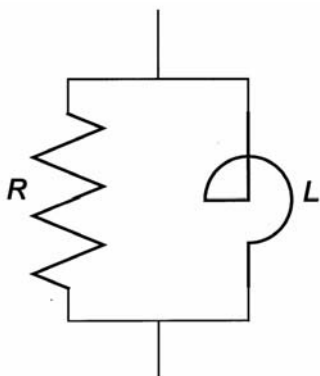
Slika 1 - Dozvoljeni naponi dodira

3 PRIJEDLOG UZEMLJENJA ZVJEZDIŠTA MREŽE 10(20) I 20 kV U ELEKTROISTRI S KOMPENZACIJSKOM PRIGUŠNICOM

Kapacitivna struja I_c se stalno povećava, naročito zbog izgradnje kableske mreže i prelaska na napon 20 kV. Radi toga više nije moguće zadovoljiti nejednakost $150 \text{ A} \geq 3 I_c$, a u nekim slučajevima niti smanjivati vrijednosti otpora uzemljenja, čak i s velikim troškovima. To dovodi u pitanje koncepciju uzemljenja zvjezdišta s maloomskim otpornikom. Jedino rješenje je kompenzirati kapacitivnu struju zemljospoja i ograničiti struju jednofaznog kratkog spoja primjenom visokoomskog uzemljenja zvjezdišta mreže [2] 10(20) kV.

U nekim distribucijama to je postignuto koristeći paralelnu spregu kompenzacijske prigušnice i otpornika (slika 2). Otpornici su nižih nazivnih struja, ali dovoljnih za osiguranje radnog karaktera struje jednofaznog kratkog spoja i efikasnost relejne zaštite. Kao što je već ranije spomenuto kompenzacijske prigušnice mogu biti s

automatskom regulacijom i s ručnom regulacijom. Prve stalno prate i kompenziraju automatski cjelokupnu kapacitivnu struju mreže. Druge imaju stupnjevite izvode, izbor se vrši ručno, a kompenziraju samo dio kapacitivne struje mreže.



Slika 2 - Paralelna sprega otpornika i prigušnice

Princip rada kompenzacijske prigušnice je jednostavan. U slučaju zemljospoja jedne faze, ukupni kapacitet mreže (C_0) prema zemlji i induktivitet prigušnice (L), stvaraju jedan rezonantni krug čija je impedancija teoretski beskonačna. U ovoj situaciji reaktivna struja na mjestu kvara, neovisno o prelaznom otporu između faze i zemlje, se poništava.

Da bi relejna zaštita djelovala ispravno i selektivno, potrebno je kod zemljospoja jedne faze paralelno s prigušnicom priključiti otpornik, i stvoriti impedanciju $R - L$. Ovim rješenjem na mjestu kvara teče aktivna struja, čija je vrijednost ograničena otpornikom. Aktivna struja omogućava selektivnu proradu relejne zaštite i isključenje mjesta kvara. Prema stranoj literaturi aktivna komponenta struje kvara ne bi smjela biti niža od 40 A. To se zahtijeva zbog selektivnog isključenja kvara na vodovima s visokim kapacitetom prema zemlji.

Prednosti primjene kompenzacijske prigušnice u kombinaciji s otpornikom koji je operativan samo za vrijeme kvara su sljedeće:

- Moguće je zadovoljiti nejednakost $I_R \geq 3 I_C$ i s nižom nazivnom strujom otpornika.
- Osjetno se smanjuju investicije na uzemljivačima u objektima 10(20) i 20 kV.
- Omogućava se nestanak ili samogašenje luka na mjestu zemljospoja.
- Omogućava se ispravno djelovanje vatmetarske zaštite.

Konfiguracija mreže 10(20) i 20 kV, podliježe promjeni uklopnog stanja, kao što su isključenja, sekcioniranja, napajanja iz rezervnih izvora, itd. Iz tog razloga poželjno je da kompenzacijska prigušnica bude automatski regulirana, s kontinuiranom ili stupnjevitom kompenzacijom cjelokupne kapacitivne struje mreže.

Podešenje automatski regulirane kompenzacijske prigušnice vrši se automatski pomoću posebnog uređaja nazvanog "analizator zvjezdišta". Ovaj uređaj stalnim mjerenjem napona zvjezdišta, prati svaku promjenu kapaciteta mreže prema zemlji. Ako promjena traje duže od određenog vremena, dotični uređaj izračunava novi induktivitet prigušnice koji je potreban za izvršiti zahtijevanu kompenzaciju. Neki proizvođači u sklopu automatski reguliranih prigušnica ukomponiraju i otpornik. Prigušnica može biti u sprezi i s transformatorom za uzemljenje čiji primar služi kao umjetno zvjezdište.

Primjena ručno regulirane kompenzacijske prigušnice s izvodima koji se podešavaju u beznaponskom stanju je jeftinija varijanta, koja omogućava samo djelomičnu kompenzaciju kapacitivne struje mreže. U praksi je dokazano da je i djelomična kompenzacija efikasna za samogašenje luka na mjestu kvara, pod uvjetom da podkompenzirana ili prekompenzirana struja ne prelazi 20-25 A. U VDE normama zabilježeno je da najmanja kapacitivna struja koja podržava luk je 35 A [3].

Prema stranoj literaturi [4] kriteriji za izbor vrste kompenzacijske prigušnice navedeni su u donjoj tablici 1.

Tablica 1 - Kriteriji za izbor vrste kompenzacijske prigušnice

Srednji broj godišnjih prolaznih zemljospoja po vodnom polju	Odnos struje zemljospoja prema nazivnom naponu (A/kV)	Umnožak srednjeg specifičnog otpora tla područja s ukupnom strujom zemljospoja (ΩmA)	Izbor kompenzacijske prigušnice, shunt prekidač, ili nijedno
(1)			(2) (3)
Visok ($> 3 \div 4$)	> 13	Bilo koji	Ručno regulirana + automatski regulirana
Visok ($> 3 \div 4$)	$4 \div 13$	Bilo koji	(2) (3) Automatski regulirana
Visok ($> 3 \div 4$)	< 4	Bilo koji	(4) Shunt prekidač
Nizak ($< 3 \div 4$)	> 13	Bilo koji	(5) Ručno regulirana
Nizak ($< 3 \div 4$)	$4 \div 13$	Visok (> 50000)	(5) Ručno regulirana
Nizak ($< 3 \div 4$)	$4 \div 13$	Nizak (< 50000)	Nijedno
Nizak ($< 3 \div 4$)	< 4	Bilo koji	Nijedno

(1) Odnosi se približno na 20 jednofaznih prolaznih kvarova po jednoj sekciji sabirnica

(2) Kompenzacijska prigušnica smanjuje jednofazne prolazne kvarove, struju zemljospoja, i mogućnost povratnog preskoka s proširenjem kvara.

(3) Kada broj prolaznih kvarova i struja zemljospoja su visoki, radi omogućavanja samogašenja luka potrebno je posredstvom automatski regulirane prigušnice vršiti stalnu kompenzaciju cjelokupne kapacitivne struje mreže. Za izrazito visoku kapacitivnu struju mreže koristi se dodatna Ručno regulirana prigušnica koja je serijski spojena s automatski reguliranom prigušnicom.

(4) "Shunt" prekidač smanjuje jednofazne prolazne kvarove, ali može stvarati kod uključjenja i isključenja prenapone koji su opasni za izolaciju.

(5) Ručno regulirana kompenzacijska prigušnica može se koristiti i kad je broj prolaznih prekida, odnosno kvarova nizak, radi smanjenja struje zemljospoja, a s njom i investicije na uzemljivačima u objektima 10(20) i 20 kV. Kriterije iz tablice 1 ENEL (Elektroprivreda Italije) koristi za izbor kompenzacijske prigušnice u objektima 130/20 i 130/15 kV.

Za izbor vrste kompenzacijske prigušnice, i objekte instaliranja u Elektroistri, potrebno je svakako raspolagati sa sljedećim podacima:

- Visina kapacitivne struje mreže
- Srednji specifični otpor tla opskrbljenog područja
- Godišnji broj prolaznih prekida.

Osim toga treba voditi računa i o drugim specifičnostima koje su prisutne u srednjonaponskoj mreži Elektroistre, odnosno HEP-a, kao što su:

- Visina transformacije i naponski nivo
- Sadašnje stanje zvjezdišta
- Perspektiva prelaska na napon 20 kV
- Postojeći važeći tehnički propisi
- Ekonomsko opravdanje.

Na osnovi izloženih kriterija i specifičnosti, u Elektroistri postoje objekti, odnosno trafostanice u kojima će se u skorije vrijeme postaviti automatski regulirane ili ručno regulirane kompenzacijske prigušnice u zvjezdišta 10(20) i 20 kV.

Izbor automatski regulirane ili ručno regulirane kompenzacijske prigušnice ovisit će od :

- Veličine zračne mreže 10(20) kV
- Skorog prelaska mreže 10(20) kV na napon 20 kV
- Visine kapacitivne struje u mreži 10(20) kV
- Broja prolaznih prekida (uspješni brzi APU)
- Problematike dimenzioniranja uzemljivača
- Sadašnjeg stanja zvjezdišta.

4 PRIJEDLOG PRIMJENE KOMPENZACIJSKE PRIGUŠNICE S RUČNOM REGULACIJOM U SPREZI S OTPORNIKOM U TS 110/35/10(20) KV POREČ

Za uzemljenje zvjezdišta sada se koristi umjetno zvjezdište, a to je primar kućnog transformatora 250 kVA, Zy5, na

koje je priključen maloomski otpornik (MO) 6(12) kV, 40(80) Ω , 150 A.

Uvažavajući navedene specifičnosti u Elektroistri, predlaže se za prvo vrijeme do konačnog prelaska cijele trafostanice na transformaciju 110/20 kV primjena ručno regulirane kompenzacijske prigušnice. Prigušnica bi bila u paralelnoj sprezi s omskim otpornikom 6(12) kV, 120(240) Ω , 50 A, samo za slučaj trajnog jednofaznog zemljospoja, prema slici 3. U ovisnosti o veličini kapacitivne struje nakon prijelaza na 20 kV, koja bi mogla biti naprimjer 105 A, izvršila bi se podkompenzacija izborom izvoda na prigušnici od 90 A. Njihova razlika $105 - 90 = 15$ A je iznos preostale kapacitivne struje kod zemljospoja jedne faze. Smatra se da bi iznos kapacitivne struje 15 - 20 A kod većine zemljospojeva bio dovoljan za djelovanje releja REF 543 u sin ϕ spoju. U slučaju neprorađivanja releja zbog nedovoljne osjetljivosti ili otpora kvara, nakon udešenog vremena od 3-5 sec malouljni prekidač uključuje otpornik, a relej REF 543 automatski se prebaci u cos ϕ spoj, time se struja kvara povećava, a povećava se i struja kroz relej. Ako relej u vodnom polju i dalje ne proradi zbog visokoomskog kvara, tada proradi rezervna zaštita, odnosno zaštita od visokoomskih kvarova u krugu otpornika i prigušnice koja isključuje izvor napajanja. Potrebno je napomenuti da učinski rastavljač ili malouljni prekidač, automatski isključuje otpornik nakon 1-3 min od početka procesa.

Predlaže se testiranje procesa u praksi prije prijelaza mreže i postrojenja na 20 kV.

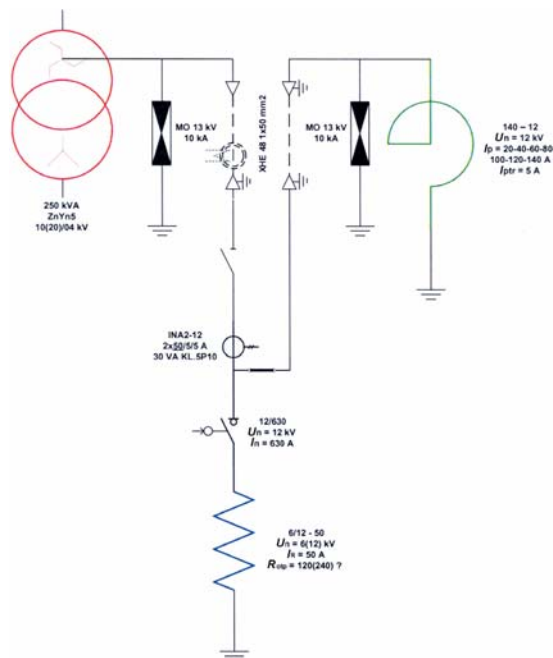
Tehničke karakteristike prikazanih elemenata su:

- 1) Transformator za uzemljenje zvjezdišta mreže 10(20) kV, koristi se ujedno i kao transformator za vlastitu potrošnju. Prijenosni omjer $n = 21(10,5) \pm 2 \times 2,5$ % / 0,42 kV, nazivna snaga $P_n = 250$ kVA, grupa spoja Zyn5, napon KS 4 %, nulta impedancija primarno $Z_0 = 5$ Ω , nulta struja kroz primar $I_0 = 150$ A u trajanju od 5 sec, i s trajnom strujom od $I_{tr} = 5$ A.
- 2) Jednofazna uljna kompenzacijska prigušnica za vanjsku montažu, $U_n = 12$ kV, $f = 50$ Hz, sa sedam izvoda za $I_p = 20 - 40 - 60 - 80 - 100 - 120 - 140$ A ili $30 - 50 - 70 - 90 - 110 - 130 - 150$ A, regulacija ručna u beznaponskom stanju, 150 A u trajanju od 5 sec, i s trajnom strujom kroz namotaj $I_{pr} = 5$ A. Stupanj izolacije Si 12 kV. Kompenzacijska prigušnica za unutarnje kvarove mora biti zaštićena Buchholzovom zaštitom. U slučaju potrebe za isključenjem, ova zaštita djeluje na prekidač transformatora za uzemljenje.
- 3) Suhi otpornik za unutarnju montažu, $U_n = 6(12)$ kV, $R_{op} = 120(240)$ Ω , $I_R = 50$ A u trajanju od 5 sec, i s trajnom strujom $I_{Rr} = 5$ A.
- 4) Jednopolni učinski rastavljač za unutarnju montažu, s elektromotornim pogonom 220 V ist., $U_n = 12$ kV, $I_n = 630$ A.

- 5) Jednopolni rastavljač za spoj otpornika i kompenzacijske prigušnice u zvjezdište transformatora za uzemljenje. $U_n = 12$ kV, $I_n = 630$ A, montaža unutarnja, ručni polužni pogon. Može se koristiti postojeći.
- 6) Strujni mjerni transformator za mjerenje struje zemljospoja u zvjezdištu kroz paralelnu spregu otpornik – kompenzacijska prigušnica. $U_n = 12$ kV, $n = 50/1$ A, $P_n = 10$ VA, Kl. 10P10. Unutarnja montaža.
- 7) Metaloksidni odvodnici prenapona, dimenzionirani za napon zvjezdišta 12 kV.
- 8) Releji REF543 instalirani u vodnim i mjernim poljima 20 kV sistema 1 i 2.

Potrebno je svakako izmjeriti kapacitivnu struju i na osnovi njene visine odrediti izvod za kompenzaciju. Kod izbora izvoda treba voditi računa da ostatak kapacitivne struje, potreban za ispravan rad relejne zaštite, mora iznositi najmanje 15 - 20 A. Time bi se bitno olakšalo dimenzioniranje uzemljivača u elektroenergetskim objektima 10(20) kV a istodobno otklonila bi se mogućnost pojavljivanja luka na mjestu kvara.

Nedostatak navedenog rješenja je da kod promjene uklopnog stanja mreže 10(20) kV treba izabrati novi strujni izvod na kompenzacijskoj prigušnici, i to ručno i u beznaponskom stanju. Konkretno za TS 110/35/10(20) kV Poreč, na osnovi statistike i iskustva, promjene uklopnog stanja događaju se vrlo rijetko.



Slika 3 - Uzemljenje zvjezdišta u TS 110/35/20 kV Poreč

Veliku pažnju treba posvetiti i zaštiti od sklopnih prenapona prouzrokovanih od akumulirane induktivne energije

prigušnice $E_p = \frac{L \cdot I^2}{2}$, zbog njih treba ugraditi metaloksidne odvodnike prenapona paralelno s prigušnicom i u zvjezdište energetskog transformatora.

U krugu prigušnice potrebno je instalirati rezervnu zemljospojnu zaštitu i zaštitu od visokoomskih kvarova. Nužna je izrada projektnog zadatka i pripadnog projekta.

5 ZAKLJUČAK

Primjena kompenzacijske prigušnice u Elektroistri predstavlja izazov i korak naprijed u smanjenju prekida električne energije, u poboljšanju sigurnosti od napona koraka i dodira, i smanjenju troškova izgradnje elektroenergetskih objekata.

U današnje vrijeme zbog osjetljivosti potrošača i vrlo kratka pauza prije brzog APU (automatsko ponovno uključenje) se smatra prekid isporuke električne energije.

S kompenzacijskom prigušnicom smanjuju se struje jednofaznog zemljospoja, a time i prolazni kvarovi sa zemljom koji prouzrokuju kratkotrajne prekide. Istodobno smanjuju se i vrijednosti iznošenog potencijala, a dozvoljene vrijednosti otpora uzemljenja u elektroenergetskim objektima povećavaju se zbog manjih struja kvara. Sve to znači smanjenje troškova kod izvođenja sustava za uzemljenje.

Navedene prednosti dolaze do izražaja u onim objektima koji napajaju zračnu mrežu, gdje su struje zemljospoja relativno velike i gdje je zvjezdište uzemljeno s malooomskim otpornikom.

S izborom vrste prigušnica treba biti oprezan. Prilike u Elektroistri su takve da još ne postoje objekti 10 i 20 kV u kojima kapacitivna struja zemljospoja iznosi nekoliko stotina ampera. Osim toga postojeća relejna zaštita i njena koncepcija djelovanja traži određena iskustva kod primjene kompenzacijske prigušnice u uvjetima kvara. Za početak po uzoru na neka druga distributivna područja trebalo bi primijeniti ručno reguliranu kompenzacijsku prigušnicu sa strujnim izvodima za izbor stupnja kompenzacije u beznaponskom stanju. Paralelno s prigušnicom bio bi otpornik sa srednjim ili visokoomskim otporom. Učinski rastavljač u krugu otpornika omogućio bi izbor povremenog ili trajnog paralelnog pogona prigušnice i otpornika, ili pogon samo s prigušnicom. Ovakvo rješenje moguće je ostvariti s malim sredstvima s obzirom da se veći dio postojeće opreme može i dalje koristiti. U Elektroistri ručno regulirane kompenzacijske prigušnice koristile bi se isključivo za razdoblje prijelaza mreže 10 kV na napon 20 kV.

Osnovni parametri za izbor kompenzacijske prigušnice s automatskom regulacijom trebali bi biti visina kapacitivne struje u mreži 20 kV, problemi s uzemljivačima, i broj

prolaznih kvarova sa zemljom. Primjenu kompenzacijske prigušnice s automatskom regulacijom potrebno je predvidjeti u TS 110/20 kV nakon prijelaza šireg područja mreže 10 kV na napon 20 kV.

Za šire područje podrazumijeva se područje koje obuhvaća i TS 35/20 kV nakon što postanu RS (rasklopišta) 20 kV. Kod buduće izgradnje novih TS 110/20 kV u sklopu investicije trebalo bi svakako uvrstiti i jednu kompenzacijsku prigušnicu s automatskom regulacijom po transformatoru.

LITERATURA

- [1] SRĐAN ŽUTOBRADIĆ, Aktualno stanje provedbe uzemljenja zvjezdišta sredjonaponskih mreža, Energija, god. 42(1993.)
- [2] MILAN PUHARIĆ, SRĐAN ŽUTOBRADIĆ, Provedba uzemljenja zvjezdišta 10(20) kV mreža pomoću kompenzacijske prigušnice, Energetski Institut Hrvoje Požar, 2001.
- [3] LUIGI BISIACH, DOMENICO CAPPELLIERI, MAURIZIO PAOLETTI GUALANDI, Messa a terra del neutro nelle reti di distribuzione a MT mediante impedenza accordata, Energia Elettrica, 1996.
- [4] ALBERTO CERRETTI, GIOVANNI VALTORTA, Messa a terra del neutro tramite impedenza nelle reti MT di Enel Distribuzione, Energia Elettrica, 2001.

APPLICATION PROPOSAL OF COMPENSATION REACTANCE USING MANUAL REGULATION WITH RESISTOR IN THE 10(20) kV NETWORK OF ELEKTROISTRA

In the paper a proposal on application of compensation reactance using manual regulation in parallel connection with resistor under circumstances of single phase fault to earth in the 10(20) kV distribution network of Elektroistra Pula is given

EIN VORSCHLAG DER ANWENDUNG VON ZUM WIDERSTAND PARALELGESCHALTETEN HANDGEREGELTEN KOMPENSATIONSDROSSELSPULEN IM NETZ 10 (20) KV DES EVU "ELEKTROISTRA"

Im Artikel wird der Vorschlag gegeben, die Kompensationsdrosselspulen mit handregelung, parallel geschaltet mit dem widerstand, in Fällen des Erdkurzschlusses einer Phase im Verteilungsnetz 10 (20) kV des EVU "Elektroistra" einzusetzen.

Naslov pisca:

Mr. sc. Elio Sterpin dipl. ing.
HEP Distribucija d.o.o.
DP Elektroistra
Vergerijeva 6, 52100 Pula, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2005-05-05

GIS, TIS I DOKUMENT-MENAGMENT APLIKACIJE (GTDM) U INTRANET MREŽI DP-A

Neven JEŽIĆ, Zagreb

UDK 621.316.1:65.012.226:65.012.25
STRUČNI ČLANAK

Specifično okruženje GIS, TIS i DOKUMENT-MENAGMENT tipa (razne vrste postojećih programskih okruženja), Pogonska organizacija (jedan glavni Pogon + vanjski Pogoni) te brzina računalne intranet mreže rezultiralo je potrebom izrade specifičnog programskog paketa (GTDM-a) koji bi efikasno obavljao zadatke koji se od njega traže. Važna osobina GTDM-a je da ne nameće isključivo svoja GIS i TIS rješenja, već se može prilagoditi okruženjima, tj. povući podatke iz njih na osnovi IMPORT-EXPORT modula te ponuditi intranet rješenje korisniku računalne mreže distribucijskog područja (DP-a), što je i osnovna namjena GTDM-a. Usprkos tomu, GTDM ima unutar sebe mogućnost održavanja GIS i TIS podataka (GIS i TIS editor) pa može raditi nezavisno. To ga čini vrlo transparentnim i prilagodljivim raznovrsnim okruženjima kakva susrećemo u mnogim DP-ima.

Ključne riječi: GTDM (programski paket), GIS (Geografski informacijski sustav), TIS (Tehnički informacijski sustav), DOKUMENT-MENAGMENT (Upravljanje bazom dokumenata), intranet mreža, serveri (koordinacijski, dinamički, statički), brzinski izbornik, transakcije, batch procedure, podaci (dinamički i statički), dokumenti, sheme

1 UVOD

1.1 Općenito o GTDM aplikacijama

Specifično okruženje GIS, TIS i DOKUMENT-MENAGMENT tipa (razne vrste postojećih programskih okruženja), Pogonska organizacija (jedan glavni Pogon + vanjski Pogoni) te brzina računalne intranet mreže rezultiralo je potrebom izrade specifičnog programskog paketa (GTDM-a) koji bi efikasno obavljao zadatke koji se od njega traže.

Važna osobina GTDM-a je da ne nameće isključivo svoja GIS i TIS rješenja, već se može prilagoditi okruženjima, tj. povući podatke iz njih na osnovi IMPORT-EXPORT modula te ponuditi intranet rješenje korisniku računalne mreže DP-a, što je i osnovna namjena GTDM-a. Usprkos tomu, GTDM ima unutar sebe mogućnost održavanja GIS i TIS podataka (GIS i TIS editor) pa može raditi nezavisno. To ga čini vrlo transparentnim i prilagodljivim raznovrsnim okruženjima kakva susrećemo u mnogim DP-ima.

Već prije spomenuta Pogonska organizacija tj. brzina računalne mreže između Pogona, odnosno između više lokacija unutar samih Pogona od kojih se sastoji DP, čine GTDM programski paket kao cjelovito (nezavisno) rješenje

prihvatljivo, u trenutnoj fazi razvoja, svim manjim i srednje velikim Pogonima unutar HEP-a. Kod većih Pogona GTDM preuzima ulogu naprednog intranet rješenja, a koristi gotove GIS i TIS podatke iz nezavisnih GIS i TIS editora specijaliziranih za tu svrhu.

U serverskoj organizaciji, kakva je korištena pri razvoju GTDM aplikacija, svaki Pogon unutar DP-a može raditi nezavisno, tj. nije potreban glavni server DP-a koji bi pohranjivao zajedničku GIS i TIS bazu. Na taj način brzina rada GTDM aplikacija unutar intranet mreže Pogona ne ovisi o brzini veze prema glavnom Pogonu, koja može znatno varirati, već samo o brzini lokalne intranet mreže Pogona koja je u većini slučajeva već dostigla brzinu od 100 Mbps. Sustav se može bez većih problema i ulaganja proširiti na nove lokacije unutar DP-a s dodatnim serverima (statički serveri), a omogućuje i spajanje putem modemske veze (analogne ili ISDN) na GTDM projekte i dobivanje informacija na taj način (npr. udaljene lokacije kojima nisu umrežene u lokalnu intranet mrežu, laptopi ili administriranje GTDM podataka od kuće). S druge strane povećanjem brzine intranet mreže može se smanjiti broj GTDM servera, što pokazuje punu fleksibilnost koncepta.

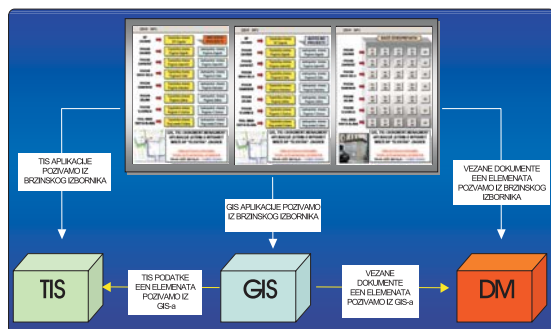
Osnova GTDM aplikacija je razviti napredno intranet rješenje za zahtjevnije korisnike što ga razlikuje od

klasičnih GIS rješenja baziranih na skupom, jakom i složenom GIS editoru, koji se koristi za stvaranje GIS dokumentacije, i WEB rješenju koje može zadovoljiti samo manje zahtjevne korisnike. GTDM traži znatno manja ulaganja u software i hardware, a s druge strane nudi mogućnost jednostavne nadogradnje i razvoja aplikacija od strane samih korisnika pa nije potreban skupi vanjski support. Aplikacije koje koristi GTDM su CAD(GIS) i TIS okruženja koje upotrebljava 90 % trenutnih korisnika unutar DP-a u svakodnevnom radu i stoga su dobro prihvaćene i transparentne.

1.2 Osnovni elementi GTDM-a

GTDM projekti (slika 1) uključuju unutar sebe tri nezavisna okruženja te aplikaciju pomoću koje komuniciramo između njih te ostvarujemo interface(sučelje) prema korisniku:

- **GIS OKRUŽENJE** (Geografski informacijski sustav)
- **TIS OKRUŽENJE** (Tehnički informacijski sustav)
- **DM OKRUŽENJE** (Dokument menagment – upravljanje bazom dokumenata)
- **BI** (Brzinski izbornik intranet aplikacija)



Slika 1 - Načini komunikacije unutar GTDM okruženja

Okvako koncipirani GTDM projekti imaju svrhu povećati dostupnost i protok informacija unutar intranet mreže kako grafičkog tako i podatkovnog tipa. Dakle, imaju na prvom mjestu dokument-menagment zadatak. Na taj način svaki korisnik ima mogućnost dobiti informaciju o aktualnom grafičkom stanju EEN mreže (GIS-topološki podaci), odnosno informacije o pojedinom elementu EEN mreže (TIS-tehnički podaci) u bilo kojem dijelu DP-a. Pritom korisnik može pozvati razne tipove vezanih dokumenata (DM-baza) za elemente EEN mreže. Organiziranje baza dokumenata na GTDM serverima Pogona te izrada TIS VBA-Import-Export modula znatno su povećali količinu informacija koje se mogu distribuirati putem intranet mreže do krajnjeg korisnika.

2 ORGANIZACIJA GTDM SERVERA

2.1 Konceptija organizacije servera

GTDM server

Server je jedno od postojećih računala unutar Pogona, odabrano jer ima nešto bolje karakteristike od drugih. Najčešće je to računalo koje koristi voditelj GTDM projekta unutar Pogona ili administrator GTDM servera. Dakle, za server se ne zahtijeva izuzetno zahtjevno računalo pa se time ulaganja u servere smanjuju. Svaki GTDM server pokriva jednu mrežnu lokaciju koja ima međusobnu (lokalnu) internu mrežu brzine 100 Mbps. Taj kriterij određuje potreban broj GTDM servera u DP-u. Server računalo se nikada ne gasi (moguć pristup 0-24 h), stoga je potrebno da bude dobro hlađeno i po mogućnosti na UPS-u.

Način organizacije servera (slika 2)

Serveri u GTDM-u mogu biti:

- **Aktivni** (dinamički) - serveri na kojima se održavaju (mijenjaju) podaci
- **Pasivni** (statički) – serveri na kojima se ne mijenjaju podaci, služe samo za pokrivanje mrežne lokacije 100 Mbps.

Osim toga, jedan server se odabire da bude ‘**koordinacijski**’, a može se nazvati i ‘glavni’. Sustav GTDM-a u DP Elektra Zagreb, na osnovi postojećih intranet brzina, organiziran je pomoću 10 servera. Od toga su 7 dinamičkih i 3 statička servera:

Pogon Zagreb:

- 1 dinamički GTDM server – lokacija Kršnjavoga (TD - Tehnička dokumentacija)
- 3 statička – lokacija Gundulićeva, lokacija Heinzelova, lokacija Pergošićeva.

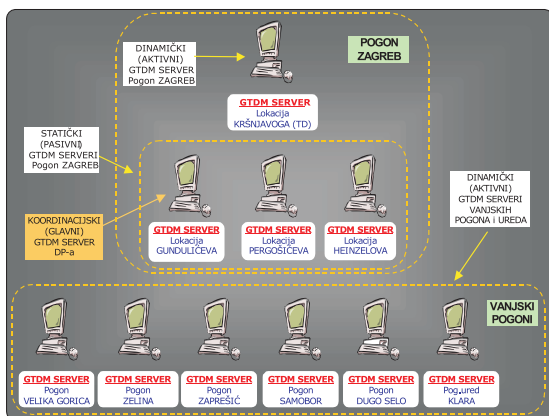
Statički GTDM server u Gundulićevoj je ‘**koordinacijski**’ tj. ‘glavni’. Preko njega se obavljaju transakcije.

Vanjski Pogoni i Pogonski uredi:

- 1 dinamički GTDM server – lokacija Pogon Velika Gorica
- 1 dinamički GTDM server – lokacija Pogon Zaprešić
- 1 dinamički GTDM server – lokacija Pogon Samobor
- 1 dinamički GTDM server – lokacija Pogon Zelina
- 1 dinamički GTDM server – lokacija Pogon Dugo Selo
- 1 dinamički GTDM server – lokacija Pogonski ured Sveta Klara.

Server pokriva 100 Mbps mrežnu lokaciju. Međusobne veze između servera variraju u brzini. Osim klasičnog spajanja korisničkih računala preko lokalne intranet mreže moguće je koristiti i vanjska računala, pod čime se

podrazumijeva stolna računala ili laptope koji se povezuju preko analogne ili ISDN linije na intranet mrežu DP-a (call-back konekcija). I na njima je odziv vrlo brz, osobito ako se koristi ISDN (64 kB/s). U tom slučaju računalo preuzima ulogu statičkog servera na udaljenoj lokaciji i može pokrivati lokalnu intranet mrežu ako postoji.



Slika 2 - Shematski prikaz organizacije GTDM servera u DP ELEKTRA - Zagreb

2.2 Vrste transakcija između servera

Pod modelom transakcija ili transporta podrazumijeva se transfer podataka između glavnog GTDM servera DP-a (koordinacijski server) i ostalih GTDM servera. Korisnik koji pristupa podacima unutar omrežja dinamičkog servera (server Pogona) pristupa on-line svim GTDM podacima koji se održavaju na tom serveru, a ostalim GTDM podacima DP-a pristupa off-line, osim baza dokumenata kojima se uvijek pristupa 'on-line'.

Napravljene su procedure za off-line transporte, odnosno 'update' najsvježijih informacija najmanje jednom tjedno, što osigurava da se sa svake lokacije unutar intranet mreže DP-a može dobiti prilično ažurne GTDM informacije cijelog DP-a. Serveri, između ostalog, posjeduju statičke i dinamičke GTDM podatke. Samo se dinamički izmjenjuju prilikom transporta. Pod statičkim podacima podrazumijeva se npr. skenirane ili vektorizirane kartografske podloge koje se koriste u GIS projektima, takvi se podaci ne transferiraju prilikom transporta. Jednom su pozicionirani na predefiniciranu lokaciju na svakom od servera i po potrebi se samo nadopunjuju novopristiglim ili ažuriranim podlogama. Dinamički podaci su oni podaci koji se svakodnevno ažuriraju (mijenjaju) na dinamičkom (pogonskom) serveru i transferiraju se prilikom off-line transporta. Grupa podataka koji se nalaze na dinamičkim (pogonskim) serverima, a ne spadaju u statičke ili dinamičke podatke, su baze dokumenata u svakom Pogonu. Takvi podaci su jedino locirani na serveru dotičnog Pogona i pozivaju se prilikom 'on-line' transfera, tj. kod pozivanja dokumenta iz DM baze Pogona.

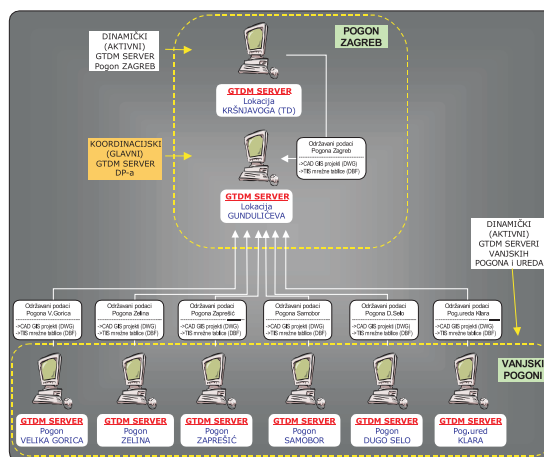
Glavna off-line procedura sastoji se iz dva transfera. Prvo se izvršava 'in-transfer' (slika 3) što znači da se podaci s dinamičkih servera, tj. podaci koji se na njima ažuriraju, prebacuju na glavni (koordinacijski) server DP-a. Po završetku 'in-transfera' pokreće se 'out-transfer' (slika 4), što znači da se određeni 'dinamički' podaci s glavnog (koordinacijskog) servera DP-a transferiraju na svaki od ostalih servera. Koji su to točno podaci prikazati ćemo na dijagramima koji slijede.

Trajanje 'in' i 'out' transfera ovisi o opterećenosti mreže te o količini podataka koji se moraju prenositi prilikom transfera. Iz razloga opterećenosti mreže transporte se obavlja kada je ona manje opterećena, tj. iza kraja radnog vremena. Procedure su napisane kao 'batch' programi, pokrene se glavni modul i on obavi predefinicirane transporte između servera. Nakon izvršenog off-line transporta sve mrežne lokacije imaju 100% ažurne podatke, ažurnost se smanjuje povećanjem vremenskog intervala od prošle off-line transakcije. Iz toga proizlazi da se smanjenjem intervala između off-line transakcija povećava ažurnost podataka, uz oprez da se prekratkim intervalima ne preoptereći mreža.

Sustav zadovoljava jedan tjedni 'update' najsvježijih informacija (npr. petkom iza 15 h). U sredinama gdje je intenzitet izmjene GTDM podataka rjeđi može se obavljati i jednom mjesečno. Potrebno je ponoviti da se bazama dokumenata, koje su prilično u upotrebi, pristupa on-line i na ažurnost dokumenata ne utječe učestalost transfera.

2.2.1 Off-line "in" transfer

Dijagram (slika 3) prikazuje transfer "dinamičkih" podataka sa "dinamičkih" GTDM servera Pogona na "glavni" (koordinacijski) server DP-a. Transfer se obavlja jednom tjedno kad mreža nije opterećena. Pod dinamičkim se podacima, kao što je već prije spomenuto, smatra GIS i TIS podatke koji se održavaju na dinamičkim GTDM serverima Pogona.

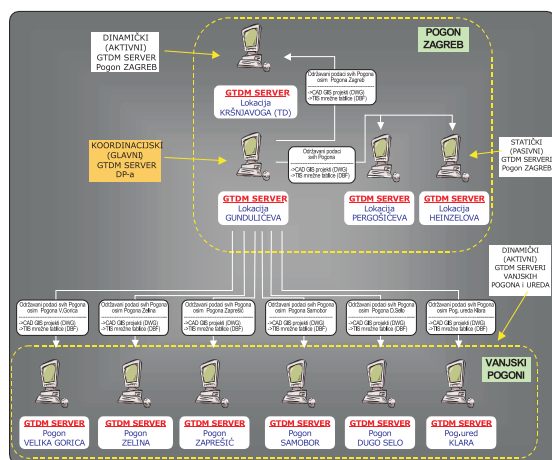


Slika 3 - Grafički prikaz protoka i smjera informacija kod "in" transfera

2.2.2 Off-line “out” transfer

Dijagram (slika 4) prikazuje transfer podataka s “glavnog” (koordinacijskog) servera DP-a na ostale GTDM servere (dinamične i statičke). Transfer se obavlja po obavljenom “in” transferu.

Na osnovi prioriteta potrebnosti (stupnja ažurnosti) određenih podataka iz drugih dijelova DP-a (Pogona) mogu se definirati intervali i selektivno napisati nezavisne procedure za svaki od Pogona. Na taj se način smanjuje količina transferiranih podataka prilikom svakog “out” transfera i ubrzava proces.



Slika 4 - Grafički prikaz protoka i smjera informacija kod “out” transfera

3 BRZINSKI IZBORNİK INTRANET APLIKACIJA

3.1 Konceptija brzinskog izbornika

Brzinski izbornik je intranet aplikacija napravljena u VBA programskom okruženju (slika 5). Namijenjena je za brzo pozivanje GTDM aplikacija, tj. GIS, TIS i DM projekata. Pokreće se pomoću shortcut-a na desktopu računala, a locirana je na lokalnom GTDM serveru. Osim pokretanja aplikacija ima zadatac da obavi automatska predefinirana podešenja korisničkog računala za rad u GTDM okruženju. Ona se izvršavaju prilikom startanja izbornika, ako već nisu bila prethodno obavljena, odnosno ako je računalo već podešeno.

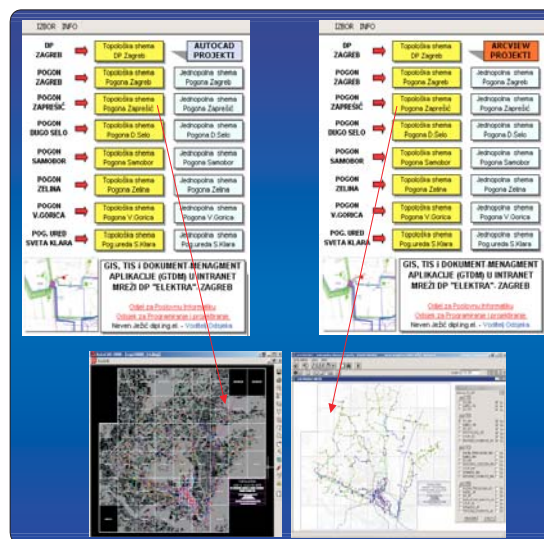
Aplikaciju je vrlo lako dopuniti novim modulima i vrlo brzo transferirati na servere zbog male veličine, što rezultira automatskim osvježavanjem kod svakog korisnika jer se pokreće na osnovi shortcut-a sa servera. Može raditi s neograničenim brojem korisnika. Trenutno je instalirana kod 100-tinjak korisnika unutar intranet mreže DP Elektra-Zagreb (Pogon Zagreb + Vanjski Pogoni), s tendencijom povećanja broja korisnika.



Slika 5 - Brzinski izbornik intranet aplikacija

3.2 Pozivanje GIS projekata

Jedna od glavnih zadaća brzinskog izbornika je pozivanje GIS projekata (slika 6). Pomoću njega se može pozvati ukupno 30 (15) GIS projekata, od kojih je 15 u Autocad i 15 u ArcView GIS okruženju (baziranih na projektima u Autocad-u). Na taj način korisniku nije potrebno znati gdje su projekti locirani (na kojem serveru), kako ih pokrenuti (kojim softverom) i jasno je vidljivo što predstavljaju (vrsta GIS projekta i koji Pogon obrađuje).

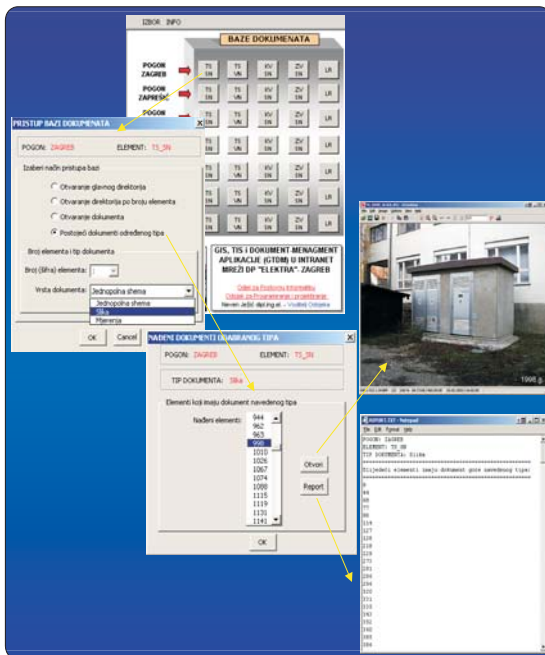


Slika 6 - Pozivanje GIS projekata iz brzinskog izbornika

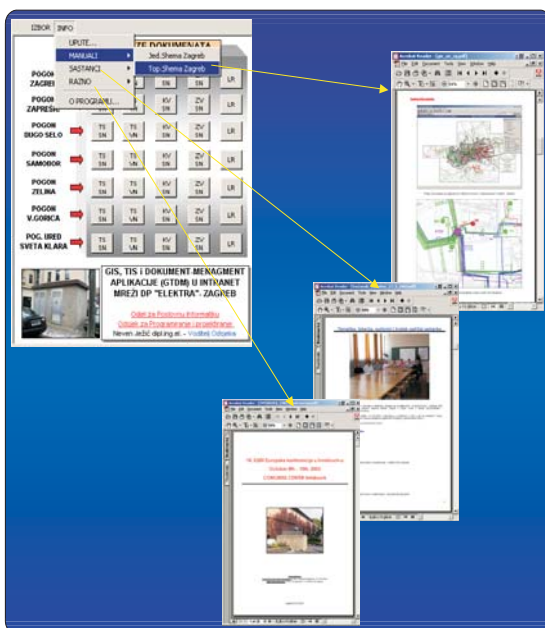
3.3 Rad s bazom dokumenata

Pomoću brzinskog izbornika vrlo efikasno se pristupa bazi dokumenata u bilo kojem od Pogona unutar DP-a (slika 7). Može se pristupiti glavnom direktoriju EEN elementa, poddirektoriju na osnovi broja elementa, direktno otvoriti dokument određenog tipa ili dobiti izvješće u kojem svi

elementi imaju dokument određenog tipa a potom ih uzastopno otvarati iz rezultirajućeg popisa. Izvješće je moguće pohraniti i u TXT datoteku na disku što korisniku, a posebno administratoru baze dokumenata, znatno olakšava evidenciju postojećih dokumenata.



Slika 7 - Rad s bazom dokumenata pomoću brzinskog izbornika



Slika 8 - Upotreba INFO-HELP sustava unutar brzinskog izbornika

3.4 INFO (HELP) sustav

Aplikacija ima integriran HELP (INFO) sustav za pregledavanje pisanih uputa za korištenje GTDM projekata, izvješća sa sastanka GTDM grupe ili dobivanje informacija o nužnim podešenjima potrebnim da bi se pomoću izbornika mogli pokretati projekti i aplikacije. INFO i HELP dokumenti se obično nalaze u PDF formatu, ali je moguće za informiranje korisnika upotrijebiti bilo koju vrstu dokumenta (Word, Excel, PPS, TXT) (slika 8).

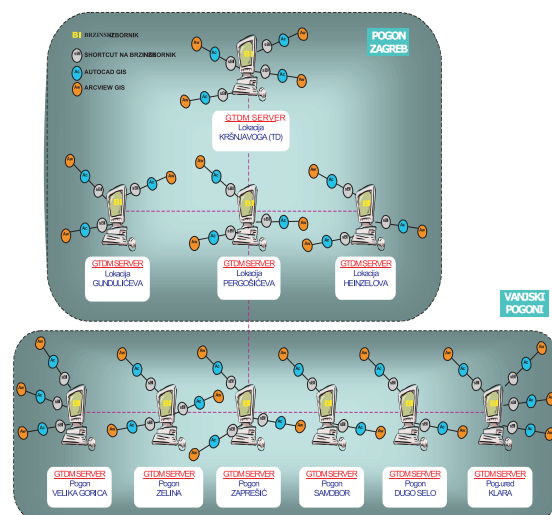
4 GIS PROJEKTI

4.1 Konceptija GIS projekata

Od GIS projekata je traženo da ispune sljedeće zahtjeve napredne intranet aplikacije:

- Brzo procesuiranje unutar intranet mreže i multikorisnički rad.
- Omogućavanje jednostavnog unosa i održavanja GIS (grafičkih) podataka s mogućnošću prepuštanja unosa specijaliziranom GIS okruženju (vanjski GIS editor), tj. uvlačenja podataka iz istog bez znatnijih modifikacija.
- Jednostavno povezivanje s vanjskim TIS bazama i mogućnost naprednog prikazivanja TIS podataka u GIS okruženju (izrada složenih formi za prikaz).
- Pozivanje vezanih dokumenata iz baze dokumenata s jednostavnom nadogradnjom novih EEN elemenata, odnosno novih tipova dokumenata vezanih za iste.
- Jednostavnost razmjene podataka između GIS sučelja i korisnika.
- Mala ulaganja u software te orijentacija na postojeće i dostupne CAD i GIS aplikacije.

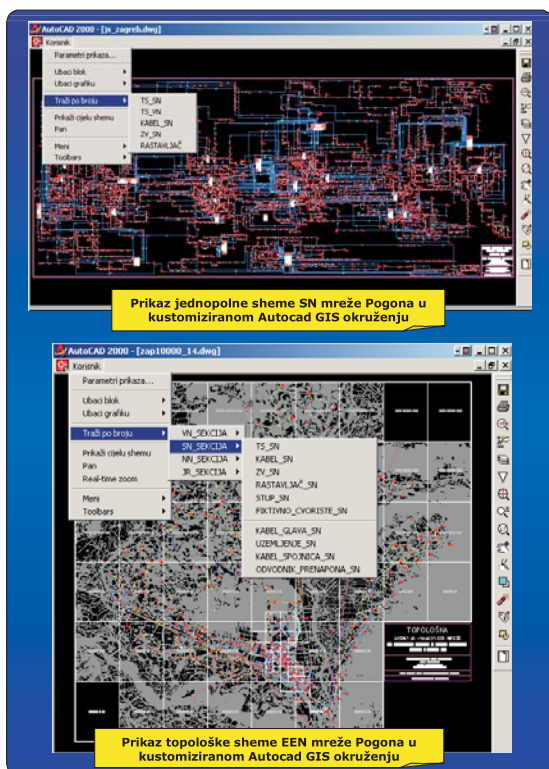
Nakon testiranja postojećih i dostupnih CAD i GIS aplikacija odlučeno je da se projekti koncipiraju na kombinaciji Autocad (ver. 2000-2002)-> ArcView (ver. 3.2) (slika 9).



Slika 9 - Shematika organizacije CAD i GIS aplikacija na GTDM serverima unutar intranet mreže DP-a

4.2 Autocad GIS modeli (slika 10)

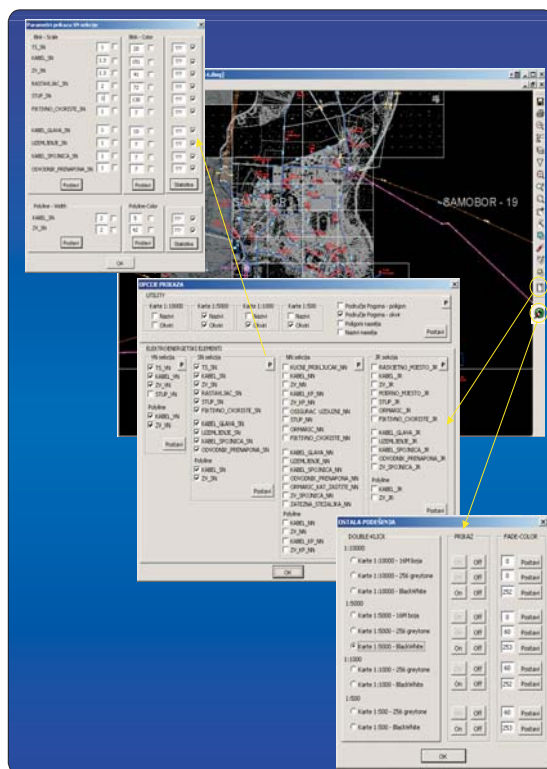
- Napravljena složena layerska organizacija – bazirana na zahtjevima ArcView GIS okruženja
- Sistematična blokovska organizacija – bazirana na zahtjevima ArcView GIS okruženja
- Integrirani svi naponski nivoi (VN, SN, NN i JR SEKCIJE)
- Napredna kustomizacija Autocad okruženja primjenom VBA (VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS) (slika 11)
- Potpuno kustomizirano korisničko sučelje
- Izrađene složene forme za zadavanje parametara okruženja
- Napredna pretraživanja bazirana na broju EEN elementa
- Napredna manipulacija i statistika EEN elementa
- Napredna manipulacija katastarskim podlogama – Minimalizacija memorije i povećanje brzine prikaza
- Izrađene utility i analitičke aplikacije (VBA)
- Integriran INFO (HELP) sustav.



Slika 10 - Prikaz kustomiziranih Autocad okruženja Jednopolne i Topološke sheme Pogona

4.2.1 Napredna kustomizacija

Na slici 11 prikazana je napredna kustomizacija u Autocad GIS okruženju.



Slika 11 - Prikaz napredne kustomizacije u Autocad GIS okruženju

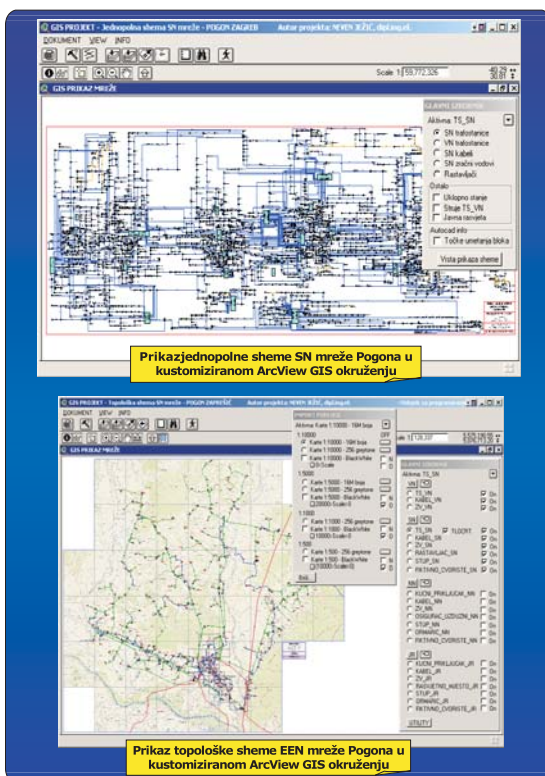
4.3 Arcview GIS modeli (slika 12)

- Napravljena složena tematska organizacija – bazirana na GIS projektu u Autocad-u.
- Integrirani svi naponski nivoi (VN, SN, NN i JR SEKCIJE).
- Napredna kustomizacija ArcView okruženja primjenom AVENUE programskog alata.
- Potpuno kustomizirano korisničko sučelje.
- Izrađene multifunkcionalne 'leteće' forme za navigaciju GIS okruženjem.
- Izrađene složene forme za zadavanje parametara okruženja.
- Izrađene složene forme i procedure za prikaz pripadajućih TIS podataka EEN elementa.
- Osmišljeno pozivanje vezanih dokumenata iz baze dokumenata na serverima Pogona.
- Razrađeni modeli uključivanja-isključivanja kat.podloga raznih mjerila.

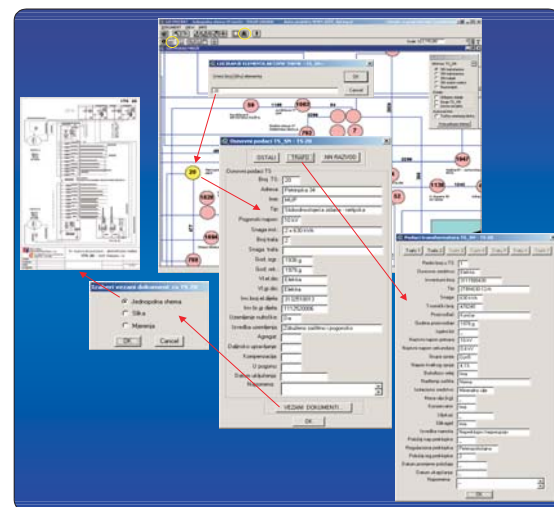
- Napredna manipulacija katastarskim podlogama
 - Minimalizacija memorije i povećanje brzine prikaza.
- Razrađeni modeli prikaza EEN elemenata u raznim rasponima scale-a (zoomiranja).
- Napredna pretraživanja bazirana na broju EEN elementa.
- Statistika EEN elemenata.
- Izrada utility i analitičkih prostornih aplikacija (AVENUE).
- Integriran INFO (HELP) sustav.

4.3.1 Pretraživanje, prikaz TIS podataka i pozivanje vezanih dokumenata

Kretanje GIS okruženjem je vrlo jednostavno (slika 13). Najlakši način lociranja traženog EEN elementa je postavljanje grupe kojoj pripada za aktivnu, te potom korištenje find tool-a za lociranje na osnovi broja(šifre). Kad je element lociran, pomoću tool-a za prikaz TIS podataka i tool-a za pozivanje vezanih dokumenata dobivaju se sve potrebne informacije vezane za dotični element.



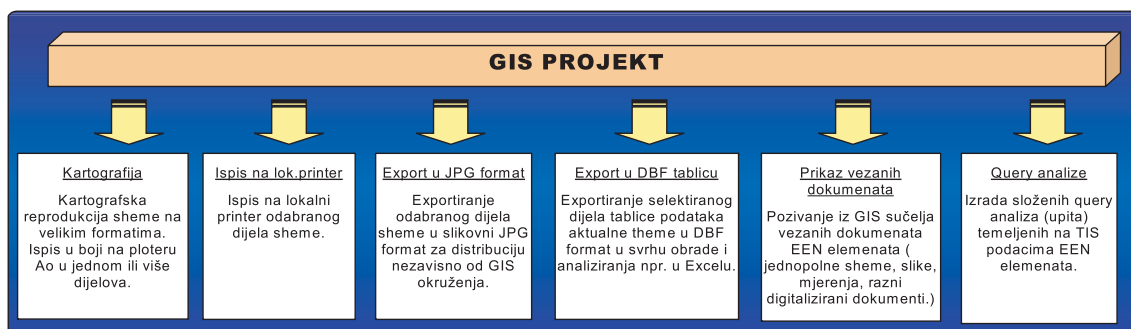
Slika 12 - Prikaz kustomiziranih ArcView okruženja Jednopolne i Topološke sheme Pogona



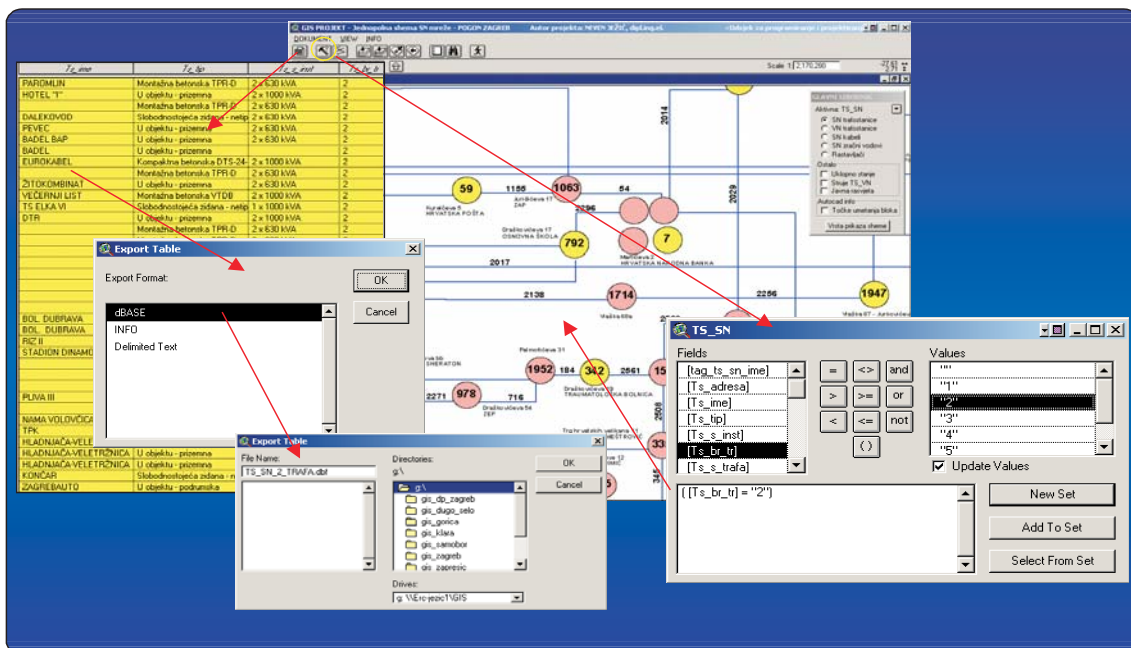
Slika 13 - Prikaz načina pretraživanja, prikaza TIS podataka i pozivanja vezanih dokumenata

4.3.2 Funkcionalnosti GIS projekata

Slika 14 prikazuje neke od funkcionalnosti ArcView GIS projekata. Na ovom se mjestu može istaknuti mogućnost provođenja složene TIS analize putem integriranog Query alata (slika 15). Po obavljenoj analizi dolazi do grafičke selekcije EEN elemenata kao rezultata analize, te istodobno selekcije istih elemenata opisanih u TIS tabelama. Takva selekcija se može potom exportirati u lokalnu jpg-datoteku ili DBF-datoteku za dodatne analize i obrade.



Slika 14 - Neke funkcionalnosti ArcView GIS projekata



Slika 15 - Primjer jednostavne Query analize sa exportom rezultirajućih podataka u vanjski DBF file

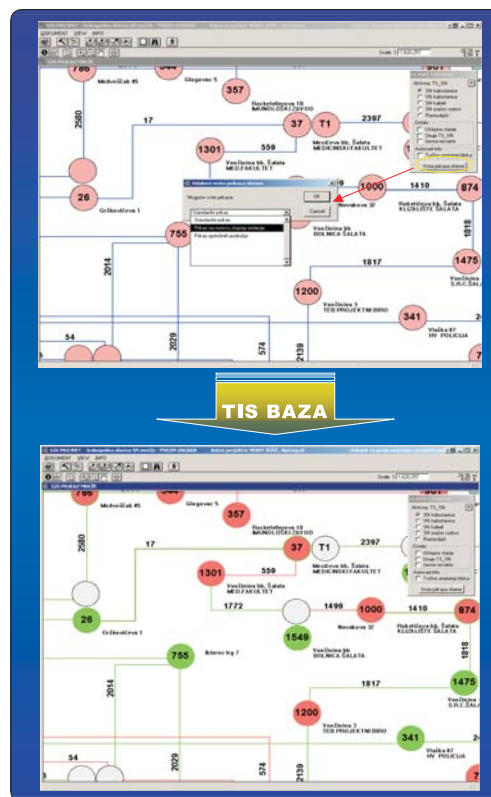
4.3.3 Aplikativna rješenja

Programsko okruženje bazirano na Avenue alatu omogućuje izradu mnogobrojnih GIS (prostornih) i TIS analiza. Slika 16 prikazuje jednu od mogućih TIS analiza proizašlu iz potreba korisnika prilikom prelaska Pogona na 20kV napon (prikaz jednopolne sheme SN mreže na osnovi stupnja izolacije pojedinih EEN elemenata).

5 TIS PROJEKTI VBA IMPORT-EXPORT MODUL

5.1 Konceptija TIS projekata

Kako bi GIS sučelje moglo do kraja obaviti svoju zadaću: “Pomoću topoloških podataka, koji se kreiraju u GIS okruženju, i tehničkih podataka (TIS) koji se najčešće nalaze u odvojenom TIS okruženju, prikazati korisniku ono što on od njega i očekuje te napraviti čitav niz prostornih i TIS analiza”, mora mu servirati **TIS informacije**. Zbog raznovrsnih TIS okruženja koja egzistiraju napravljen je VBA Import-Export modul koji priprema TIS podatke za GIS okruženje bez obzira na format zapisa TIS informacija. TIS podaci se na taj način pripremaju u VBA-TIS okruženju i serviraju u obliku organiziranih DBF tablica u ArcView GIS okruženje (slika 17).



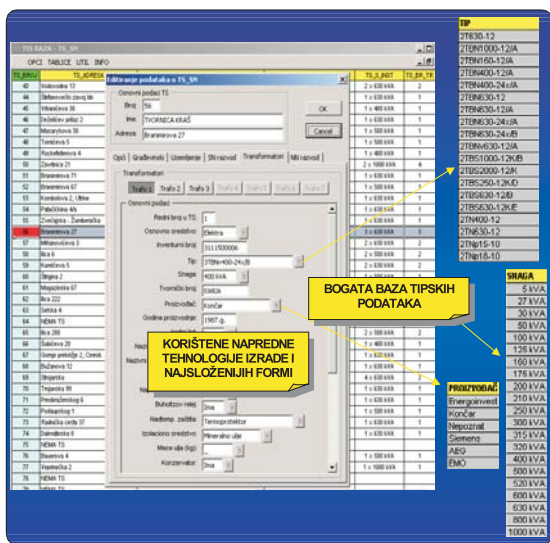
Slika 16 - Aplicirana TIS analitika unutar GIS okruženja



Slika 17 - Uloga i karakteristike VBA Import-Export modula

5.2 Editiranje (unos) podataka u vlastitom okruženju

VBA-TIS modul je prvenstveno namijenjen za pripremu (serviranje) podataka za GIS okruženje, ali ima i mogućnost unosa podataka u vlastitom okruženju (TIS-editor) (slika 18). Najčešće se unos podataka pomoću integriranog TIS editora obavlja kao prijelazna faza do implementacije Oracle TIS baze na nivou cijelog DP-a. VBA-TIS modul koncipiran je na podacima jednog Pogona i kao takav nezavisan od drugih Pogona DP-a.

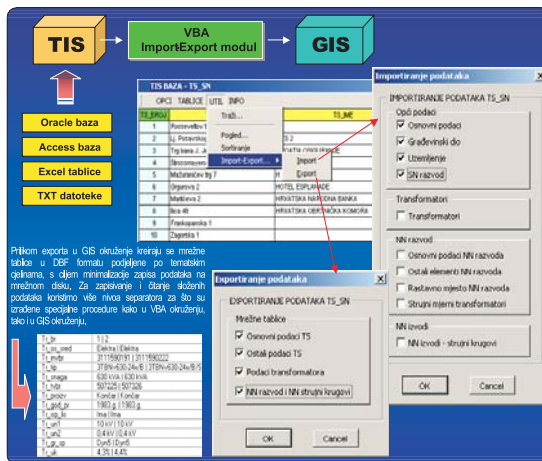


Slika 18 - Editiranje(unos) TIS podataka u vlastitom okruženju VBA-TIS modula

5.3 Import-export procedure

Koriste se za pripremu TIS podataka za GIS okruženje (slika 19). Ukoliko je unos podataka unutar VBA-TIS modula ne koristi se procedura za import. Export procedure kreiraju DBF tablice tako organizirane da se minimizira

njihova veličina, odnosno izbjegne potencijalno čuvanje nul podataka. Moguće je selektivno zadavati, kako opseg ulaznih tako i opseg izlaznih TIS podataka ovisno o dijelu podataka koji je ažuriran.



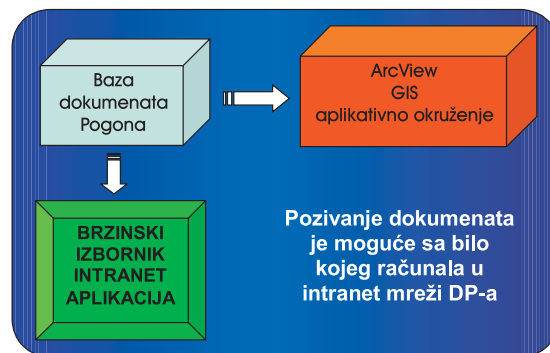
Slika 19 - Import i Export procedure unutar VBA-TIS modula

6 DOKUMENT-MENAGMENT PROJEKTI

6.1 Konceptija dokument-menagment projekata

Više tipova dokumenata egzistira u dokumentaciji svakog Pogona. Znatna dio dokumentacije je u analognom obliku uz postojanje dijela novije dokumentacije i u digitalnom obliku, većinom netipizirano i neorganizirano.

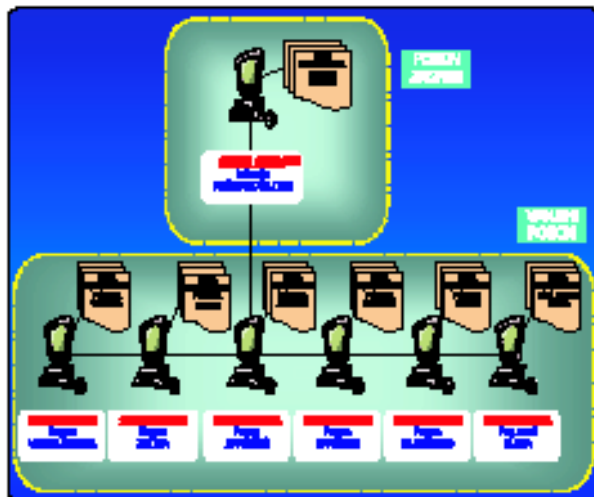
Stoga, kvalitetna intranet organizacija baze dokumenata i digitaliziranje tehničke dokumentacije može omogućiti pristup korisnicima intranet mreže DP-a bazi dokumenata u digitalnom obliku (slika 20). To omogućuje uvid u postojeće dokumente putem računalne mreže i znatno skraćuje vrijeme potrebno za prikupljanje iste u analognom obliku.



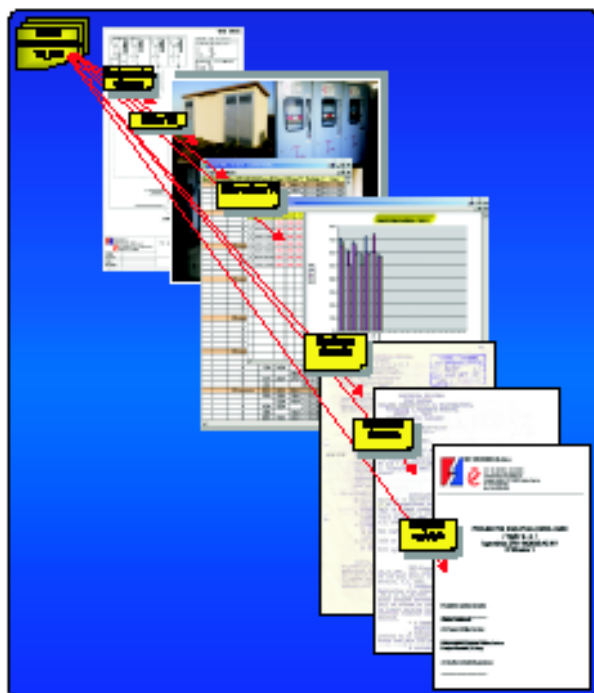
Slika 20 - Načini pristupa bazi dokumenata koja je locirana na GTDM serveru Pogona

6.2 Organizacija baza dokumenata na GTDM serverima pogona

Organizacija baza dokumenata na GTDM serverima pogona prikazana je na slikama 21 i 22.



Slika 21 - Shema organizacije baza dokumenata na GTDM serverima Pogona



Slika 22 - Prikaz vezanih dokumentata za EEN element TS_SN

7 INTEGRACIJA S DRUGIM SUSTAVIMA

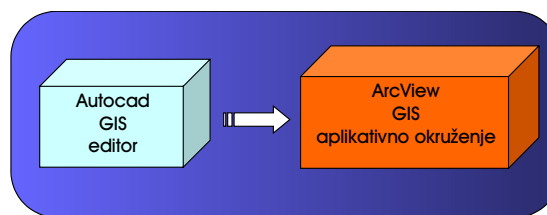
7.1 GIS baza – vanjski GIS editor

GTDM aplikacije mogu održavati podatke u vlastitom GIS okruženju ili uvlačiti GIS podatke iz vanjskog GIS editora

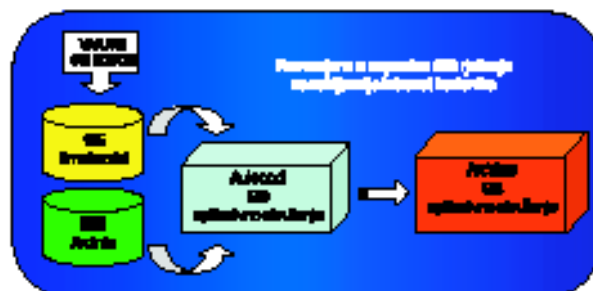
(slika 23) i (slika 24). GTDM projekti su koncipirani po Pogonima tako da svaki Pogon održava svoj GIS projekt i kao takvi funkcioniraju nezavisno.

U slučaju da se podaci održavaju u vanjskom GIS editoru, Autocad-VBA okruženje sadrži procedure za kreiranje EEN elemenata koji se žele prenijeti iz drugog okruženja. Procedure je moguće jednostavno modificirati i nadopunjavati novim elementima ili prilagođavati postojeće izmijenjenom obliku podataka.

Autocad-VBA okruženje upravlja nezavisno s načinom prikaza importiranih EEN elemenata i katastarskim podlogama od vanjskog GIS editora te sadrži određen fond utility GIS elemenata koji se ne održavaju u vanjskom editoru. Drugim riječima, iz vanjskog GIS editora se dobiju samo osnovne direktive gdje pozicionirati određeni element i njegove osnovne karakteristike (datoteke direktiva). Ostalo se prepušta Autocad-VBA okruženju i funkcionira kao da se isti element kreira direktno u Autocad okruženju. Uvlačenje predefiniраниh podataka iz vanjskog GIS editora vrši se off-line, npr. jednom tjedno, u skladu s koncepcijom GTDM projekata koje navedena ažurnost zadovoljava.



Slika 23 - Održavanja GIS baze u vlastitom Autocad GIS editoru



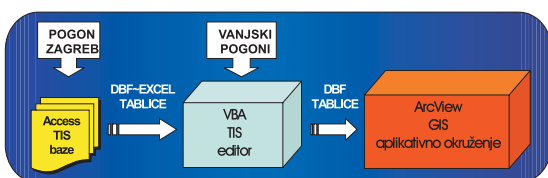
Slika 24 - Prepuštanje održavanja GIS baze vanjskom GIS editoru

7.2 TIS baza – vanjski TIS editor

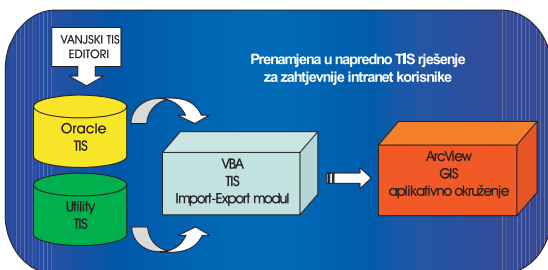
GTDM aplikacije mogu kreirati TIS podatke u vlastitom TIS okruženju ili uvlačiti gotove TIS podatke iz vanjskog TIS editora. GTDM projekti su koncipirani po Pogonima tako da svaki Pogon održava svoj TIS projekt i kao takvi funkcioniraju nezavisno (slika 25).

U slučaju da se podaci održavaju u vanjskom TIS editoru (slika 26), VBA Import-Export modul okruženje sadrži procedure za uvlačenje podataka EEN elemenata koji se žele prenijeti iz vanjskog okruženja, njihovo preoblikovanje prema predefriranoj strukturi i export (pripremu) za GIS okruženje. Procedure je moguće jednostavno modificirati i nadopunjavati novim elementima ili prilagođavati postojeće izmijenjenom obliku podataka.

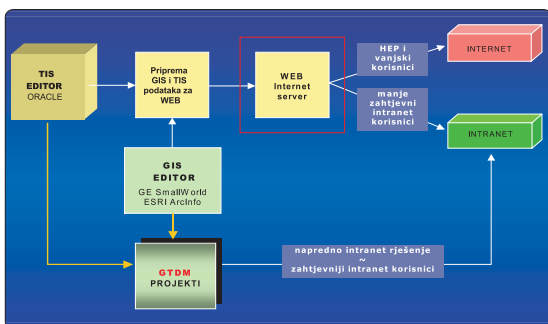
Uvlačenje predefriranih podataka iz vanjskog TIS editora vrši se off-line, npr. jednom tjedno, u skladu s koncepcijom GTDM projekata koje navedena ažurnost zadovoljava (slika 27).



Slika 25 - Kombinacija održavanja TIS baze u vlastitom VBA TIS editoru i importa TIS podataka izvana



Slika 26 - Prepuštanje kompletnog održavanja TIS baze vanjskom TIS editoru



Slika 27 - Uloga GTDM aplikacija u integriranom GIS/TIS sustavu

8 ZAKLJUČAK

GTDM aplikacije pokazuju svakim danom svoju opravdanost i nužnu potrebu korištenja unutar intranet mreže DP Elektra Zagreb. Proizašle su iz težnje za povećanjem dostupnosti i protoka informacija unutar intranet mreže DP-a.

Rade samostalno ili u simbiozi sa drugim GIS i TIS aplikacijama koje se mogu pojaviti u raznim okruženjima pojedinih Pogona, odnosno DP-ova. Prilagođene su pogonskoj, odnosno mrežnoj intranet organizaciji kakva vlada u DP-ima unutar HEP-a, karakterizirana relativno malim mrežnim brzinama između "glavnog" Pogona i "vanjskih" Pogona.

Osnova GTDM aplikacija je razvijanje naprednih intranet rješenja za zahtjevnije intranet korisnike, tj. pokrivanje područja primjene gdje se smatra da još nema implementiranih kvalitetnih rješenja u HEP-u i srodnim komunalnim okruženjima.

Kao idealno rješenje nameće se sredinama (DP-ima ili nezavisnim Pogonima unutar HEP-a) koje kreću od nule sa razvojem GIS, TIS i DM projekata. Traži relativno mala ulaganja u software i hardware s obzirom na rezultate koje daje u relativno kratkom vremenu. U drugoj fazi razvoja projekata dopušta upotrebu složenijih vanjskih GIS i TIS editora, koji međutim traže znatnija ulaganja u software, hardware i povećanje brzine intranet mreže.

S druge strane, omogućuju sredinama koje već imaju donekle razvijene GIS i TIS sustave, dohvat GIS i TIS informacija od strane većeg broja korisnika pomoću uobičajenih CAD-GIS i TIS alata. Time se izbjegava izoliranost GIS i TIS baza na mali broj računala i samo odabrane korisnike, odnosno zatvorenost unutar jedne složene platforme kojoj je teško pristupiti klasičnom intranet korisniku.

LITERATURA

- [1] ArcView GIS, The Geographic Information System for Everyone - ESRI
- [2] Avenue Customization and Application Development for ArcView - ESRI
- [3] ArcView Dialog Designer, Using the ArcView Dialog Designer - ESRI
- [4] Getting to Know ArcView GIS, Discover the world of desktop mapping and GIS - ESRI
- [5] JOHN WALKENBACH, Excel for windows, Napredne tehnike programiranja (VBA - Visual Basic for Applications) - ZNAK
- [6] GUYHART-DAVIS, VBA6, Mastering (Learn programming with VBA to automate your work) - SYBEX
- [7] KEN GETZ, MIKE GILBERT, VBA DEVELOPER'S HANDBOOK, Second Edition (The Essential VBA

Development Reference, Written by the Experts) – SYBEX

- [8] ANDREJA PREVAREK, AutoCAD u profesionalnoj primjeni, Programiranje, ZNAK

GIS, TIS AND DOCUMENT MANAGEMENT APPLICATION (GTDM) IN INTRANET NETWORK OF DP'S

Specific surroundings of GIS, TIS and Document Management Type (different kinds of existing programming surroundings), operation organization (one main operation and external operations) as well as the speed of computer intranet network has resulted in the need of a specific programming package (GTDM) that would perform successfully the tasks requested. An important characteristic of GTDM is that it does not take only its GIS and TIS solutions but it can adapt to the surroundings, i.e. take data from them based on the IMPORT-EXPORT module and offer an intranet solution to the computer network user of the distribution region (DP), which is also the basic intention of GTDM. Despite that, GTDM includes the possibility of GIS and TIS data maintenance (GIS and TIS editor) and it can work independently. This makes it transparent and suitable for different surroundings found in many DPs.

ANWENDUNGEN VOM "GIS", "TIS" UND "DOKUMENT-MANAGEMENT" IM EIGENEN KOMMUNICATIONSNETZ ("INTRANET") EINES VERSORGBEREICHES

Arteigene Umgebung nach "Gis", "Tis" und "Dokument-Management"-Modell (es bestehen mehrere verschiedene

Programm-Umgebungen). Die Betriebsorganisation und die Arbeitsleistung des Intranetnetzes haben die Notwendigkeit gebracht ein arteigenes, leistungsfähiges Programmpaket "GTDM"*) zu schaffen. Es ist wichtig, daß ein GTDM nicht auf eigene GIS- und TIS- Lösungen dringt, sondern auch auf andere Umgebungen anpassungsfähig ist, d.h. aus denen über dem IMPORT- EXPORT Modul Daten übernehmen und dem Versorgungsbereichs-Nutzniesser des Intranet-Rechnerverbundes eine Lösung darbieten zu können, was übrigens Grundbestimmung des GTDM ist. Dem gegenüber, hat GTDM innerlich die Möglichkeit der Aufrechterhaltung der DIS- und TIS- Daten (einen entsprechenden Editor) und kann autonom die Aufgaben lösen. Dadurch wird er für verschiedenartige in zahlreichen Betriebsbereichen zu findende Umgebungen, durchschaubar und anpassungsfähig, *) Abkürzungen aus dem englischen:

-GIS = Generation Investment Study = Untersuchungen des Kapitalanlegens in Erzeugungsanlagen.

-TIS = Transmission Investment Study = Untersuchungen des Kapitalanlegens in Übertragungsanlagen.

-GTDM = GIS, TIS, Dokument-Management = Dokumenten-Verwaltung im Bereich der Erzeugung und Übertragung.

Naslov pisca:

Neven Ježić dipl.ing.el.

HEP Distribucija d.o.o. - DP Elektra

Zagreb Odjel za Poslovnu Informatiku

Odsjek za Programiranje i projektiranje

Gundulićeva 32, 10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:

2005-05-09

STATIČKA ANALIZA PRIKLJUČKA NOVIH GENERATORA HE ZAKUČAC NA EES

Mr. sc. Davor BAJŠ - prof. dr. sc. Mislav MAJSTROVIĆ - mr. sc. Goran MAJSTROVIĆ, Zagreb

UDK 621.316.72:517.1
PRETHODNO PRIOPĆENJE

U članku se opisuju rezultati statičkih analiza (izmjenični tokovi snaga, analize sigurnosti prema $n-1$ kriteriju) priključka generatora HE Zakučac na EES (prijenosnu mrežu) nakon rekonstrukcije, modernizacije i obnove hidroelektrane koja se priprema. Analize su provedene u više mogućih varijanti priključka generatora HE Zakučac na pojedine naponske razine (220 kV i 110 kV). Rješenje priključka promatrano je s aspekta sigurnosti plasmana proizvodnje u mrežu te mogućnosti sudjelovanja generatora u usluzi regulacije jalove snage i napona.

Ključne riječi: analize sigurnosti, regulacija jalove snage i napona, rekonstrukcija, statičke analize

1 UVOD

Izvedena koncepcija vodoprivrednog i energetskeg iskorištenja šireg sliva rijeke Cetine rezultirala je izgradnjom nekoliko značajnih višenamjenskih proizvodnih objekata i postrojenja te pripadnih akumulacijskih jezera u vodotoku rijeke Cetine za potrebe EES-a Hrvatske [1]. Najznačajnija od njih svakako je HE Zakučac u kojoj se iskorištava najveći dio energetskeg potencijala rijeke Cetine. Preostali energetskeg potencijal iskorištava se u HE Peruča, HE Orlovac, RHE Buško Blato, HE Đale i HE Kraljevac.

Budući da je gradnja navedenih hidroelektrana ostvarena u razdoblju između 1912. godine (HE Kraljevac) i 1989. godine (HE Đale) neka postrojenja nužno je rekonstruirati, modernizirati i obnoviti. Trenutačno se rekonstruiraju, moderniziraju i obnavljaju HE Peruča i HE Zakučac. HE Zakučac će nakon obnove biti opremljena predvidivo s četiri generatora 135 MW (ukupno 540 MW), a HE Peruča s dva generatora 30,6 MW (ukupno 61,2 MW) [2].

Hidroelektrane na Cetini su priključene na elektroenergetski sustav RH dalekovodima 220 kV i 110 kV naponske razine. Njihova proizvodnja (snaga i energija) ovisna je o raspoloživosti vode i potrebama elektroenergetskog sustava. Radne točke agregata u hidroelektranama trebaju biti definirane tako da se postigne optimalno iskorištavanje raspoložive vode u razmatranom vremenskom horizontu.

Na osnovi dispečerskih iskustava može se konstatirati da priključak pojedinih hidroelektrana (Zakučac, Đale) u pojedinim mogućim pogonskim stanjima ne omogućava

siguran plasman ukupne snage (proizvodnje) hidroelektrane. Glavni uzrok tomu su promijenjene elektroenergetske okolnosti u odnosu na stanje kada je priključak izveden (HE Zakučac), ali i sama koncepcija priključka (HE Đale).

U nastavku se opisuje postojeće rješenje priključka HE Zakučac na EES (prijenosnu mrežu), model EES-a na kojemu su obavljena ispitivanja tokova snaga i ($n-1$) sigurnosti, varijante proračuna, rezultati ispitivanja, određuju se potrebna pojačanja mreže i uspoređuju procijenjene investicije u mrežu nužne za siguran plasman proizvodnje HE Zakučac.

2 POSTOJEĆE RJEŠENJE PRIKLJUČKA HE ZAKUČAC NA EES

HE Zakučac se trenutačno sastoji od četiri glavne proizvodne jedinice ukupne nazivne snage glavnih generatora 540 MVA. Nazivna snaga dva agregata iznosi 2x120 MVA (HE Zakučac 1), a preostala dva 2x150 MVA (HE Zakučac 2). Instalirana djelatna snaga generatora grupe 2x120 MVA iznosi 2x108 MW, a grupe 2x150 MVA iznosi 2x135 MW, što daje ukupnu instaliranu djelatnu snagu hidroelektrane od 486 MW. Nazivni faktor snage svih generatora iznosi $\cos \varphi = 0,9$.

Dva su generatora, po jedan iz svake grupe agregata (120 MVA + 150 MVA), priključena na 110 kV naponsku razinu, a preostala dva agregata na 220 kV naponsku razinu (slika 1). Nazivni napon svih generatora iznosi 16 kV, a sa sabirnicama 110 kV, odnosno 220 kV povezani su blok transformatorima prijenosnih omjera 16/121 kV i 16/242

Tablica 1 - Osnovni podaci prikljuckih dalekovoda HE Zakučac

Dalekovod	Duljina (km)	Materijal i presjek vodiča	Nazivna (termička) struja (A)*	Godina izgradnje
220 kV				
HE Zakučac – TS Konjsko	24,8	Al/Č 360/57 mm ²	800 (720 A ^{***})	1961.
HE Zakučac – TS Bilice	75	Al/Č 360/57 mm ²	800 (780 A ^{***})	1961.
HE Zakučac – TS Mostar	99,3	Al/Č 360/57 mm ²	800 (780 A ^{***})	1957.
110 kV				
HE Zakučac – TS Meterize 1**	20	Al/Č 240/40 mm ²	645	1985.
HE Zakučac – TS Meterize 2**	20	Al/Č 240/40 mm ²	645	1985.
HE Zakučac – TS Meterize 3	18,5	Al/Č 150/25 mm ²	400	1957.
HE Zakučac – TS Dugi Rat 1	5,2	Cu 95 mm ² Al/Č 150/25 mm ² Al/Č 240/40 mm ²	380	1961./80./89.
HE Zakučac – TS Dugi Rat 2	5	Al/Č 240/40 mm ²	645	1971.
HE Zakučac – TS Kraljevac 1**	14,9	Al/Č 240/40 mm ²	645	1990.
HE Zakučac – TS Kraljevac 2**	14,9	Al/Č 240/40 mm ²	645	1990.

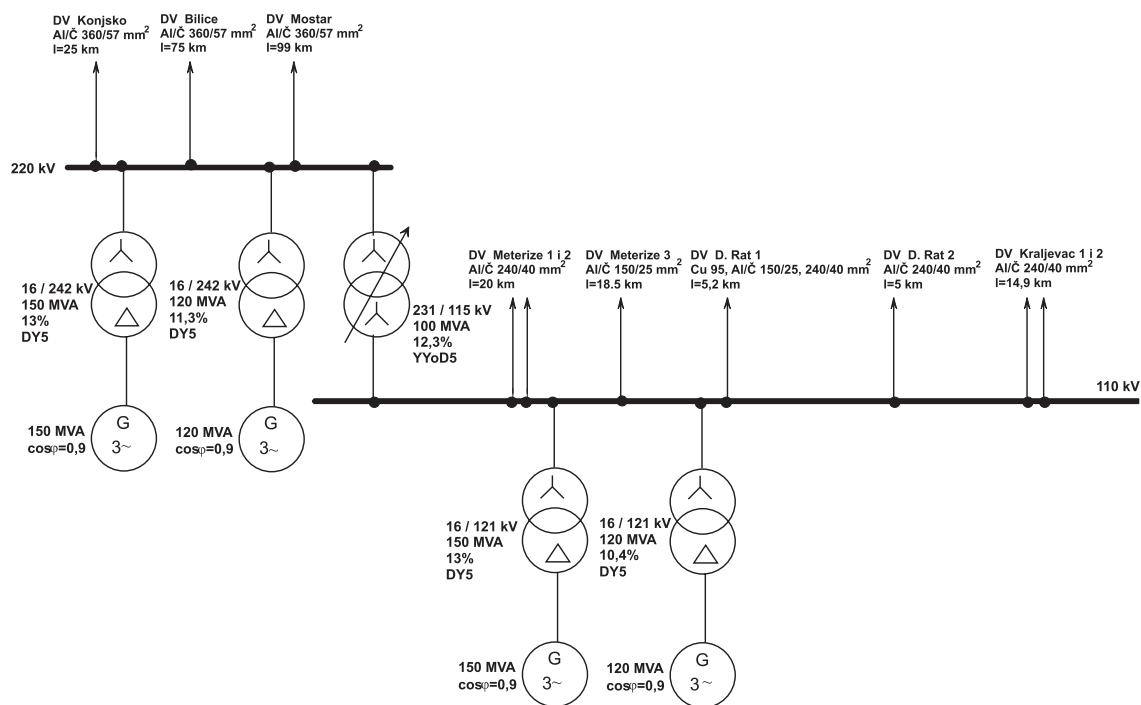
* podaci PrP Split

** trojka dvosistemskog voda

*** prema aktualnom podešenju zaštite

kV. Blok transformatori nisu izvedeni kao regulacijski, odnosno ne postoji mogućnost promjene prijenosnog omjera blok transformatora. Dozvoljena odstupanja napona generatora kreću se u rasponu $-5\% U_n$ do $+10\% U_n$ za sve generatore. Između sabirnica 220 kV i 110 kV nalazi se mrežni transformator (tri jednofazna transformatora snage $3 \times 33,3$ MVA) ukupne snage 100 MVA. Prijenosni omjer mrežnog transformatora u HE Zakučac iznosi 231/115/10,5

kV, uz mogućnost automatske regulacije prijenosnog omjera s ± 12 regulacijskih stupnjeva i 1,35 %-nu promjenu napona po svakom regulacijskom stupnju (ukupan opseg regulacije iznosi $\pm 16,2\%$). Regulacijska preklapka se nalazi na 110 kV strani. U praksi se ne koristi automatska regulacija, a preklapka je blokirana u srednjem položaju (231/115 kV).



Slika 1 - Osnovna jednopolna shema postrojenja HE Zakučac

Postrojenje 220 kV povezano je s ostatkom EES-a preko tri dalekovoda (Konjsko, Bilice, Mostar) duljina 25 km, 75 km te 99 km redom. Svi vodiči izvedeni su od Al/Č 360/57 mm² dozvoljene maksimalne struje u normalnom pogonu $I_{max} = 720$ do 800 A (prema podešenju zaštite). Izuzev dva generatorska polja te spojnog i mjernog polja, postrojenje se sastoji još od sedam 220 kV polja od kojih su četiri polja rezervna. Osnovne podatke priključnih 220 kV dalekovoda HE Zakućac prikazuje tablica 1.

Postrojenje 110 kV povezano je s ostatkom EES-a preko sedam dalekovoda (Meterize – dva DV, Dugi Rat – dva DV, Kraljevac) dužina 20/18,5 km, 5 km te 15 km redom, od kojih su dva dalekovoda (Meterize, Kraljevac) dvosistemska. Većina priključnih DV 110 kV izvedeno je vodičima standardnog presjeka Al/Č 240/40 mm², dozvoljene maksimalne struje u normalnom pogonu $I_{max} = 645$ A, osim jednosistemske voda prema TS Metrice (Al/Č 150/25 mm², $I_{max} = 400$ A) i dionice jednog voda prema TS Dugi Rat (Cu 95 mm², Al/Č 150/25 mm², $I_{max} = 380$ A). Izuzev dva generatorska polja te spojnog i mjernog polja, postrojenje se sastoji još od osam 110 kV polja od kojih je jedno polje rezervno.

Dozvoljena termička struja za određeni tip i presjek vodiča definira se za temperaturu okoline od +40 °C, kao najveća dozvoljena struja koja trajno može teći vodom, a da budu zadovoljeni sigurnosni propisi o dozvoljenom provjesu vodiča i ne budu ugroženi vodiči prekomjernim zagrijavanjem. Stvarno zagrijavanje vodiča i njegov provjes ovise i o klimatskim uvjetima (temperatura okoline, smjer i brzina vjetera, i dr.) i stanju vodiča (dosadašnji pogon, naprezanja zbog leda i dr.) pa se u svijetu sve više koristi postupak dinamičkog određivanja termičke struje, odnosno prijenosne moći, kao vremenski promjenljive maksimalne struje koja trajno može teći kroz vodič. Osim toga potrebno je istaknuti da se pri prolazu struje veće od maksimalno dozvoljene trajne vrijednosti vodič neće odmah zagrijati iznad maksimalno dozvoljene temperature, pa se često definira i maksimalna struja koja kratkotrajno može preopteretiti vodič, najčešće u rasponu do 0,5 do 2 h. Kratkotrajno dozvoljena maksimalna struja veća je za 10 % - 20 % u odnosu na termičke vrijednosti. U HOPS-

u se koristi samo jedna vrijednost (I_{max} , I_t) za dozvoljena trajna opterećenja voda bez obzira na temperaturu okoline, klimatske uvjete i trasu vodiča, pa se u provedenim analizama poštivao taj princip.

Statističku neraspoloživost (h/godišnje) i vjerojatnost ispada (%/godišnje) priključnih dalekovoda HE Zakućac prikazuju tablice 2 i 3, a ukupan broj zastoja tih vodova (1/godišnje) tablica 4 [3]. Podaci navedeni u tablici 2 odnose se na prisilne i planirane zastoje pa je vjerojatnost ispada veća nego što bi bila da se promatraju samo prisilni zastoji što je slučaj prikazan u tablici 3.

Ukupna prosječna neraspoloživost u razdoblju od 1995. do 2001. priključnih 220 kV vodova HE Zakućac kretala se između 4,4 % (Zakućac – Konjsko) do 5,1 % (Zakućac – Mostar i Zakućac – Bilice). Ukupna prosječna neraspoloživost tih vodova radi prisilnih zastoja (slučajni ispadi) iznosila je između 0,8 % (Zakućac – Konjsko i Zakućac – Bilice) te 1,4 % (Zakućac – Mostar). Ukupna prosječna neraspoloživost u razdoblju od 1995. do 2001. priključnih 110 kV vodova HE Zakućac kretala se između 0,4 % (Zakućac – Kraljevac 1) do 2,2 % (Zakućac – Meterize 3). Ukupna prosječna neraspoloživost tih vodova radi prisilnih zastoja (slučajni ispadi) iznosila je između 0 % (Zakućac – Kraljevac) te 1,4 % (Zakućac – Meterize 3). Osim ukupnog vremena unutar koje je neki vod neraspoloživ, važan podatak za ocjenu pouzdanosti voda je i broj njegovih ispada. Općenito možemo zaključiti da pouzdanost priključnih vodova svih HE na Cetini karakteriziraju mala vremena neraspoloživosti vodova, ali povećani broj ispada (starost, nepovoljni klimatski uvjeti).

Promatrajući podatke iz tablica 2 do 4 možemo primijetiti generalno visoku raspoloživost priključnih 220 kV i 110 kV vodova HE Zakućac s obzirom na prisilne zastoje, promatrano u 6-godišnjem razdoblju do 2001. godine, ali relativno veliki prosječni broj ispada godišnje. Planirani zastoji pri tom nisu od presudnog značenja budući da će se takvi zastoji planirati onda kada se ne predviđa visok angažman relevantne hidroelektrane pa neće doći do preljeva vode radi nemogućnosti mreže da preuzme proizvodnju hidroelektrane.

Tablica 2 - Neraspoloživost priključnih vodova HE Zakućac radi prisilnih i planiranih zastoja

	NERASPOLOŽIVOST VODOVA RADI PRISILNIH ZASTOJA														
	2001.		2000.		1999.		1998.		1997.		1996.		1995.		%/god.
	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	
220 kV															
Zakućac-Mostar	69,7	0,8	28,80	0,3	16,0	0,2	0,2	0,0	80,8	0,9	86,6	1,0	554,9	6,3	1,4
Zakućac-Bilice	82,9	0,9	59,00	0,7	50,3	0,6	13,5	0,2	21	0,2	0,6	0,0	273,1	3,1	0,8
Zakućac-Konjsko	73,3	0,8	80,40	0,9	7,5	0,1	0	0,0	2,2	0,0	0	0,0	329,6	3,8	0,8
Orlovac-Konjsko 1	0,3	0,0	7,10	0,1	11,9	0,1	5,8	0,1	0,4	0,0	76	0,9	1,3	0,0	0,2
Orlovac-Konjsko 2	28,3	0,3	31,40	0,4	7,0	0,1	7,5	0,1	0,3	0,0	2,4	0,0	1,2	0,0	0,1
110 kV															
Zakućac-Meterize 1	58,7	0,7	39,2	0,4	8,3	0,1	0	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	148,1	1,7	0,4
Zakućac-Meterize 2	34,4	0,4	39	0,4	10,6	0,1	0,1	0,0	4,9	0,1	0	0,0	0,6	0,0	0,1
Zakućac-Meterize 3	166,4	1,9	87,7	1,0	247,7	2,8	0,1	0,0	145,3	1,7	18,3	0,2	173,8	2,0	1,4
Zakućac-D. Rat 1	8,3	0,1	25,4	0,3	0,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0	0,0	2,6	0,0	0,1
Zakućac-D. Rat 2	26,7	0,3	62,9	0,7	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0	0,0	1,7	0,0	0,2
Zakućac-Kraljevac 1	1,7	0,0	0,3	0,0	0,6	0,0	0	0,0	0,3	0,0	0	0,0	0,9	0,0	0,0
Zakućac-Kraljevac 2	0,0	0,0	336,6	3,8	0,6	0,0	0	0,0	0,1	0,0	0	0,0	1,3	0,0	0,6

Tablica 3 - Neraspolozivost prikljucnih vodova HE Zakućac radi prisilnih zastoja

NERASPOLOŽIVOST VODOVA RADI PRISILNIH I PLANIRANIH ZASTOJA															
	2001.		2000.		1999.		1998.		1997.		1996.		1995.		PROSJEK
220 kV	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	h/god	%/kom god	%/god.
Zakućac-Mostar	82,4	0,9	109,6	1,3	39,90	0,5	43,7	0,5	209	2,4	2069	23,6	554,9	6,3	5,1
Zakućac-Bilice	90,4	1,0	368,9	4,2	89,10	1,0	18,6	0,2	53	0,6	2097,9	23,9	404,3	4,6	5,1
Zakućac-Konjsko	117,1	1,3	148,3	1,7	14,9	0,2	32,7	0,4	32,4	0,4	2033,2	23,2	333,4	3,8	4,4
Orlovac-Konjsko 1	13,1	0,1	257,9	2,9	238,6	2,7	91,6	1,0	266	3,0	81,8	0,9	709,1	8,1	2,7
Orlovac-Konjsko 2	38,8	0,4	280,7	3,2	172,7	2,0	780,1	8,9	266	3,0	10,3	0,1	37,8	0,4	2,6
110 kV															
Zakućac-Meterize 1	188,4	2,2	85,1	1,0	39,3	0,4	16	0,2	292,9	3,3	23,4	0,3	346,7	4,0	1,6
Zakućac-Meterize 2	151,9	1,7	108,1	1,2	96,7	1,1	12,4	0,1	142,4	1,6	24,9	0,3	65	0,7	1,0
Zakućac-Meterize 3	196,1	2,2	173,1	2,0	293,3	3,3	4,8	0,1	349,6	4,0	60,3	0,7	266,1	3,0	2,2
Zakućac-D. Rat 1	239,2	2,7	80,2	0,9	6,3	0,1	15,6	0,2	78,8	0,9	45,3	0,5	49,6	0,6	0,8
Zakućac-D. Rat 2	42,5	0,5	165,4	1,9	11,6	0,1	7,3	0,1	110,8	1,3	39,4	0,4	90,8	1,0	0,8
Zakućac-Kraljevac 1	21,1	0,2	64,6	0,7	5,5	0,1	4,3	0,0	109,6	1,3	43,7	0,5	22,9	0,3	0,4
Zakućac-Kraljevac 2	3,0	0,0	410,7	4,7	4,4	0,1	38,4	0,4	193,7	2,2	53,6	0,6	12,6	0,1	1,2

Tablica 4 - Ukupan broj prisilnih i planiranih zastoja prikljucnih vodova HE Zakućac

UKUPAN BROJ PRISILNIH I PLANIRANIH ZASTOJA VODOVA											
	2001.		2000.		1999.		1998.		1995.		PROSJEK
220 kV	l/god	l/god	l/god	l/god	l/god	l/god	l/god	l/god	l/god	l/god	
Zakućac-Mostar	14	32	25	16	21	10	6	18			
Zakućac-Bilice	19	18	15	15	9	14	17	15			
Zakućac-Konjsko	15	12	3	8	11	4	10	9			
Orlovac-Konjsko 1	5	7	12	9	3	4	7	7			
Orlovac-Konjsko 2	4	9	11	10	3	4	5	7			
110 kV											
Zakućac-Meterize 1	21	21	12	6	9	4	12	12			
Zakućac-Meterize 2	17	22	18	6	9	4	12	13			
Zakućac-Meterize 3	20	28	18	5	16	10	21	17			
Zakućac-D. Rat 1	5	13	4	5	7	5	15	8			
Zakućac-D. Rat 2	10	15	2	6	4	5	13	8			
Zakućac-Kraljevac 1	13	9	7	3	4	4	8	7			
Zakućac-Kraljevac 2	2	12	7	4	6	6	7	6			

U tablici 1 navedene su godine ulaska u pogon prikljucnih vodova HE Zakućac. Prema [4] očekivana životna dob električkih komponenti nadzemnih vodova iznosi 46 ± 15 godina. U odnosu na očekivanu životnu dob električkih komponenti primjećujemo da je vodu 220 kV Zakućac – Mostar 2003. godine istekla očekivana životna dob, isto kao i 110 kV vodu Zakućac – Meterize 3. Korelacija između starosti voda i prosječne nerasploživosti vidljiva je iz tablica 2 i 3 budući da upravo ovi vodovi imaju najveće nerasploživosti radi prisilnih i planiranih zastoja. U 2007. godini očekivana životna dob istječe vodovima 220 kV Zakućac – Bilice i Zakućac – Konjsko te vodu 110 kV Zakućac – D. Rat. Bitan vod za plasman proizvodnje HE Zakućac je i DV 2x110 kV Meterize – Vrboran sagrađen 1969. godine (istek očekivane životne dobi 2015. godine).

Transformator 220/110 kV u HE Zakućac pušten je u pogon 1961. godine pa uz očekivanu životnu dob od 42 godine [4] možemo izračunati da se 2003. godine i on nalazio na kraju očekivane životne dobi.

Iako je prosječna raspoloživost svih prikljucnih dalekovoda HE Zakućac u razdoblju od 1995. do 2001. godine bila relativno visoka, možemo očekivati povećanu nerasploživost vodova kojima istječe ili se nalaze blizu očekivane životne dobi (svi 220 kV vodovi, DV 110 kV Zakućac – Meterize, DV 110 kV Zakućac – Dugi Rat 1).

Tijekom 2001. godine u HEP – Direkcija za prijenos sastavljeno je izvješće o stanju VN postrojenja u njihovoj nadležnosti [5]. Objekti prijenosne mreže, kandidati za zamjene i rekonstrukcije (ZiR), svrstani su u tri grupe prioriteta (P1, P2 i P3) pri čemu grupa P1 predstavlja objekte s visokom (trenutnom) potrebom ulaganja u zamjene i rekonstrukcije. U svezi s prikljucnim dalekovodima HE Zakućac procijenjeno je slijedeće:

- DV 110 kV Zakućac – Meterize 3 svrstan je u najvišu grupu prioriteta za ZiR (P1) s procjenom ukupnog ulaganja u zamjene stupova i vodiča u iznosu od 700 000 €.
- DV 220 kV Zakućac – Mostar, DV 220 kV Zakućac – Bilice i DV 220 kV Zakućac – Konjsko svrstani su u srednju grupu prioriteta (P2) s potrebom ulaganja 863 000 € u zamjenu zaštitnog užeta i vodiča na DV Zakućac – Mostar, 350 000 € u zamjenu porculanskih izolatora na vodu Zakućac – Bilice te 50 000 € u zamjenu porculanskih izolatora na vodu Zakućac – Konjsko.
- DV 110 kV Zakućac – Dugi Rat 1, DV 2x110 kV Zakućac – Meterize i DV 2x110 kV Zakućac – Kraljevac svrstani su u srednju grupu prioriteta (P2) za ZiR sa ulaganjima u iznosu od 313 000 € u zamjene zaštitnog užeta, vodiča i porculanskih izolatora na vodu prema Dugom Ratu, 125 000 € u zamjene zaštitnog užeta i vodiča na vodu prema Meterizama, te isti iznos u istu svrhu za vod prema Kraljevcu.

Osim prikljucnih vodova u istom je izvješću sagledano i stanje obližnjih postrojenja 110 kV. Potreba potpune rekonstrukcije sabirničkih sustava 110 kV (bitnih za plasman proizvodnje HE Zakućac) predviđena je u slučajevima TS 110/35 kV Kraljevac (izgrađena 1955. godine) i TS 110/35 kV Meterize (izgrađena 1955. godine), dok je za 110 kV sabirnički sustav TS 110/35 kV Dugi Rat (izgrađen 1955. godine) napomenuta potreba rekonstrukcije jednog dijela postrojenja (preostali dio je rekonstruiran 2000. godine).

3 MODEL EES RH I SUSJEDNIH SUSTAVA

3.1 Postavljanje modela i verifikacija

EES Hrvatske u baznom pogonskom stanju modeliran je u PSS/E formatu, kao dio cjelokupne mreže UCTE. Model se sastoji od 400 kV, 220 kV i 110 kV vodova i transformatora koji povezuju različite naponske razine. Elektrane su modelirane kao grupe generatora i blok transformatora, pri čemu su generatorske sabirnice modelirane kao PV čvorovi. Tereti su modelirani na 110 kV naponskoj razini, a čvorovi tereta modelirani su kao čvorovi konstantne snage (PQ čvorovi).

Detaljno modelirana prijenosna mreža Hrvatske elektroprivrede smještena je unutar sveobuhvatnog modela cijelog UCTE sustava od Portugala do Grčke s naponskim razinama 400 kV i 220 kV. Cjelokupni model UCTE-a korišten u ovoj analizi sastoji se od 3 276 sabirnica, 4 885 grana, 822 agregata i 1 641 opterećenja. Modelirane su 23 europske države ukupnog djelatnog opterećenja 277 588 MW. Mreža većeg dijela UCTE sustava modelirana je prema službenim podacima i godišnjim izvješćima UCTE-a.

Postavljanje i verifikacija modela EES-a Hrvatske izvršeni su s obzirom na zabilježeno pogonsko stanje (bazno stanje) karakteristično po maksimalnom opterećenju EES-a za studeni 2002. godine. Prema podacima iz HOPS-a, preuzetim iz programskog sustava DAM (Dispečerska analiza mreža), maksimalno opterećenje u studenom 2002. godine odnosi se na datum 8. 11. u 17³⁰ h. Ukupno opterećenje EES-a tada je iznosilo 2 259 MW u sumarnom izvješću, odnosno 2 241 MW kao suma opterećenja čvorova u proračunu tokova snaga. Bilanca EES-a Hrvatske u promatranom stanju 2002-11-08 bila je sljedeća:

Proizvodnja	2 098 MW
Opterećenje	2 259 MW
Gubici	36 MW
Uvoz	99 MW

Razmjene sa susjednim sustavima bile su kako slijedi:

UCTE		BiH	
Uvoz	865 MW	Uvoz	193 MW
Izvoz	789 MW	Izvoz	70 MW
Razmjena	76 MW	Razmjena	123 MW

U razmatranom pogonskom stanju u pogonu je bio jedan agregat HE Zakućac 1 i davao je 82 MW u mrežu. Oba agregata HE Zakućac 2 bila su angažirana s ukupno 214 MW (96 MW + 118 MW). HE Orlovac je davala 146 MW, HE Peruća 19 MW, HE Đale 23 MW a HE Kraljevac 2 MW. Ukupan angažman HE na Cetini iznosio je 486 MW. EES Hrvatske nije preuzimao proizvodnju NE Krško.

Verifikacija modela izvršena je usporedbom rezultata proračuna tokova snaga na modelu za studeni 2002. godine i rezultata tokova snaga za 2002-11-08T17:30 (DAM). Najveća se odstupanja tokova djelatne snage kreću u granicama do 27 MW na interkonektivnim vodovima (DV 400 kV Melina – Divača), odnosno u granicama do

24 MW na internim 400 kV vodovima (Melina – RHE Velebit), do 7 MW na internim 220 kV vodovima (Mraclin – Sisak, Melina – Pehlin 1), te do oko 6 MW na 110 kV vodovima. Najveća odstupanja tokova djelatne snage kroz transformatore 400/x i 220/x kV kreću se u granicama do 14 MW (TS 400/110 kV RHE Velebit). Razlike između estimiranih i izračunatih vrijednosti napona kreću se u granicama do 4 kV u 400 kV mreži (RHE Velebit) te do 1 kV u 110 kV mreži.

Na osnovi usporedbe tokova snaga ocijenjeno je da model zadovoljava za obavljanje analiza čiji su rezultati opisani u nastavku. Svi modeli na kojima se dalje obavljaju analize izvedeni su iz opisanog modela.

3.2 Varijante proračuna

Proračuni su izvršeni za više varijanti stanja EES-a Hrvatske s obzirom na:

- Promatrani vremenski presjek*
2010. godina (novi agregati u HE Zakućac i HE Peruća).
- Opterećenje EES-a*
 - visoka zimska opterećenja ($P_{\max \text{ zima}}$),
 - niska zimska opterećenja ($P_{\min \text{ zima}}$),
 - visoka ljetna opterećenja ($P_{\max \text{ ljeto}}$),
 - niska ljetna opterećenja ($P_{\min \text{ ljeto}}$),
- Angažman HE na Cetini*
 - karakterističan angažman u stanju ekstremno vlažne hidrologije,
 - maksimalan angažman svih HE na Cetini,
 - maksimalan angažman HE Zakućac u odnosu na angažman zadan pod 3a.
- Priključak generatora HE Zakućac nakon rekonstrukcije*
 - dva generatora priključena na 220 kV, dva generatora na 110 kV naponsku razinu,
 - tri generatora priključena na 220 kV, jedan generator na 110 kV naponsku razinu,
 - sva četiri generatora priključena na 220 kV naponsku razinu.

Daljnje varijante proračuna vezane su za raspoloživost pojedinih grana EES-a (posebno priključnih vodova HE Zakućac). S obzirom na raspoloživost grana EES-a razmatraju se sljedeća stanja:

- sve grane prijenosne mreže raspoložive (n)
- jedna grana mreže nerasploživa ($n-1$)

Nadalje je pretpostavljeno sljedeće:

Vršno opterećenje za 2010. godinu nastupa zimi i iznosi 3 171 MW [6].

- razina niskog zimskog opterećenja u 2010. godini iznosi 60 % maksimalnog zimskog opterećenja,
- razina visokog ljetnog opterećenja u 2010. godini iznosi 90 % maksimalnog zimskog opterećenja,
- razina niskog ljetnog opterećenja u 2010. godini iznosi 40 % maksimalnog zimskog opterećenja.

Angažmani HE na Cetini za razmatrane varijante proračuna prikazani su tablicama 5 i 6. Inicijalno stanje odnosi

se na karakterističan angažman pri ekstremno vlažnoj hidrologiji.

Pretpostavka autora je da se ukupna snaga hidroelektrana na Cetini, ovisno o njihovom angažmanu, raspoređuje na pojedine agregate kako je prikazano tablicama 7 i 8. U tablicama se također nalaze podaci o maksimalnoj (naduzbuda) i minimalnoj (poduzbuda) jalovoj snazi koju svaki pojedinačni agregat može dati za zadanu razinu djelatne snage pri nominalnom naponu na generatorskim sabirnicama, a prema pogonskim kartama generatora. Tamo gdje je to poznato modelirana su aktualna podešenja limitera poduzbude (HE Zakućac 2, HE Peruća, HE Đale, HE Kraljevac). Maksimalna jalova snaga u naduzbudi pri maksimalnoj djelatnoj snazi generatora ograničena je na iznose do $0,9 Q_{\max}$ budući da se strojevi u praksi nikada ne opterećuju prividnom snagom.

Tablica 5 - Angažman HE na Cetini u inicijalnom stanju i maksimalan angažman 2010. godine

HE	Angažman (MW)	
	Inicijalno	Maksimalno
Peruća	35	61,2
Orlovac	210	237
Zakućac	430	540
Kraljevac	17	41,6
Đale	35	40,8
UKUPNO	727	920,6

Tablica 6 - Pojedinačan maksimalan angažman HE na Cetini 2010. godine

HE	Angažman (MW)				
	1	2	3	4	5
Peruća	61,2	35	35	35	35
Orlovac	210	237	210	210	210
Zakućac	430	430	540	430	430
Kraljevac	17	17	17	41,6	17
Đale	35	35	35	35	40,8
UKUPNO	753,2	754	837	751,6	732,8

Tablica 7 - Raspodjela ukupne snage hidroelektrana na Cetini na pojedine agregate i granice angažmana jalove snage za inicijalan angažman 2010. godine (727 MW ukupno)

HE	Generator	P (MW)	Q_{\max} (Mvar)	Q_{\min} (Mvar)
Peruća 35 MW	g1 (34 MVA)	17,5	20	-25
	g2 (34 MVA)	17,5	20	-25
Orlovac 210 MW	g1 (83 MVA)	70	30	-40
	g2 (83 MVA)	70	30	-40
	g3 (83 MVA)	70	30	-40
Zakućac 110 215 MW	g1 (170MVA)	107,5	119	-127
	g3 (150MVA)	107,5	77	-18
Zakućac 220 215 MW	g2 (170 MVA)	107,5	119	-127
	g4 (150 MVA)	107,5	77	-18
Kraljevac 17 MW	g1 (26 MVA)	17	16	0
	g2 (26 MVA)	0	-	-
Đale 35 MW	g1 (24 MVA)	17,5	13	-6
	g2 (24 MVA)	17,5	13	-6

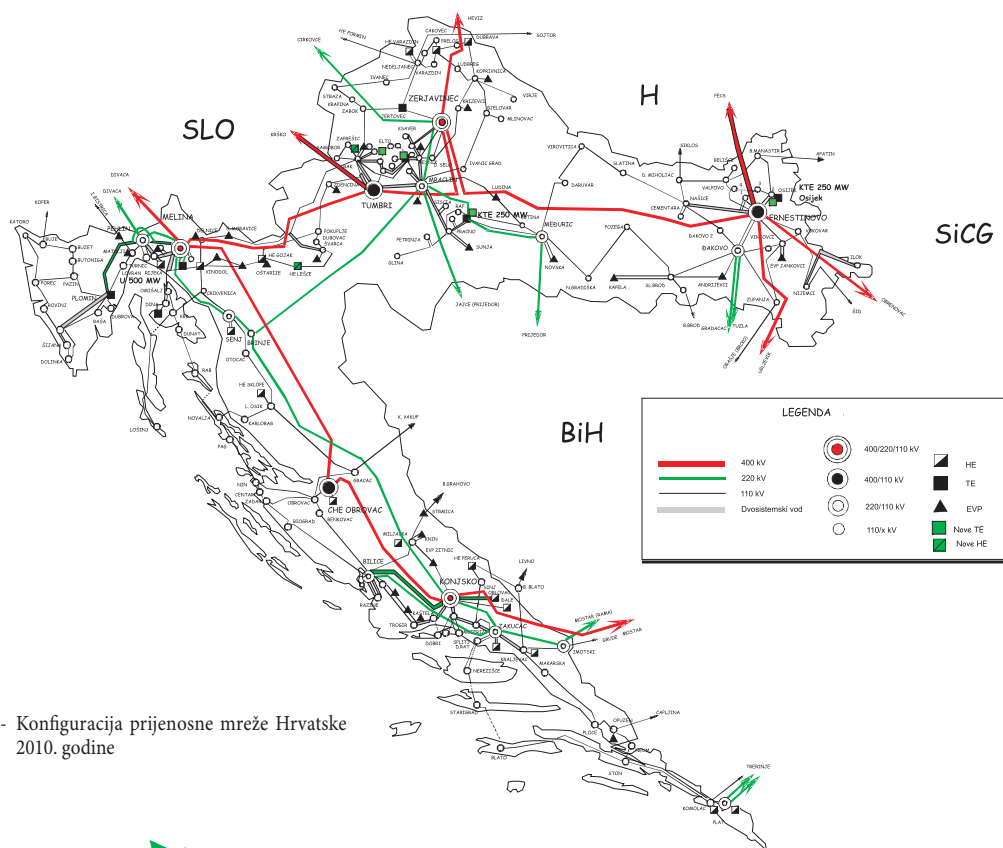
Tablica 8 - Raspodjela ukupne snage hidroelektrana na Cetini na pojedine agregate i granice angažmana jalove snage za maksimalan angažman 2010. (920,6 MW ukupno)

HE	Generator	P (MW)	Q_{\max} (Mvar)	Q_{\min} (Mvar)
Peruća 35 MW	g1 (34 MVA)	30,6	13	-13
	g2 (34 MVA)	30,6	13	-13
Orlovac 210 MW	g1 (83 MVA)	79	23	-22
	g2 (83 MVA)	79	23	-22
	g3 (83 MVA)	79	23	-22
Zakućac 110 215 MW	g1 (170MVA)	135	99	-92
	g3 (150MVA)	135	59	-18
Zakućac 220 215 MW	g2 (170 MVA)	135	99	-92
	g4 (150 MVA)	135	59	-18
Kraljevac 17 MW	g1 (26 MVA)	20,8	14	0
	g2 (26 MVA)	20,8	14	0
Đale 35 MW	g1 (24 MVA)	20,4	11	-6
	g2 (24 MVA)	20,4	11	-6

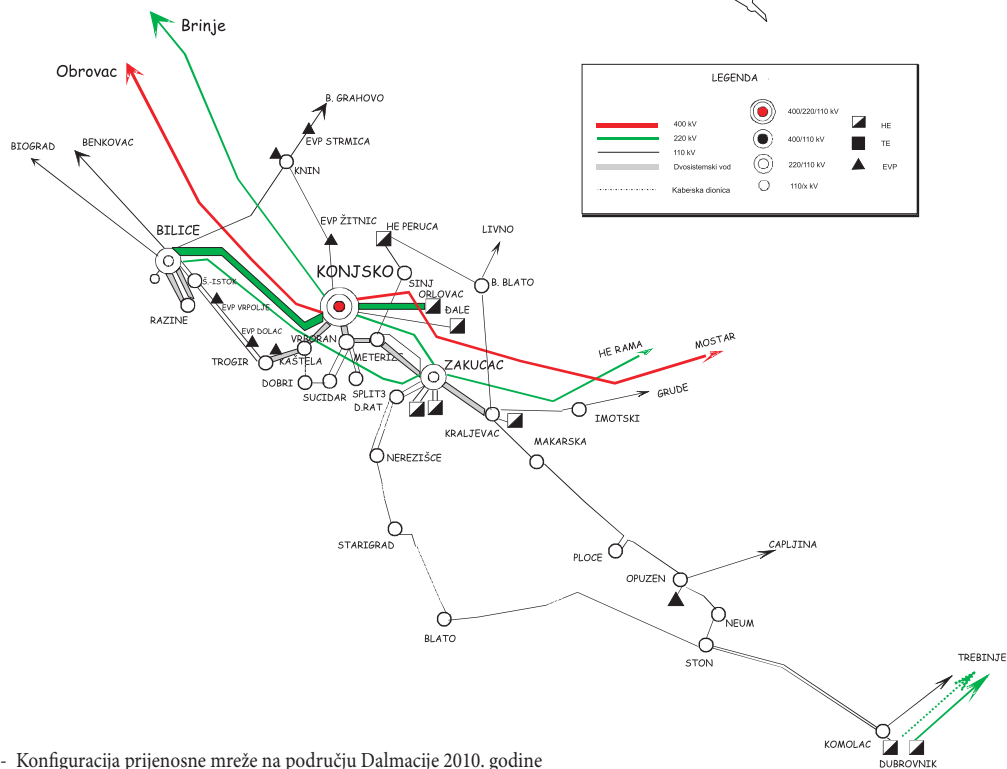
3.3 Opis modela

Modeli EES-a Hrvatske za visoka i niska zimska i ljetna opterećenja 2010. godine temelje se na istraživanjima provedenim u dosadašnjim studijama razvoja prijenosne mreže. Karakteristike modela su sljedeće: opterećenja čvorova u EES-u Hrvatske modelirana su na 110 kV naponskoj razini, EES Hrvatske uravnotežen osim u stanju niskih ljetnih opterećenja i maksimalne proizvodnje HE na Cetini kada se izvozi 130 MW u Sloveniju, vršno opterećenje EES-a u iznosu od $P_{\max \text{ zima } 2010} = 3 \text{ 171 MW}$, smanjenje opterećenja za 40 % na modelu niskog zimskog opterećenja ($P_{\min \text{ zima } 2010} = 1 \text{ 903 MW}$) u odnosu na model visokog zimskog opterećenja (raspodijeljen proporcionalno na čvorove 110 kV), smanjenje opterećenja za 10 % na modelu visokog ljetnog opterećenja ($P_{\max \text{ ljeto } 2010} = 2 \text{ 854 MW}$) u odnosu na model visokog zimskog opterećenja (raspodijeljen proporcionalno na čvorove 110 kV), smanjenje opterećenja za 60 % na modelu niskog ljetnog opterećenja ($P_{\min \text{ ljeto } 2010} = 1 \text{ 268 MW}$) u odnosu na model visokog zimskog opterećenja (raspodijeljen proporcionalno na čvorove 110 kV), EES Hrvatske preuzima polovicu proizvodnje NE Krško (338 MW) što vrijedi i za zimska i za ljetna opterećenja, u EES-u Hrvatske nove KTE snage 250 MW na lokacijama postojećih TE Sisak te TETO i PTE Osijek, u pogonu novi interkonektivni vod 2x400 kV prema Pečuhu, susjedni EES modelirani prema [7]. Modeliranu konfiguraciju EES-a Hrvatske prikazuje slika 2, a prijenosnu mrežu dijela Dalmacije slika 3. U razmatranom dijelu mreže do promatranog vremenskog presjeka u pogon ulaze:

- TS 110/10(20) kV Dobri (Split Centar),
- KB 110 kV Sućidar – Dobri,
- KB 110 kV Sućidar – Kaštela,
- 2xKB 110 kV Vrboran – Pujanke,
- 2xKB 110 kV Vrboran – Visoka,
- EVP Turnić, EVP Sadine,
- DV 110 kV Konjsko – Turnić – Knin.



Slika 2 - Konfiguracija prijenosne mreže Hrvatske 2010. godine



Slika 3 - Konfiguracija prijenosne mreže na području Dalmacije 2010. godine

U analizi niskih ljetnih opterećenja smanjuju se opterećenja u susjednoj BiH i Sloveniji, budući da tamošnje naponske prilike značajno utječu na situaciju u Hrvatskoj.

3.4 Kriteriji ispitivanja

Prijenosna mreža 110 kV, 220 kV i 400 kV Hrvatske elektroprivrede u stanjima karakterističnim po ekstremno vlažnoj hidrologiji (inicijalan angažman HE na Cetini i maksimalan angažman HE na Cetini), a u doba visokih i niskih zimskih i ljetnih opterećenja 2010. godine, ispitivana je uobičajenim kriterijem sigurnosti ($n-1$). Kriterij ($n-1$) kaže da u slučaju neraspoloživosti jedne grane sustava (vod, transformator, generator) mora biti zadovoljeno:

- 1 Opterećenja svih grana moraju ostati unutar dozvoljenih granica prema tablici 20 (termička opterećenja vodova, prividne snage transformatora).
- 2 Naponske prilike u svim čvorovima mreže moraju ostati unutar dozvoljenih granica:
 - 110 kV mreža: 99 kV – 123 kV
 - 220 kV mreža: 198 kV – 245 kV
 - 400 kV mreža: 380 kV – 420 kV
- 3 Ne smije doći do redukcije potrošnje.

U ispitivanjima ($n-1$) sigurnosti u obzir se ne uzimaju teži poremećaji kao što su višestruki ispadi sa zajedničkim povodom (ukoliko nisu uzrokovani ispravnim djelovanjem zaštite), gubitak obje trojke dvosistemskih vodova ili sabirnički kvarovi.

Kao dozvoljene granice opterećenja priključnih vodova HE na Cetini računato je s dozvoljenim termičkim opterećenjem vodova ukoliko aktualne zaštite nisu podešene na manje vrijednosti (primjer DV 220 kV Zakućac – Konjsko). Ispitivanja mreže s obzirom na naponske prilike provedena su na sljedeći način:

- inicijalno se pretpostavlja da su sve preklopke transformatora s mogućnošću promjene prijenosnog omjera u beznaponskom stanju (400/220 kV i 400/110 kV) u nultom položaju, isto kao i preklopke regulacijskih transformatora 220/110 kV,
- angažirana jalova snaga svih generatora određena je radi održanja nazivnog napona na generatorskim sabirnicama, unutar dozvoljenih granica određenih pogonskim kartama za određenu razinu angažmana djelatne snage (uključujući aktualna podešenja limitera poduzbude gdje je to poznato),
- hidroelektrane s mogućnošću rada u kompenzatorskom ili pumpnom pogonu (RHE Velebit, RHE Čapljina) inicijalno rade u generatorskom režimu ili su izvan pogona,
- u slučaju postizanja nedozvoljenih naponskih prilika u nekom čvoru razmatranog dijela EES-a promatra se utjecaj automatske regulacije transformatora 220/110 kV (Konjsko),

- ukoliko se automatskom regulacijom transformatora 220/110 kV ne mogu održati povoljne naponske prilike mijenja se prijenosni omjer transformatora 400/220 kV u TS Konjsko,
- ukoliko su naponske prilike i dalje nezadovoljavajuće angažira se RHE Velebit pa zatim RHE Čapljina u kompenzatorskom režimu rada,
- ukoliko se i tada ne postižu povoljne naponske prilike traži se Q/U usluga bliskih sinkronih generatora (Zakućac, Orlovac, Đale, Peruća i Kraljevac) unutar dozvoljenih granica prema pogonskim kartama.

4 TOKOVI SNAGA I ANALIZE SIGURNOSTI

4.1 Postojeće rješenje priključka HE Zakućac

Analize tokova snaga i naponskih prilika u slučaju postojećeg priključka dva agregata HE Zakućac na 110 kV naponsku razinu te dva agregata na 220 kV naponsku razinu nakon rekonstrukcije, za različita pogonska stanja ovisna o opterećenju EES-a (visoko/vršno zimsko i ljetno, te nisko/minimalno zimsko i ljetno opterećenje), angažmanu HE na Cetini (inicijalan, maksimalan angažman, pojedinačan maksimalan angažman) i raspoloživosti grana mreže (n raspoloživih grana, $n-1$ raspoloživih grana) ukazuju na sljedeće:

Plasman maksimalne proizvodnje HE Zakućac omogućen je ukoliko su raspoložive sve grane mreže.

Pri raspoloživosti svih grana mreže ne dolazi do slučajeva preopterećenja vodova i transformatora pri maksimalnom angažmanu HE Zakućac i ostalih HE na Cetini. Nepovoljne naponske okolnosti u mreži javljaju se za minimalna ljetna opterećenja kada možemo očekivati previsoke napone u mrežama sve tri naponske razine. Naponi se pogoršavaju u budućnosti (2010.) u odnosu na blisku prošlost (2003.) budući da je u pogon ušla 400 kV mreža BiH koja neopterećena dodatno kviri naponske prilike, a ovisno o tranzitima na širem području jugoistočne Europe.

Sigurnost plasmana snage HE Zakućac nije zadovoljavajuća.

Vezano za sigurnost plasmana proizvodnje prema ($n-1$) kriteriju analize pokazuju narušavanje istog vezano za plasman proizvodnje HE Zakućac.

Tablica 9 prikazuje zadovoljenje kriterija ($n-1$) u razmatranom dijelu mreže Dalmacije za analizirana pogonska stanja (isključujući ispad DV 110 kV HE Đale – Konjsko), a vezano za plasman proizvodnje HE Zakućac i ostalih HE na Cetini (promatran inicijalan i maksimalan angažman HE na Cetini).

U prvom stupcu tablice sa DA ili NE označeno je da li je razmatrani kriterij zadovoljen u analiziranom pogonskom stanju (DA) ili nije zadovoljen (NE). Ukoliko u prvom stupcu stoji da ($n-1$) kriterij nije zadovoljen, u drugom

koloni označeni su događaji koji uzrokuju nezadovoljenje razmatranog kriterija. Ovisno o razmatranom pogonskom stanju javlja se četiri kritična događaja:

- 1 Ispad jedne trojke DV 2x110 kV Meterize – Vrboran → dovodi do preopterećenja paralelne trojke.
- 2 Ispad jedne trojke DV 2x110 kV Zakučac – Meterize → dovodi do preopterećenja paralelnog jednosistemske voda Zakučac – Meterize 3.
- 3 Ispad DV 400 kV Konjsko – Obrovac → dovodi do preopterećenja 110 kV vodova vezanih za TS Bilice. Preopterećenje se rješava sekcioniranjem (odvajanjem) 110 kV mreže u TS Bilice.
- 4 Ispad DV 110 kV Zakučac – Dugi Rat 2 → dovodi do preopterećenja 110 kV voda Zakučac – Dugi Rat 1 (dionice Cu 95, Al/Č 150) u stanjima vršnog opterećenja 2010. godine, ukoliko je smanjen angažman generatora 1 HE Dubrovnik (priklučenog na 110 kV naponsku razinu).

Pogonska stanja u kojima je ograničen plasman razmatrane snage HE Zakučac radi lančanih preopterećenja u mreži prikazana su u trećoj koloni *italic* slovima. Ta pogonska stanja su sljedeća:

- 1 Minimalno zimsko opterećenje 2010. godine, maksimalan angažman HE na Cetini,
- 2 Minimalno ljetno opterećenje 2010. godine, maksimalan angažman HE na Cetini.

Problemi u svezi s plasmanom proizvodnje HE Zakučac javljaju se na tri grane mreže:

- 1 DV 2x110 kV Meterize – Vrboran
- 2 transformator 220/110 kV (100 MVA) HE Zakučac
- 3 DV 110 kV Zakučac – Meterize 3

Ovisno o angažiranoj snazi pojedinih agregata HE Zakučac i hidroelektrane u cjelini, opterećenju okolnih čvorova, angažmanu bliskih hidroelektrana i automatskoj regulaciji na transformatorima 220/110 kV u TS Konjsko, u pojedinim pogonskim stanjima može dolaziti do preopterećenja jedne trojke DV 2x110 kV Meterize – Vrboran pri ispadu paralelne trojke. Isključenje preopterećene trojke tog voda može dovesti do preopterećenja transformatora 220/110 kV u HE Zakučac, a njegovim isključenjem i do daljnjih

lančanih preopterećenja u mreži (DV Kraljevac – Imotski – Grude i dr.). Da bi se to spriječilo nužno je tada ograničiti proizvodnju agregata HE Zakučac priključenih na 110 kV naponsku razinu.

Tablica 10 prikazuje opterećenja DV 2x110 kV Meterize – Vrboran (u postocima od dozvoljene granice) pri raspoloživosti obje trojke (stupac 1), te raspoloživosti samo jedne trojke (stupac 2) za sva analizirana pogonska stanja (stupac 3). Opterećenja trojke pri neraspodivnosti paralelne trojke prikazana su za slučaj da je preklopka regulacijskih transformatora 220/110 kV u TS Konjsko blokirana (prvi broj u stupcu 2) i za slučaj da je automatska regulacija aktivirana s ciljem održavanja nazivnog napona na sekundarnoj strani (drugi broj u stupcu 2).

Tablica 10 - Opterećenja DV 2x110 kV Meterize – Vrboran (% I_{max}) u provedenim analizama

(n) raspoloživih grana	Ispad jedne trojke	Pogonsko stanje
34 %	68 % - 81 %	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ inicijalan angažman
57 %	112 % - 119 %	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ maksimalan angažman
49 %	97 % - 91 %	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ inicijalan angažman
70 %	138 % - 135 %*	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ maksimalan angažman
39 %	77 % - 84 %	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ inicijalan angažman
61 %	120 % - 122 %	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ maksimalan angažman
47 %	92 % - 88 %	$P_{min\ ljeto\ 2010^*}$ inicijalan angažman
66 %	130 % - 127 %*	$P_{min\ ljeto\ 2010^*}$ maksimalan angažman

* Posljedično preopterećenje transformatora 220/110 kV u HE Zakučac u slučaju isključenja druge trojke djelovanjem zaštite

Pogonska stanja u kojima je ograničen plasman razmatrane snage HE Zakučac prikazana su u trećem stupcu *italic* slovima. U tim pogonskim stanjima ispad jedne trojke DV 2x110 kV Meterize – Vrboran dovodi do preopterećenja

Tablica 9 - Zadovoljenje (n-1) kriterija u provedenim analizama

Zadovoljenje	Kritični događaji	Pogonsko stanje
DA (NE)*	Ispad DV 110 kV Zakučac – D. Rat 2	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ inicijalan angažman
NE	Ispad trojke DV 2x110 kV Meterize – Vrboran, Ispad DV 110 kV Zakuč. – D. Rat 2*	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ maksimalan angažman
NE	Ispad trojke DV 2x110 kV Meterize - Vrboran	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ inicijalan angažman
NE	Ispad trojke DV 2x110 kV Meterize - Vrboran	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ maksimalan angažman
DA (NE)*	Ispad DV 110 kV Zakučac – D. Rat 2*	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ inicijalan angažman
NE	Ispad trojke DV 2x110 kV Meterize – Vrboran	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ maksimalan angažman
DA	-	$P_{min\ ljeto\ 2010^*}$ inicijalan angažman
NE	Ispad trojke DV 2x110 kV Meterize - Vrboran	$P_{min\ ljeto\ 2010^*}$ maksimalan angažman

* (n-1) kriterij nije zadovoljen u slučaju smanjenog angažmana HE Dubrovnik (generator na 110 kV)

paralelne trojke, a posljedično isključenje i druge trojke dovodi do preopterećenja transformacije 220/110 kV u HE Zakućac radi čega će biti nužno ograničiti snagu agregata priključenih na 110 kV naponsku razinu.

Transformacija 220/110 kV u HE Zakućac ugrožena je još u dva slučaja:

1 Ukoliko je regulacijska preklapka pomaknuta iz srednjeg položaja (nazivni prijenosni omjer) može doći do visokih tokova jalove snage kroz transformator i preopteretiti ga.

2 Ukoliko su pri smanjenom angažmanu HE Zakućac u cjelini, angažirani samo blokovi priključeni na 220 kV naponsku razinu može doći do visokih tokova djelatne snage iz 220 kV u 110 kV mrežu koji ugrožavaju transformaciju u Zakućcu, ovisno o opterećenju okolnih čvorova, angažmanu bliskih HE priključenih na 110 kV mrežu (HE Kraljevac, HE Peruća, HE Đale, HE Dubrovnik) te raspoloživosti transformatora 220/110 kV u TS Konjsko i 220 kV vodova Zakućac – Konjsko i Zakućac – Bilice.

U pojedinim pogonskim stanjima ispad jedne trojke DV 2x110 kV Zakućac – Meterize može preopteretiti paralelan vod s vodičima manjeg presjeka (Al/Č 150/25 mm²). Prema informacijama iz PrP Split, tijekom 2005. godine izvršit će se zamjena vodiča na ugroženom vodu čime će se povećati njegova prijenosna moć (BTAL/STALUM, $I_1=600$ A).

Provedene analize u pogonskim stanjima bez dodatnih tranzita prijenosnom mrežom ne upućuju na moguće probleme u 220 kV mreži, pa tako i na vodu Zakućac – Konjsko, a vezano za plasman snage HE Zakućac.

Opterećenja voda 220 kV Zakućac – Konjsko (u % od dozvoljene granice), u stanjima (n) raspoloživosti grana, te za slučaj ispada DV 220 kV Zakućac – Bilice (kada se postiže najveće opterećenje razmatranog DV u većini analiziranih pogonskih stanja), prikazani su tablicom 11.

Tablica 11 - Opterećenja DV 220 kV Zakućac – Konjsko (% I_{max}) u provedenim analizama

(n) raspoloživih grana	Ispad DV 220 kV Zakućac - Bilice	Pogonsko stanje
35 %	52 %	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ inicijalan angažman
47 %	64 %	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ maksimalan angažman
40 %	51 %	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ inicijalan angažman
52 %	62 % (67 %*)	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ maksimalan angažman
38 %	53 %	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ inicijalan angažman
50 %	66 %	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ maksimalan angažman
42 %	55 %	$P_{min\ ljeto\ 2010^*}$ inicijalan angažman
53 %	68 % (70 %*)	$P_{min\ ljeto\ 2010^*}$ maksimalan angažman

* Opterećenje u slučaju ispada DV 220 kV HE Zakućac – HE Rama

Najveće zabilježeno opterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko pri svim raspoloživim granama iznosi 56 % od dozvoljene granice. Najveće opterećenje tog dalekovoda pri ispadi jedne grane iznosi 78 % od dozvoljenog. Opterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko ovisi još i o angažmanu HE Orlovac, angažmanu bliskih HE u BiH (na istom hidrološkom slivu, HE Grabovica, HE Rama, HE Salakovac, HE Čapljina), mogućem sekcioniranju mreže 110 kV u TS Bilice i dodatnim tranzitima kroz prijenosnu mrežu za potrebe trećih zemalja.

Mogući tranziti prijenosnom mrežom HEP-a za potrebe trećih zemalja (ispitano BiH \Rightarrow I) dodatno opterećuju priključne vodove HE vodotoka Cetine (prvenstveno HE Zakućac) pri čemu može doći do visokih opterećenja ili preopterećenja DV 220 kV Zakućac – Konjsko.

Pri velikim tranzitima (ispitano 300 MW, 600 MW i 900 MW) opterećenja kritičnih vodova u 110 kV mreži (Zakućac – Meterize – Vrboran) se povećavaju, a ugrožen postaje i DV 220 kV Zakućac – Konjsko pri ispadi DV 220 kV Zakućac – Bilice. Da bi se povećala prijenosna moć razmatranog dalekovoda nužno je zamijeniti strujne mjerne transformatore (postojeći imaju prijenosni omjer 600/1 A/A, prorađna struja ugrađene zaštite na vodu 720 A s vremenom prorade 20 min.) novima koji neće smanjivati dozvoljeno opterećenje voda na iznose manje od njegove termičke granice (780 A, oko 300 MVA).

Tablica 12 - Opterećenja DV 220 kV Zakućac – Konjsko (% I_{max}) pri tranzitima snage kroz prijenosnu mrežu HEP-a

(n) raspoloživih grana	Ispad DV 220 kV Zakućac - Bilice		Pogonsko stanje
	HE Orlovac u pogonu	HE Orlovac izvan pogona	
54 %	76 %	91 %	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ tranzit 300 MW BiH \Rightarrow I
59 %	77 %	92 %	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ tranzit 300 MW BiH \Rightarrow I
57 %	78 %	92 %	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ tranzit 300 MW BiH \Rightarrow I
60 %	83 %	94 %	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ tranzit 600 MW BiH \Rightarrow I
64 %	84 %	95 %	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ tranzit 600 MW BiH \Rightarrow I
62 %	85 %	96 %	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ tranzit 600 MW BiH \Rightarrow I
62 %	86 %	97 %	$P_{max\ zima\ 2010^*}$ tranzit 900 MW BiH \Rightarrow I
68 %	89 %	99 %	$P_{min\ zima\ 2010^*}$ tranzit 900 MW BiH \Rightarrow I
66 %	89 %	100 %	$P_{max\ ljeto\ 2010^*}$ tranzit 900 MW BiH \Rightarrow I

Moguća izgradnja vjetroelektrana velikih snaga na području južne Hrvatske (južno od HE Zakućac) nepovoljno utječe na sigurnost plasmata proizvodnje HE Zakućac.

Moguća izgradnja novih vjetroelektrana na području južne Hrvatske (ispitano 2x45 + 30 MW na mikrolokacijama Dovanj, Lisičine i Dubrovnik) nepovoljno utječe na sigurnost plasmana snage HE Zakućac, budući da se njena proizvodnja dodatno usmjerava na kritičan pravac u 110 kV mreži (HE Zakućac – TS Meterize – TS Vrboran). Radi dodatnog opterećenja tog pravca plasman maksimalne snage HE Zakućac može biti onemogućen u slučajevima ispada jedne trojke DV 2x110 kV Meterize – Vrboran ili DV 2x110 kV Zakućac – Meterize, neovisno o opterećenju sustava u tom trenutku.

4.2 Rješenje priključka s tri ili četiri agregata HE Zakućac na 220 kV mrežu

U ovom poglavlju provjerene su prilike u prijenosnoj mreži u slučaju priključka tri (2x170 MVA + 1x150 MVA) ili četiri (2x170 MVA + 2x150 MVA) hidroagregata HE Zakućac (nakon rekonstrukcije) na 220 kV sabirnice elektrane.

Analize su izvršene za maksimalna i minimalna zimska i ljetna opterećenja 2010. godine pri maksimalnom angažmanu HE vodotoka Cetine. Opterećenja priključnih vodova HE Zakućac pri razmatranom rješenju priključka hidroagregata prikazuju tablice 13 do 16.

Kod priključka 3 hidroagregata HE Zakućac na 220 kV naponsku razinu u stanju maksimalnog zimskog opterećenja 2010. godine nema slučajeva nezadovoljenja ($n-1$) kriterija. Ispad DV 220 kV Zakućac – Konjsko visoko opterećuje transformator 220/110 kV u HE Zakućac (94 MW / 13 Mvar). U slučaju da je HE Orlovac izvan pogona preopterećuju se DV 220 kV Zakućac – Konjsko ($104 \% I_{max}$) pri neraspoloživosti DV 220 kV Zakućac – Bilice i transformator 220/110 kV u HE Zakućac pri neraspoloživosti DV 220 kV Zakućac – Konjsko. U slučaju priključka svih hidroagregata na 220 kV sabirnice pri raspoloživosti svih grana dolazi do visokog opterećenja transformatora 220/110 kV u HE Zakućac. Nezadovoljenje ($n-1$) kriterija javlja se u slučajevima ispada DV 220 kV Zakućac – Bilice (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko $119 \% I_{max}$ i trafoa u Zakućcu), transformatora 220/110 kV HE Zakućac (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko $109 \% I_{max}$), DV 220 kV HE Zakućac – HE Rama (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko $106 \% I_{max}$), te transformatora 220/110 kV Konjsko (preopterećenje drugog transformatora $101 \% S_n$ i transformatora 220/110 kV u HE Zakućac $108 \% S_n$).

Kod priključka 3 hidroagregata HE Zakućac na 220 kV naponsku razinu u stanju minimalnog zimskog

Tablica 13 - Opterećenja priključnih grana HE Zakućac (visoko zimsko opterećenje 2010., maksimalan angažman HE Zakućac, 3 ili 4 bloka priključena na 220 kV mrežu, raspoložive sve grane mreže)

Vod (grana)	3 agregata na 220 kV		4 agregata na 220 kV	
	MW / Mvar	$\% I_{max} (S_n)$	MW / Mvar	$\% I_{max} (S_n)$
220 kV HE Zakućac - Konjsko	198 / 27	67	260 / 31	88
220 kV HE Zakućac - Bilice	95 / 19	30	116 / 21	37
220 kV HE Zakućac – HE Rama	59 / -11	22	73 / -13	23
Trafo 220/110 kV	54 / 5	55	92 / 21	94
2x110 kV HE Zakućac - Meterize	2x 31 / -2	23	2x 6 / -7	6
110 kV HE Zakućac - Meterize 3	29 / -6	36	6 / -7	10
110 kV HE Zakućac - Dugi Rat 1	34 / 1	44	32 / 1	43
110 kV HE Zakućac - Dugi Rat 2	38 / 6	30	36 / 6	29
2x110 kV HE Zakućac - Kraljevac	2x 9 / 13	12	2x -1 / 11	8
2x110 kV Meterize – Vrboran	2x 33 / -24	31	2x -6 / -27	21

Tablica 14 - Opterećenja priključnih grana HE Zakućac (nisko zimsko opterećenje 2010., maksimalan angažman HE Zakućac, 3 ili 4 bloka priključena na 220 kV mrežu, raspoložive sve grane mreže)

Vod (grana)	3 agregata na 220 kV		4 agregata na 220 kV	
	MW / Mvar	$\% I_{max} (S_n)$	MW / Mvar	$\% I_{max} (S_n)$
220 kV HE Zakućac - Konjsko	213 / 15	72	275 / 13	92
220 kV HE Zakućac - Bilice	84 / 8	26	105 / 7	32
220 kV HE Zakućac – HE Rama	88 / -9	27	101 / -10	31
Trafo 220/110 kV	20 / -7	21	60 / 0	60
2x110 kV HE Zakućac - Meterize	2x 34 / -8	26	2x 9 / -8	9
110 kV HE Zakućac - Meterize 3	32 / -13	41	9 / -8	14
110 kV HE Zakućac - Dugi Rat 1	16 / -3	21	15 / -3	20
110 kV HE Zakućac - Dugi Rat 2	18 / -1	14	17 / -1	13
2x110 kV HE Zakućac - Kraljevac	2x 7 / 10	9	2x -2 / 11	8
2x110 kV Meterize – Vrboran	2x 52 / -32	46	2x 13 / -28	23

Tablica 15 - Opterećenja priključnih grana HE Zakućac (visoko ljetno opterećenje 2010., maksimalan angažman HE Zakućac, 3 ili 4 bloka priključena na 220 kV mrežu, raspoložive sve grane mreže)

Vod (grana)	3 agregata na 220 kV		4 agregata na 220 kV	
	MW / Mvar	% $I_{max}(S_n)$	MW / Mvar	% $I_{max}(S_n)$
220 kV HE Zakućac - Konjsko	207 / 24	70	269 / 27	91
220 kV HE Zakućac - Bilice	94 / 17	29	115 / 18	36
220 kV HE Zakućac - HE Rama	59 / -12	19	73 / -14	23
Trafo 220/110 kV	45 / 2	45	84 / 16	86
2x110 kV HE Zakućac - Meterize	2x 32 / -4	24	2x 7 / -7	7
110 kV HE Zakućac - Meterize 3	31 / -8	40	7 / -7	12
110 kV HE Zakućac - Dugi Rat 1	30 / 0	38	28 / 0	37
110 kV HE Zakućac - Dugi Rat 2	33 / 4	25	31 / 4	25
2x110 kV HE Zakućac - Kraljevac	2x 10 / 11	11	2x -2 / 11	8
2x110 kV Meterize – Vrboran	2x 39 / -26	36	2x 0 / -27	21

opterećenja 2010. godine nema slučajeva nezadovoljenja ($n-1$) kriterija. U slučaju da je HE Orlovac izvan pogona DV 220 kV Zakućac – Konjsko se blago preopterećuje pri nerasploživosti DV 220 kV Zakućac – Bilice. Nezadovoljenje ($n-1$) kriterija, u slučaju priključka svih hidroagregata na 220 kV sabirnice, javlja se u slučajevima ispada DV 220 kV Zakućac – Bilice (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko 119 % I_{max}), DV 220 kV Zakućac – Konjsko (preopterećenje transformatora 220/110 kV u HE Zakućac 117 % S_n), te DV 220 kV HE Zakućac – HE Rama (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko 116 % I_{max}).

Kod priključka 3 hidroagregata HE Zakućac na 220 kV naponsku razinu u stanju maksimalnog ljetnog opterećenja 2010. godine nema slučajeva nezadovoljenja ($n-1$) kriterija. U slučaju da je HE Orlovac izvan pogona preopterećuje se DV 220 kV Zakućac – Konjsko (109 % I_{max}) pri nerasploživosti DV 220 kV Zakućac – Bilice. Nezadovoljenje ($n-1$) kriterija, u slučaju priključka svih hidroagregata na 220 kV sabirnice, javlja se u slučajevima ispada DV 220 kV Zakućac – Bilice (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko 121 % I_{max} i transformatora 220/110 kV HE Zakućac 102 % S_n), DV 220 kV Zakućac – Konjsko (preopterećenje transformatora 220/110 kV u HE

Zakućac 145 % S_n), transformatora 220/110 kV HE Zakućac (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko 110 % I_{max}), DV 220 kV HE Zakućac – HE Rama (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko 108 % I_{max} i transformatora 220/110 kV HE Zakućac 102 % S_n), transformatora 220/110 kV Konjsko (preopterećenje transformatora 220/110 kV u HE Zakućac 105 % S_n), te generatora 1 HE Dubrovnik (preopterećenje transformatora 220/110 kV u HE Zakućac 107 % S_n).

Kod priključka 3 hidroagregata HE Zakućac na 220 kV naponsku razinu u stanju minimalnog ljetnog opterećenja 2010. godine nema slučajeva nezadovoljenja ($n-1$) kriterija. U slučaju da je HE Orlovac izvan pogona DV 220 kV Zakućac – Konjsko je blago preopterećen (103 % I_{max}) pri nerasploživosti DV 220 kV Zakućac – Bilice. Nezadovoljenje ($n-1$) kriterija, u slučaju priključka svih hidroagregata na 220 kV sabirnice, javlja se u slučajevima ispada DV 220 kV Zakućac – Bilice (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko 113 % I_{max}), DV 220 kV Zakućac – Konjsko (preopterećenje transformatora 220/110 kV u HE Zakućac 120 % S_n), te DV 220 kV HE Zakućac – HE Rama (preopterećenje DV 220 kV Zakućac – Konjsko 111 % I_{max}).

Tablica 16 - Opterećenja priključnih grana HE Zakućac (nisko ljetno opterećenje 2010., maksimalan angažman HE Zakućac, 3 ili 4 bloka priključena na 220 kV mrežu, raspoložive sve grane mreže)

Vod (grana)	3 agregata na 220 kV		4 agregata na 220 kV	
	MW / Mvar	% $I_{max}(S_n)$	MW / Mvar	% $I_{max}(S_n)$
220 kV HE Zakućac - Konjsko	220 / -11	72	281 / -25	92
220 kV HE Zakućac - Bilice	80 / -6	24	99 / -10	30
220 kV HE Zakućac – HE Rama	90 / -44	30	104 / -47	34
Trafo 220/110 kV	15 / -26	28	57 / -28	60
2x110 kV HE Zakućac - Meterize	2x 28 / -3	20	2x 3 / 3	2
110 kV HE Zakućac - Meterize 3	27 / -7	32	4 / 3	4
110 kV HE Zakućac - Dugi Rat 1	21 / -20	36	21 / -20	35
110 kV HE Zakućac - Dugi Rat 2	27 / -19	24	27 / -19	23
2x110 kV HE Zakućac - Kraljevac	2x 7 / -5	6	2x -2 / -2	3
2x110 kV Meterize – Vrboran	2x 50 / -24	39	2x 12 / -12	12

Rjesenje prikljucka tri ili cetiri generatora HE Zakućac na 220 kV sabirnice hidroelektrane zahtijeva pojaćanje 220 kV mreže i transformacije(a) između mreža 220 kV i 110 kV u HE Zakućac i eventualno TS Konjsko.

Ukoliko bi nakon zamjene starih generatora HE Zakućac nove generatore (ili sve generatore) prikljućili na 220 kV mrežu bilo bi nužno istu pojaćati na pravcu Zakućac – Konjsko. Pojaćanje mreže uvodom/izvodom DV 220 kV Zakućac-Bilice u TS Konjsko ili TS Vrboran, ili uvodom/izvodom DV 220 kV Zakućac-Konjsko u TS Vrboran ne bi omogućavalo siguran plasman tako prikljućene HE. Također bi bilo nužno pojaćati transformaciju 220/110 kV u HE Zakućac (u slučaju prikljucka tri generatora HE Zakućac na 220 kV mrežu) i eventualno TS Konjsko (u slučaju prikljucka četiri generatora HE Zakućac na 220 kV mrežu). Alternativa pojaćanju transformacije 220/110 kV (2x150 MVA sada, 3x150 MVA pojaćano) u TS Konjsko je formiranje TS 220/110 kV Vrboran (2x150 MVA). Oćito je da u slučaju takvog rjesenja prikljucka potrebna ulaganja u pojaćanja mreže znatno nadmašuju iznose potrebne za pojaćanja mreže kod prikljucka dva agregata na 220 kV i dva na 110 kV sabirnice hidroelektrane.

5 POJAĆANJA MREŽE RADI SIGURNOG PLASMANA PROIZVODNJE HE ZAKUĆAC NAKON REKONSTRUKCIJE

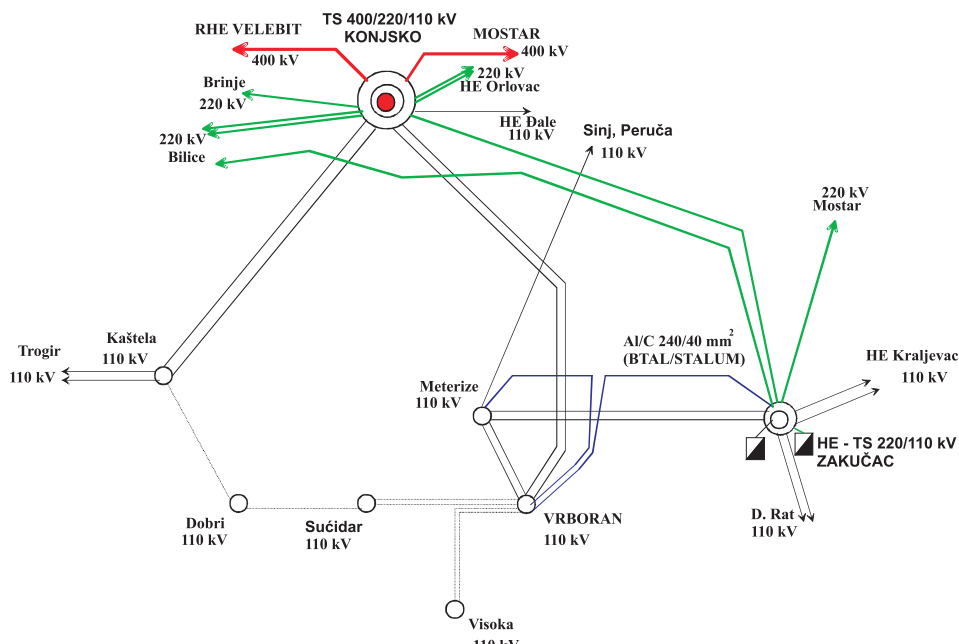
Prethodno opisanim proraćunima utvrđeno je da se ogranićenja u plasmanu proizvodnje HE Zakućac javljaju u 110 kV mreži (DV 2x110 kV Meterize – Vrboran, DV

110 kV Zakućac – Meterize) i na transformaciji 220/110 kV u hidroelektrani. Kao moguća pojaćanja mreže za koja se pretpostavlja da bi mogla otkloniti ogranićenja u plasmanu proizvodnje HE Zakućac analizirani su:

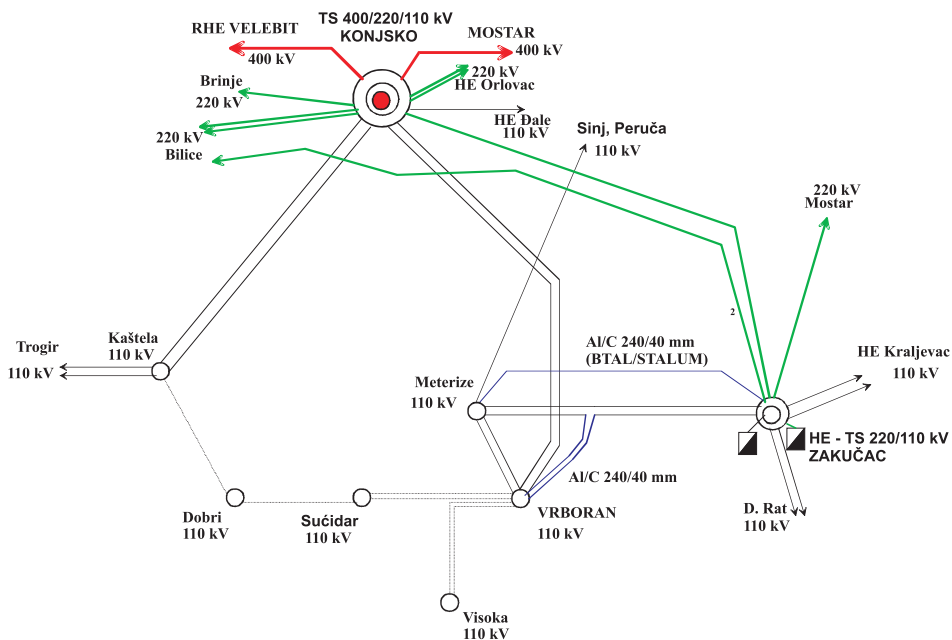
- 1 Pojaćanje veze 110 kV Zakućac – Meterize – Vrboran.
- 2 Uvod/izvod DV 220 kV Zakućac – Konjsko u TS Vrboran.
- 3 Zamjena transformatora 220/110 kV (100 MVA) u HE Zakućac transformatorom 220/110 kV (150 MVA).
- 4 Formiranje TS 220/110 kV Vrboran i uvod/izvod DV 220 kV Zakućac – Bilice u TS Vrboran.
- 5 Uvod/izvod DV 220 kV Zakućac – Bilice u TS Konjsko.
- 6 Izgradnja novog voda Zakućac – Konjsko 2.

Da bi se osigurala ($n-1$) sigurnost plasmana proizvodnje HE Zakućac provedene analize pokazuju da je nužno **izvesti uvod/izvod jedne trojke DV 2x110 kV Zakućac – Meterize ili DV 110 kV Zakućac – Meterize 3 u TS Vrboran. Potpuna sigurnost plasmana snage HE Zakućac postiže se dodatno uz rekonstrukciju (povećanje prijenosne moći kroz zamjenu vodića i stupova ili ugradnju “crnih” vodića na istim stupovima) DV 110 kV Zakućac – Meterize 3.**

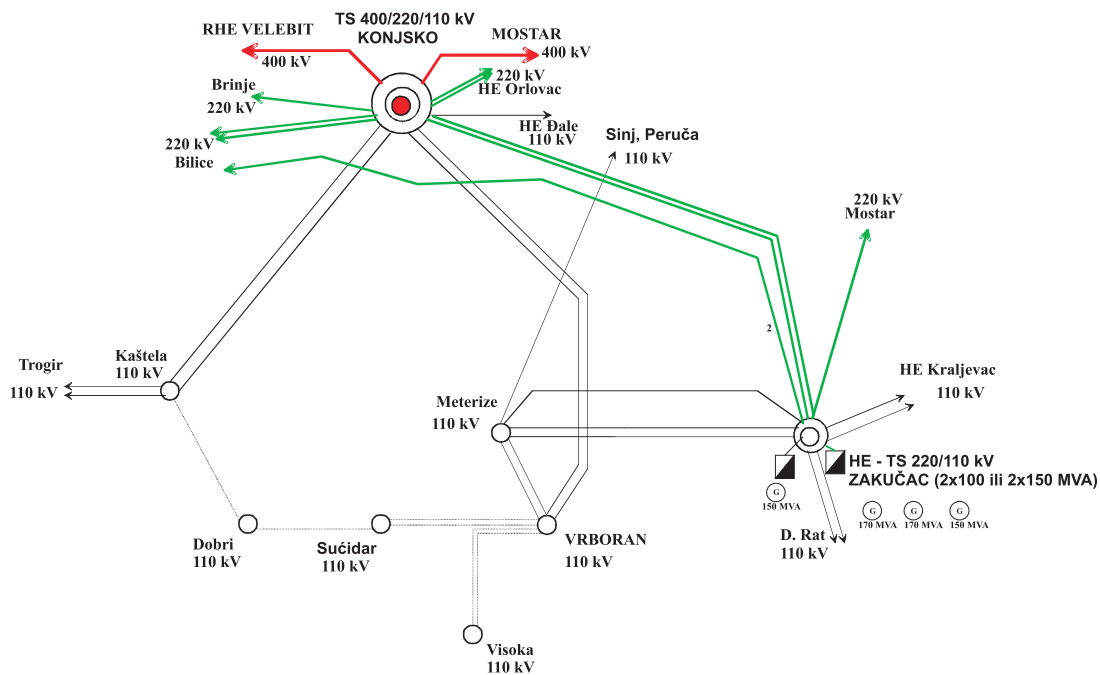
Konfiguraciju prijenosne mreže Dalmacije koja osigurava ($n-1$) sigurnost plasmana proizvodnje HE Zakućac 2010. godine prikazuju slike 4 (uvod DV 110 kV Zakućac – Meterize 3 u TS Vrboran i rekonstrukcija istog – povećanje prijenosne moći) i 5 (uvod jedne trojke DV 2x110 kV Zakućac – Meterize u TS Vrboran).



Slika 4 - Konfiguracija prijenosne mreže dijela Dalmacije 2010. godine prema ($n-1$) sigurnosti plasmana proizvodnje HE na Cetini (var. 1)



Slika 5 - Konfiguracija prijenosne mreže dijela Dalmacije 2010. godine prema (n-1) sigurnosti plasmana proizvodnje HE na Cetini (var. 2)



Slika 6 - Konfiguracija prijenosne mreže dijela Dalmacije 2010. godine prema (n-1) sigurnosti plasmana proizvodnje HE na Cetini (var. 3)

Kao alternativa pojačanjima u 110 kV mreži moguće je definirati konfiguraciju koja također omogućava siguran plasman proizvodnje HE Zakućac, a koja se temelji na pojačanjima 220 kV mreže. Takva konfiguracija bi, u dijelu vezanom za pojačanje priključka HE Zakućac, uključila (slika 6):

- 1 izgradnju novog DV 220 kV Zakućac – Konjsko 2,
- 2 priključak tri generatora HE Zakućac na 220 kV sabirnice elektrane, i
- 3 pojačanje transformacije 220/110 kV (najmanje 2x100 MVA) u HE Zakućac radi osiguravanja fleksibilnog pogona svih agregata u HE Zakućac.

Ovo rješenje zahtijeva znatno veće investicije sa strane PP HE Jug i HOPS / PrP Split (blok transformator 16/242 kV umjesto 16/121 kV, jedno trafo polje 220 kV u HE Zakućac, jedno vodno polje 220 kV u HE Zakućac, jedno vodno polje 220 kV u TS Konjsko, dva nova transformatora 220/110 kV, novi DV 220 kV). Nedostatak takvog rješenja je još i nezadovoljenje ($n-1$) kriterija za slučaj ispada jednog transformatora 220/110 kV u TS Konjsko (moguće preopterećenje paralelnog transformatora) u pogonskim stanjima karakterističnim po visokim opterećenjima i manjku proizvodnje (HE Zakućac – 1 generator, HE Kraljevac, HE Peruća, HE Đale, HE Dubrovnik) generatora priključenih na 110 kV mrežu. Prednost razmatranog rješenja su bolje mogućnosti sudjelovanja HE Zakućac (s tri umjesto s dva generatora) u pružanju usluga sustavu, prvenstveno s aspekta Q/U regulacije.

U slučaju priključka sva četiri agregata HE Zakućac na 220 kV naponsku razinu nužno je izvršiti sve prethodno spomenute zahvate u mreži te dodatno pojačati transformaciju 220/110 kV u TS Konjsko (3x150 MVA) ili prijevremeno (u odnosu na porast konzuma) formirati TS 220/110 kV Vrboran (2x150 MVA).

6 POTREBE ZA Q/U REGULACIJSKOM USLUGOM HE NA CETINI

6.1 Naponske prilike u mreži

Proračunima tokova snaga opisanim u poglavlju 4 određene su očekivane naponske prilike u 400 kV, 220

kV i 110 kV mreži na području Dalmacije 2010. godine ovisno o opterećenju EES-a (visoko i nisko zimsko i ljetno opterećenje) te angažmanu HE na Cetini (inicijalan angažman, maksimalan angažman). U proračunima je nadalje pretpostavljeno:

- preklopke transformatora 400/220 kV u TS Konjsko nalaze se u srednjem položaju,
- preklopke transformatora 220/110 kV u TS Konjsko nalaze se u srednjem položaju a automatska regulacija se inicijalno ne koristi, odnosno koristi se radi održavanja nazivnog napona (110 kV) na sekundarnoj strani transformatora,
- preklopke transformatora 220/110 kV u TS Bilice nalaze se u srednjem položaju, a automatska regulacija se ne koristi,
- preklopka transformatora 220/110 kV u HE Zakućac nalaze se u srednjem položaju, a automatska regulacija se ne koristi,
- svi generatori angažirani su jalovom snagom unutar dozvoljenog područja pogonskog dijagrama za zadanu djelatnu snagu, radi održavanja nazivnog napona na generatorskim sabirnicama (modelirano je aktualno podešenje limitera poduzbude, ukoliko je ono poznato).

Očekivane naponske prilike na sabirnicama TS Konjsko i HE Zakućac ovisno o korištenju automatske regulacije transformatora 220/110 kV u TS Konjsko prikazane su tablicom 17.

Za analizirana pogonska stanja, a uz rad generatora u dozvoljenom području pogonskih dijagrama radi održavanja nazivnog napona na generatorskim sabirnicama uključujući aktualna podešenja limitera poduzbude, naponske prilike nisu zadovoljavajuće samo u stanju niskih (minimalnog) ljetnog opterećenja 2010. godine. U minimumu opterećenja 2010. godine naponi su previsoki na sve tri naponske razine (400, 220 i 110 kV) ukoliko se automatska regulacija transformatora 220/110 kV u TS Konjsko ne koristi (nazivni prijenosni omjer), dok se u slučaju njenog korištenja naponske prilike u 110 kV mreži održavaju unutar dozvoljenih granica, ali uz dodatno povišenje napona u 400 kV i 220 kV mreži.

Tablica 17 - Naponske prilike u TS Konjsko i HE Zakućac za analizirana pogonska stanja ovisno o regulaciji transformatora 220/110 kV u TS Konjsko (blokрана regulacija u srednjem položaju/automatska regulacija)

Pogonsko stanje	Konjsko			Zakućac	
	400 kV	220 kV	110 kV	220 kV	110 kV
$P_{\max \text{ zima } 2010}^{\circ}$ inicijalan angažman	410/413	235/239	119/112	238/239	119/116
$P_{\max \text{ zima } 2010}^{\circ}$ maksimalan angažman	410/413	235/239	119/112	237/238	119/115
$P_{\min \text{ zima } 2010}^{\circ}$ inicijalan angažman	415/416	238/242	122/115	240/241	121/117
$P_{\min \text{ zima } 2010}^{\circ}$ maksimalan angažman	414/416	237/241	121/113	239/241	121/116
$P_{\max \text{ ljeta } 2010}^{\circ}$ inicijalan angažman	412/415	236/240	120/113	238/239	119/116
$P_{\max \text{ ljeta } 2010}^{\circ}$ maksimalan angažman	411/414	236/240	119/112	238/240	119/115
$P_{\min \text{ ljeta } 2010}^{\circ}$ inicijalan angažman	430/432	246/249	126/116	247/249	125/119
$P_{\min \text{ ljeta } 2010}^{\circ}$ maksimalan angažman	428/430	244/247	125/116	246/248	125/119

Automatskom regulacijom transformatora 220/110 kV u TS Konjsko dolazi do povišenja napona na 400 kV i 220 kV sabirnicama TS Konjsko za najviše 5 kV, a na 220 kV sabirnicama HE Zakućac za najviše 3 kV. Naponi na 110 kV sabirnicama TS Konjsko se mogu održavati do vrijednosti od 116 kV, a na 110 kV sabirnicama HE Zakućac do 119 kV.

Naponske prilike mogu biti još nepovoljnije od prikazanih ukoliko je angažman HE na Cetini smanjen, što je realno stanje budući da su iste ljeti ili zimi noću zbog hidroloških razloga i stanja akumulacija, te potreba EES-a, najčešće izvan pogona.

Očito je da naponske prilike u razmatranom dijelu mreže neće biti moguće održavati unutar dozvoljenih granica u pogonskim stanjima karakterističnim po niskom opterećenju EES-a i da tada eventualno postoji potreba za Q/U regulacijskom uslugom pojedinih generatora HE na Cetini. Budući da su naponski problemi uzrokovani slabo opterećenom 400 kV mrežom radi čega dolazi do porasta napona na sve tri naponske razine, Q/U uslugu eventualno je moguće tražiti od generatora HE Zakućac i HE Orlovac priključenih na 220 kV mrežu.

6.2 Ovisnost napona o angažmanu jalove snage generatora HE Zakućac

U ovom poglavlju analizirana je ovisnost napona u pojedinim čvorovima mreže o angažmanu jalove snage generatora HE Zakućac priključenih na 220 kV mrežu, odnosno međuovisnost napona u mreži i napona na sabirnicama generatora razmatrane HE. Proračuni su izvršeni za vremenski presjek 2010. godine u pogonskim stanjima karakterističnim po maksimalnom angažmanu HE na Cetini. Promatrani su naponi na 400, 220 i 110 kV sabirnicama TS Konjsko, te 220 kV i 110 kV sabirnicama HE Zakućac (kao referentni čvorovi mreže promatranog dijela EES-a), budući da su naponi u ostatku razmatranog dijela mreže određeni naponskim prilikama u TS Konjsko i HE Zakućac. U proračunima se pretpostavlja da je automatska regulacija napona na transformatorima 220/110 kV Konjsko aktivirana radi održavanja nazivnog napona sekundarne strane tih transformatora.

Tablica 18 prikazuje promjene napona na sabirnicama promatranih transformatorskih stanica pri jediničnoj negativnoj promjeni angažmana jalove snage generatora 2 (novi generator) HE Zakućac ($\Delta Q_{G2} = -1$ Mvar).

Jedinična promjena angažmana jalove snage generatora 2 HE Zakućac ili generatora HE Orlovac približno jednako utječe na promjene naponskih prilika u razmatranom dijelu mreže. Utjecaj generatora HE Orlovac blago je izraženiji na naponske prilike u TS Konjsko dok je utjecaj generatora HE Zakućac izraženiji na naponske prilike na sabirnicama te hidroelektrane. Zbog znatno većeg raspona mogućeg angažmana jalove snage generatora HE Zakućac u odnosu

na generatore HE Orlovac, logično je da u eventualnoj Q/U regulaciji sudjeluju primarno generatori HE Zakućac.

Tablica 18 - Promjene napona (ΔU_{kv}) u TS Konjsko i HE Zakućac pri jediničnoj negativnoj promjeni angažmana jalove snage generatora 2 HE Zakućac

Pogonsko stanje	Konjsko			Zakućac		U_{G2} pu	Q_{G2} Mvar
	400 kV	220 kV	110 kV	220 kV	110 kV		
$P_{\max \text{ zima } 2010}$	-0,02	-0,02	0,00	-0,04	-0,01	0,999	33,2
$P_{\min \text{ zima } 2010}$	-0,02	-0,03	-0,01	-0,05	-0,01	0,999	21,8
$P_{\max \text{ ljeto } 2010}$	-0,02	-0,03	-0,01	-0,04	-0,01	0,999	29,8
$P_{\min \text{ ljeto } 2010}$	-0,03	-0,03	-0,01	-0,05	-0,01	0,999	-7,8

Promotrimo pogonsko stanje 2010. godine u minimalnom opterećenju EES-a i maksimalnom angažmanu HE na Cetini. Uz automatsku regulaciju napona na transformatorima 220/110 kV Konjsko naponske prilike u TS Konjsko iznositi će 432 kV/247 kV/117 kV a u HE Zakućac 247 kV/121 kV. Uz angažman oba generatora HE Zakućac priključena na 220 kV mrežu u krajnjoj točki dozvoljenog područja pogonskog dijagrama ($Q = -92$ Mvar, $Q = -18$ Mvar) naponi u TS Konjsko iznosili bi 428 kV/244 kV/116 kV, a u HE Zakućac 241 kV/120 kV, ali naponi na sabirnicama generatora 2 i 3 HE Zakućac iznosili bi granično dozvoljenih 0,9 pu (generator 170 MVA) i 0,97 pu (generator 150 MVA), što opet smanjuje mogućnost rada generatora u poduzbudi.

Ukoliko bi za isto pogonsko stanje imali tri generatora HE Zakućac priključena na 220 kV mrežu, uz odgovarajuće pojačanje iste (DV 220 kV Zakućac – Konjsko 2), naponi u TS Konjsko bi iznosili 431 kV/247 kV/118 kV, a u HE Zakućac 246 kV/121 kV ukoliko je na sabirnicama generatora HE Zakućac nazivni napon, odnosno 425 kV/240 kV/115 kV u TS Konjsko i 238 kV/119 kV u HE Zakućac ukoliko je na sabirnicama novih generatora minimalno dozvoljeni napon ($0,9 U_n$). Novi generatori u HE Zakućac davali bi tada -75 Mvar po generatoru dok bi generator 150 MVA uz minimalan angažman jalove snage određen podešenjem limitera poduzbude (-18 Mvar) imao napon na sabirnicama generatora u iznosu od $0,96 U_n$.

Možemo zaključiti da bi generatorima HE Zakućac priključenim na 220 kV mrežu (eventualno uz ispomoć generatora HE Orlovac) mogli smanjiti napone u 220 kV i 110 kV mrežama ispod dozvoljenih gornjih granica, ali ne sa sigurnošću i u 400 kV mreži. Priključak trećeg i četvrtog generatora HE Zakućac na 220 kV mrežu povećava mogućnosti regulacije napona u mrežama 220 kV i 110 kV. Za održavanje naponskih prilika u 400 kV mreži nužno je angažirati generatore RHE Velebit u kompenzatorskom režimu rada, kupovati uslugu regulacije napona od susjedne BiH (RHE Čapljinca) ili instalirati prigušnicu na 400 kV sabirnice RHE Velebit ili TS Konjsko [8, 9].

7 ZAKLJUČNO

Radi određivanja rješenja priključka HE Zakućac na EES nakon njene rekonstrukcije izvršeni su statički proračuni tokova snaga i naponskih prilika u prijenosnoj mreži. Model mreže na kojemu su izvršeni proračuni sastoji se od 400, 220 i 110 kV mreže Hrvatske smještene unutar šireg UCTE sustava modeliranog od Portugala do Grčke. Elektrane su modelirane kao grupe generatora i blok transformatora, a tereti kao konstantna snaga u čvorovima 110 kV mreže. Model je verificiran s obzirom na postignuto pogonsko stanje u studenom 2002. godine, usporedbom izmjerenih i estimiranih tokova snaga pojedinim granama i napona čvorova s vrijednostima proračunatim na modelu.

Varijante proračuna definirane su s obzirom na promatrani vremenski presjek (2010. godina), pretpostavljeno rješenje priključka HE Zakućac na EES (postojeće rješenje, rješenje s tri ili četiri agregata priključena na 220 kV sabirnice elektrane), opterećenje EES-a (maksimalno i minimalno zimsko i ljetno opterećenje), angažman HE na Cetini (inicijalan, maksimalan angažman, pojedinačan maksimalan angažman) i raspoloživost grana mreže (*n* grana raspoloživo, *n*-1 grana raspoloživo). Ulazni podaci za proračun preuzeti su iz dosadašnjih studija (Plan razvitka EES-a Hrvatske do 2020. godine) i HEP-ovih izvješća (Statistika pogonskih događaja, Tehnička izvješća PrP Split i dr.).

Proračuni za vremenski presjek 2010. godine pretpostavljaju pogon novih generatora u HE Zakućac i HE Peruća koji zamjenjuju postojeće generatore (generatore 120 MVA u HE Zakućac i generatore 26 MVA u HE Peruća). Dozvoljena područja rada generatora HE na Cetini određena su na temelju pogonskih karata. Modelirana su aktualna podešenja limitera poduzbude pojedinih generatora.

Sigurnost plasmana snage (proizvodnje) HE na Cetini ispitana je za analizirana pogonska stanja na temelju (*n*-1) kriterija koji se odnosi na zadovoljavanje postavljenih tehničkih uvjeta u pogledu opterećenja grana i naponskih prilika u čvorovima mreže pri neraspoloživosti jedne grane ili generatora u elektroenergetskom sustavu. Kao granice dozvoljenih opterećenja grana promatrana su aktualna podešenja zaštita, termičke granice vodova, odnosno prividne snage transformatora.

Analize tokova snaga i naponskih prilika za razmatrana pogonska stanja ukazuju na sljedeće:

- Plasman proizvodnje HE Zakućac omogućen je ukoliko su raspoložive sve grane mreže.
- Sigurnost plasmana snage HE Zakućac nije zadovoljavajuća bez obzira na raspored priključka agregata po pojedinim naponskim razinama.

Vežano za sigurnost plasmana proizvodnje prema (*n*-1) kriteriju analize pokazuju narušavanje istog u određenim pogonskim stanjima. Ovisno o razmatranom pogonskom

stanju javlja se tri kritična događaja kod postojećeg priključka agregata:

- 1 Ispad jedne trojke DV 2x110 kV Meterize – Vrboran dovodi do preopterećenja paralelne trojke.
- 2 Ispad jedne trojke DV 2x110 kV Zakućac – Meterize dovodi do preopterećenja paralelnog voda Zakućac – Meterize 3.
- 3 Ispad DV 110 kV Zakućac – Dugi Rat 2 može dovesti do preopterećenja paralelnog voda Zakućac – Dugi Rat 1.

Pogonska stanja u kojima je ograničen plasman proizvodnje HE Zakućac su sljedeća:

- 1 Minimalno zimsko opterećenje 2010. godine, maksimalan angažman HE Zakućac.
- 4 Minimalno ljetno opterećenje 2010. godine, maksimalan angažman HE Zakućac.

Najveći problemi u svezi s plasmanom proizvodnje HE Zakućac javljaju se na dva elementa (jedinice) mreže:

- 1 DV 2x110 kV Meterize – Vrboran
- 2 transformator 220/110 kV (100 MVA) HE Zakućac

Ovisno o angažiranoj snazi pojedinih agregata HE Zakućac i hidroelektrane u cjelini, opterećenju okolnih čvorova, angažmanu bliskih hidroelektrana i automatskoj regulaciji na transformatorima 220/110 kV u TS Konjsko u pojedinim pogonskim stanjima može dolaziti do preopterećenja jedne trojke DV 2x110 kV Meterize – Vrboran pri ispadu paralelne trojke. Isključenje preopterećene trojke tog voda može dovesti do preopterećenja transformatora 220/110 kV u HE Zakućac, a njegovim isključenjem i do daljnjih lančanih preopterećenja u mreži (DV Kraljevac – Imotski – Grude i dr.). Da bi se to spriječilo nužno je tada ograničiti proizvodnju agregata HE Zakućac priključenih na 110 kV naponsku razinu. Moguća izgradnja novih vjetroelektrana na području južne Hrvatske (Pelješac, Ston, Dovanj, Dubrovnik) nepovoljno utječe na sigurnost plasmana HE Zakućac, budući da se njena proizvodnja dodatno usmjerava na kritičan pravac u 110 kV mreži (HE Zakućac - TS Meterize - TS Vrboran). Mogući nepovoljni utjecaj na sigurnost plasmana snage HE Zakućac ovisi o snagama novih vjetroelektrana priključenih na 110 kV naponsku razinu ili na mrežu distribucije.

Transformacija 220/110 kV u HE Zakućac ugrožena je još u dva slučaja:

- 1 Ukoliko je regulacijska preklopka pomaknuta iz srednjeg položaja (nazivni prijenosni omjer) može doći do visokih tokova jalove snage kroz transformator i preopteretiti ga.
- 2 Ukoliko su pri smanjenom angažmanu HE Zakućac u cjelini, angažirani samo blokovi priključeni na 220 kV naponsku razinu može doći do visokih tokova djelatne snage iz 220 kV u 110 kV mrežu što će preopteretiti transformaciju u Zakućcu, a ovisno o opterećenju okolnih čvorova, angažmanu bliskih HE priključenih na 110 kV mrežu (HE Kraljevac, HE Peruća, HE Đale, HE Dubrovnik) te raspoloživosti transformatora 220/110

kV u TS Konjsko i 220 kV vodova Zakućac – Konjsko i Zakućac – Bilice.

Provedene analize upućuju na moguća visoka opterećenja DV 220 kV Zakućac – Konjsko.

Dozvoljena opterećenja voda 220 kV Zakućac – Konjsko ograničena su postojećom izvedbom ugrađenih strujnih mjernih transformatora radi kojih je zaštita podešena na prorađnu vrijednost od 720 A, što je manje od termičke granice voda koja iznosi najmanje 780 A. Uz takvo podešenje zaštite moguća su preopterećenja razmatranog voda koja dovode do nemogućnosti plasmana proizvodnje HE Zakućac, uzrokovana prvenstveno velikim tranzitima preko prijenosne mreže za potrebe trećih zemalja. Da bi se dozvoljena opterećenja voda Zakućac – Konjsko povećala nužno je povećati nazivnu struju strujnih mjernih transformatora i podesiti zaštitu na vrijednost ne manju od dozvoljenog termičkog opterećenja voda.

Da bi se osigurala (n-1) sigurnost plasmana proizvodnje HE Zakućac u rješenju priključka dva agregata na 110 kV, a dva na 220 kV naponsku razinu, nužno je izvesti uvod/izvod jedne trojke DV 2x110 kV Zakućac – Meterize ili DV 110 kV Zakućac – Meterize 3 u TS Vrboran. Potpuna sigurnost plasmana snage HE Zakućac postiže se dodatno uz rekonstrukciju (povećanje prijenosne moći kroz zamjenu vodiča i stupova ili ugradnju "crnih" vodiča na istim stupovima) DV 110 kV Zakućac – Meterize 3.

Kao alternativa gore navedenim pojačanjima 110 kV mreže vezano za sigurnost plasmana snage i proizvodnje HE Zakućac, ali s većim investicijskim troškovima, pojačanje je 220 kV mreže (izgradnja novog DV Zakućac – Konjsko 2, priključak tri ili sva četiri generatora HE Zakućac na 220 kV sabirnice hidroelektrane, ugradnja transformacije 220/110 kV u Zakućcu – minimalno 2x100 MVA (dodatno pojačanje transformacije 220/110 kV u Konjskom u slučaju priključka sva četiri agregata HE Zakućac na 220 kV mrežu). Pri izboru između dvije gore opisane varijante priključka HE Zakućac treba voditi računa i o potrebnim investicijama u mrežu, budući da se radi o izgradnji DV 2x110 kV (L~2 do 3 km) u prvoj varijanti, te minimalno DV 220 kV (L~25 km) u drugoj varijanti. Izuzimajući ostale troškove (pojačanje transformacija 220/110 kV u Zakućcu i/ili Konjskom, polja, blok transformator, ulaganja u okolna postrojenja) razlika troškova bi iznosila oko 2 400 000 € (oko 2 800 000 € za DV 220 kV Zakućac – Konjsko 2 minus oko 400 000 € za uvod/izvod DV 2x110 kV Zakućac – Meterize u TS Vrboran).

Uz postojeći priključak dva generatora HE Zakućac na 220 kV mrežu i dva na 110 kV mrežu nije opravdano pojačavati 220 kV mrežu (TS 220/110 kV Vrboran, uvod/izvod DV 220 kV Zakućac – Konjsko u TS Vrboran ili uvod/izvod DV 220 kV Zakućac – Bilice u TS Vrboran ili uvod/izvod DV 220 kV Zakućac – Bilice u TS Konjsko) radi sigurnosti plasmana snage i proizvodnje HE Zakućac.

Analize pokazuju da kod priključka dva generatora HE Zakućac na 220 kV mrežu i dva na 110 kV mrežu pojačanja 220 kV mreže očekivano neće otkloniti ograničenja koja se javljaju u 110 kV mreži i na transformaciji 220/110 kV u HE Zakućac. Različite varijante pojačanja 220 kV mreže ima smisla promatrati samo u slučaju priključka barem još jednog generatora HE Zakućac na 220 kV mrežu.

Naponske prilike u razmatranom dijelu mreže neće biti moguće održavati unutar dozvoljenih granica u pogonskim stanjima karakterističnim po niskom opterećenju EES-a i tada eventualno postoji potreba za Q/U regulacijskom uslugom pojedinih generatora HE na Cetini. Budući da su naponski problemi uzrokovani slabo opterećenom 400 kV mrežom radi čega dolazi do porasta napona na sve tri naponske razine, Q/U uslugu eventualno je moguće tražiti od generatora HE Zakućac i HE Orlovac priključenih na 220 kV mrežu.

Odstupanja napona na modelu izvan dozvoljenih granica detektirana su samo u stanjima niskih ljetnih opterećenja sustava kada zbog slabo opterećenih vodova 400 kV dolazi do previsokih iznosa napona u mrežama sve tri naponske razine. Koristeći mogućnost promjene prijenosnog omjera transformatora 400/220 kV u TS Konjsko i automatske regulacije transformatora 220/110 kV u istoj transformatorskoj stanici, napone u mrežama 220 kV i 110 kV moguće je održavati unutar dozvoljenih granica bez posebnih regulacijskih zahtjeva na okolne generatore. Koristeći generatore HE Zakućac priključene na 220 kV mrežu (eventualno uz ispomoć generatora HE Orlovac) mogli bismo smanjiti napone u 220 kV i 110 kV mrežama ispod dozvoljenih gornjih granica, ali ne sa sigurnošću i u 400 kV mreži. Za održavanje naponskih prilika u 400 kV mreži nužno je angažirati generatore RHE Velebit u kompenzatorskom režimu rada, kupovati uslugu regulacije napona od susjedne BiH (RHE Čapljina) ili instalirati prigušnicu ili statički var kompenzator na 400 kV sabirnice RHE Velebit ili TS Konjsko.

Generatore HE Zakućac (i eventualno generatore HE Orlovac) moguće je koristiti za uslugu Q/U regulacije radi održavanja napona u mrežama 220 kV i 110 kV Dalmacije, ublažavanja napona u mreži 400 kV te u poremećenim stanjima EES-a (npr. otočni pogon Dalmacije).

Korištenje generatora HE Zakućac priključenih na 220 kV mrežu u sekundarnoj Q/U regulaciji s obzirom na željeni napon pilot čvora (220 kV Konjsko) ne izgleda nužno budući da očekivane naponske prilike odstupaju od dozvoljenih vrijednosti u relativno kratkom razdoblju tijekom godine (niska ljetna opterećenja) kada je i mogućnost angažmana HE na Cetini smanjena radi najčešće loših hidroloških okolnosti. Osim toga, kratkotrajna prekoračenja dozvoljenih gornjih granica napona u okvirima izračunatih maksimalno očekivanih vrijednosti ne ugrožavaju opremu što otklanja potrebu za brzom

Q/U automatskom regulacijom. U slučaju potrebe za takvom uslugom od generatora HE Zakučac i HE Orlovac ocjenjujemo prihvatljivim ručno podešenje angažmana jalove snage generatora, odnosno napona na generatorskim sabirnicama, nakon naloga dispečera. Potrebno je pri tom napomenuti da različiti strojevi priključeni na različite naponske razine imaju različite faktore korisnosti što otežava optimizaciju rada hidroelektrane.

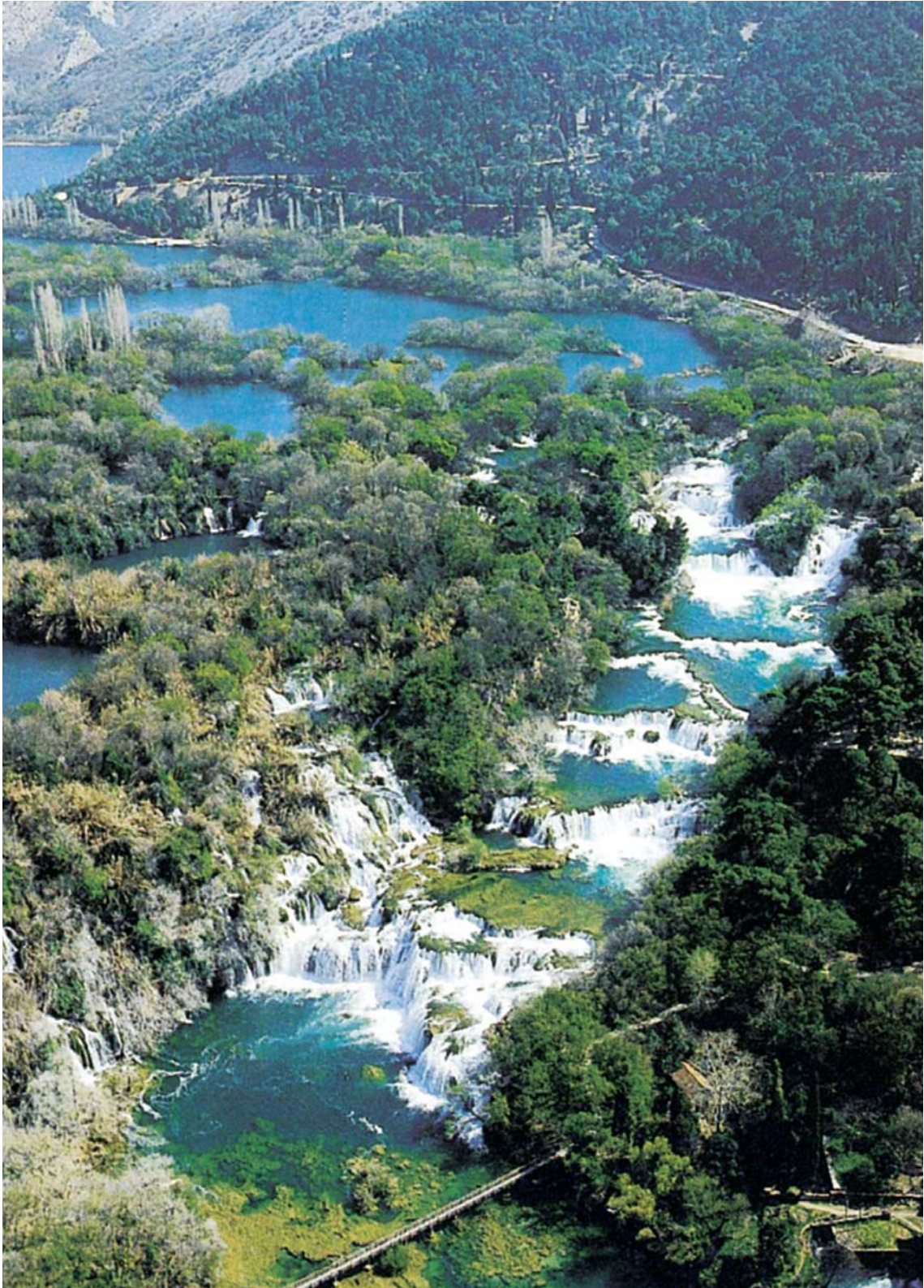
LITERATURA

- [1] Razvoj elektrifikacije Hrvatske, II dio, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1984.
- [2] Analiza priključka hidroelektrana vodotoka Cetine na EES s osnova moguće proizvodnje i sigurnosti plasmana električne snage i energije, Energetski institut Hrvoje Požar, 2004.
- [3] Statistika pogonskih događaja u prijenosnoj mreži – razdoblje od 1995. do 2001., HEP – Direkcija za prijenos i upravljanje, Zagreb, 1996. – 2002.
- [4] Ageing of the system – Impact on planning, CIGRE Paris, WG 37-27, publikacija br. 176, 2000.
- [5] Izvješće o stanju VN postrojenja s osvrtom na sigurnost napajanja potrošača te procjena troškova nužnih zamjena i rekonstrukcija te sanacija ratnih šteta, HEP – Direkcija za prijenos, 2001.
- [6] Razvitak elektroenergetskog sustava Hrvatske do 2030. godine – Master plan (novelacija), Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 2001.
- [7] Project: Regional Transmission System Planning, Seci Regional Electricity Interconnection Study, ISTG (EIHP, ZEK, NEK, EKC), 2002
- [8] Analiza i načini rješavanja kompenzacije reaktivne snage na lokaciji RHE Velebit: Analiza Naponskih Prilika U RHE Velebit s prijedlogom idejnog rješenja kompenzacije, EIHP, Zagreb, 1999.
- [9] Analiza potreba ugradnje kompenzacijskih uređaja u prijenosnoj mreži HEP-a za planirani razvoj mreže u kratkoročnom i srednjoročnom razdoblju, EIHP, Zagreb, 2002.

Naslov pisaca:

Mr. sc. Davor Bajs, dipl. ing.
prof. dr. sc. Mislav Majstrovic, dipl. ing.
mr. sc. Goran Majstrovic, dipl. ing.
Energetski institut Hrvoje Požar
Savska 163, 10000 Zagreb, Hrvatska
www.eihp.hr/~dbajs
www.eihp.hr/~mmajstro
www.eihp.hr/~gmajstro

Uredništvo primilo rukopis:
2005-08-30



VIJESTI IZ ELEKTROPRIVREDE I OKRUŽENJA

PRVA HIDROELEKTRANA U POGONU PRIJE 110 GODINA

Prva hidroelektrana Dalmacije stavljena je u pogon prije 110 godina, 28. kolovoza 1895. godine. Izgradila ju je tvrtka "Ante Šupuk i sin" iz Šibenika na Skradinskom buku, na rijeci Krki. Službeni naziv hidroelektrane bio je Prva povlaštena električna centrala u Dalmaciji "HE Krka", dok je kasnije dobila ime HE Jaruga. HE Jaruga radila je punih 19 godina, od 1885. do 1914. godine kada je demontirana zajedno s pripadajućim dalekovodom.

Priprema izgradnje elektrane i mreže javne rasvjete te pripadajućeg dalekovoda od HE Jaruga do Šibenika trajala je od 1891. do polovice 1893. godine. Na temelju dokumentacije dobivena je koncesija za korištenje voda rijeke Krke, odobrenje trase dalekovoda te dozvola za gradnju gradske niskonaponske mreže. Bila je to realizacija prvog cjelovitog elektroenergetskog sustava.

Radovi na izgradnji trajali su samo 16 mjeseci. Izvodili su ih domaći graditelji, dok je isporuku i montažu elektrostrojarske opreme obavilo mađarsko društvo "Ganz".

Iako je dobivena koncesija za pad od 25,80 metara, hidroelektrana se koristila padom od svega 10 metara. Voda se dovodila otvorenim kanalom do vertikalne turbine Girard 320 KS koja je preko koljenastog zupčanog prijenosa pokretala horizontalni dvofazni generator 320 kVA, 3 000 V i 42 Hz. Generatorski napon prenosio se do Šibenika dalekovodom 11 km dužine s četiri vodiča. U Šibeniku se ovaj napon transformirao na 110 V jednofazno. U početku je napajana samo javna rasvjeta grada Šibenika. Pet transformatora 3 000/110 V tipa "Blaty", snage po 7,2 kVA bila su postavljena na vrhovima zgrada i na stupovima.

Prva se rasvjeta sastojala od 24 Ganzovih "lučnih diferencijalnih plamenih svjetiljki" od po 1 000 HS (Hefnerovih svijeća). Plan od 216 rasvjetnih mjesta uskoro je ostvaren. Većinom su postavljene Edisonove žarulje s bambusovim vlaknom od 16 HS. Tada je dužina 3 000 V mreže iznosila 1 330 metara, a 110 V mreže 9 624 metra.

Godine 1899. hidroelektrana je pojačana s još jednom turbinom 320 KS, odnosno generatorom 320 KVA. Osim javne rasvjete Šibenika hidroelektrana je sada davala energiju za pogon mlinova, uljarica, tvornica tjestenine, a kasnije se priključilo i kazalište, kavane i hoteli te prva domaćinstva. Hidroelektrana je ukupno iskorištavala 3,2 m³/s vode od koncesioniranih 25,71 m³/s.

Nakon napuštanja stare HE Jaruga, tvrtka "Ante Šupuk i sin" ustupila je neiskorišteni dio koncesionirane vode novoj "SUFID"-ovoj hidroelektrani, ali je i dalje dobavljala električnu energiju za potrebe Šibenika koristeći se besplatno ustupljenim milijunom kWh godišnje od društva SUFID. Energija sada dolazi iz nove hidroelektrane Jaruga koja je puštena u pogon 3. prosinca 1903. godine koja je dalekovodom 15 kV povezana je s tvornicom kalcijeve karbida u Crnici.

Uz 110-tu godišnjicu elektroprivrede u Hrvatskoj i 15-tu godišnjicu HEP-a, bio je to kratki osvrt na prošlost, na kraj pretprošlog stoljeća kada su stvoreni počeci prvog cjelovitog elektroenergetskog sustava.

SBK

120. OBLJETNICA PRVE RIJEČKE ELEKTRIČNE ŽARULJE

Prije 120 godina, 5. listopada 1885. godine zasjala je prva električna žarulja u Rijeci. Bilo je to u novoizgrađenoj zgradi riječkoga Kazališta (današnji HNK) na premijeri Aide. Upalilo se 800 električnih žarulja u zgradi Kazališta i 6 velikih uličnih svjetiljki ispred Kazališta.

Ovo je omogućila tvrtka Kremenetzky Mayer et Co. ugradnjom agregata: parni stroj – generator istosmjerne struje koji je izrađen u tvornici Ganz u Budimpešti. Prve večeri na premijeri agregat se pokvario pa je premijera odgođena za sutradan.

Nakon 5 godina rada agregat je zamijenjen s dva suvremenija i ekonomičnija agregata tvornice Zöpke iz Berlina. Kasnije je montiran agregat za nužnu rasvjetu koji je imao vodnu turbinu Pelton te generator snage 4 kW. Kao pogon mu je služila gradska vodovodna mreža.

Godine 1890. tvrtka Internationale Elektrizitätsgesellschaft Wien izgradila je prvu elektranu za privatne i javne svrhe, za rasvjetu novoizgrađene željezničke stanice, njezih kolosjeka i lučkih postrojenja. Elektrana je imala parni stroj snage 40 KS i generator istosmjerne struje snage 22 kW.

Godine 1892. izgrađena je nova elektrana izmjenične struje s ugrađenom tri agregata s parnim strijevima od po 120 KS i jednofaznim izmjeničnim generatorima po 120 kVA, napona 2 000 V. Ova elektrana je zamijenila prethodnu te preuzela rasvjetu željezničke stanice i kolosjeka, lučkih postrojenja i velikog silosa. Dnevna proizvodnja elektrane iznosila je oko 900 kWh, od kojih 600 za rasvjetu željezničkih i lučkih postrojenja, a 300 kWh za potrebe silosa. Struja je bila monofazna i prenošena je dvama nadzemnim vodovima 2 x 50 mm² do tri transformatorske stanice gdje se transformirala na 100 V i vodila do navedenih potrošača.

Ni ova elektrana nije dugo bila u pogonu, jer je tvrtka koja ju je kupila dobila koncesiju za izgradnju treće elektrane, koja je izgrađena nasuprot staroj i puštena u pogon 2. rujna 1897. godine.

SBK

HE LEŠĆE

Uskoro počinje novi ciklus izgradnje elektrana u Hrvatskoj. Jedna od njih je hidroelektrana Lešće na rijeci Dobri koja je posebno značajna, jer je to prva hidroelektrana koja se gradi u samostalnoj Hrvatskoj. Izgradnjom HE Lešće pokrenuo bi se investicijski ciklus koji bi, osim energetske doprinosa, omogućio angažiranje kapaciteta domaće operative i industrije te pridonio daljnjem gospodarskom razvoju Hrvatske.

Izgradnjom HE Lešće energetske sustav Hrvatske dobiva novih 42,29 MW snage, odnosno 98 GWh godišnje proizvodnje kvalitetne električne energije, jer će proizvodnja biti smještena u vršnom dijelu dnevnog dijagrama trajanja opterećenja.

HE Lešće je druga stepenica u iskorištavanju vodnog potencijala Gojačke Dobre, nizvodno od HE Gojak. Nalazi se na kraju

kanjonskog toka u blizini Generalskog Stola te će koristiti pad Gojačke Dobre od oko 43 metra u dužini od oko 12,5 km.

Na HE Lešće ugrađuju se dvije vertikalne glavne proizvodne jedinice i jedna horizontalna proizvodna jedinica za iskorištavanje voda biološkog minimuma. Sve proizvodne jedinice imaju turbine tipa Francis i sinhronne generatore. Snaga proizvodnih jedinica je 25 MVA, a proizvodne jedinice biološkog minimuma 1 250 kVA. Preko rasklopnog postrojenja 110 kV i dalekovoda HE Lešće – HE Gojak vežu se na prijenosnu mrežu HEP-a. Jedinica biološkog minimuma davat će energiju i u lokalnu distribucijsku mrežu preko TS 35/10 kV Generalski Stol. Na početku izgradnje gradi se dalekovod 110 kV između HE Gojak i HE Lešće. Za vrijeme izgradnje tim dalekovodom dobavljat će se električna energija na gradilište preko privremene transformatorske stanice locirane na gradilištu. Dalekovod će raditi pod naponom 35 kV i bit će privremeno spojen na rezervno 35 kV polje u HE Gojak. Pri završetku izgradnje, na HE Gojak će se priključiti na 110 kV polje postojećeg rasklopnog postrojenja, a na HE Lešće na 110 kV polje novog postrojenja.

Sa HE Lešće upravljat će se daljinski iz HE Gojak.

Investitor izgradnje je Hrvatska elektroprivreda. Za izvršenje zadataka na pripremi izgradnje angažirani su djelatnici HEP-a. Prema modelu vođenja izgradnje utvrdit će se ostalo stručno i pomoćno osoblje.

Planira se da će trajanje radova izgradnje biti oko 3,5 godine, odnosno probni pogon krajem 2008. godine. Ostali radovi kao što je izgradnja mosta na Dobri, mosta Ribnjak, regulacija nizvodnog korita, uređenje okoliša, izgradnja kupališta, vidikovaca i stajališta, također se planiraju završiti do kraja 2008. godine.

SBK

UGOVOR O ZAJEDNICI ZA ENERGIJU

Potpisivanjem Ugovora o zajednici za energiju, (potpisanim u listopadu, 2005. godine u Ateni), uspostaviti će se zajedničko tržište električne energije i plina, što će poboljšati sigurnost opskrbe električnom energijom u regiji (Albanija, Bugarska, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Makedonija, Rumunjska, Srbija i Crna Gora te Turska). U ožujku ove godine ugovor su parafirale sve zemlje regije, osim Turske koja je isto tako predviđena kao članica ugovora. Zajednički sustav na razini regije lakše će se integrirati u elektroenergetski sustav Europske unije.

Sustav, uspostavljen na načelima koja vrijede u Europskoj uniji, sigurno će djelovati stimulatивно na ulaganja u elektroenergetski sektor, što bi trebalo podići njegove performanse, a prije svega učinkovitost i smanjenje gubitaka. Liberalizacija tržišta, njegova nova regulacija i novi odnos tržišnih i monopolnih aktivnosti, trendovi su u energetici koji se moraju akceptirati.

O ulozi Ugovora o regionalnoj zajednici za energiju raspravljalo se kao jednoj od glavnih tema na stručnom skupu "Dan električne

energije" održanom 15. rujna u okviru III. međunarodnog sajma energetike na Zagrebačkom velesajmu.

Osim toga raspravljalo se o:

- prilagodbi hrvatskog elektroenergetskog sektora u procesu pridruživanja Europskoj uniji,
- novim institucijama u energetske sektoru RH
- iskustvima o otvaranju tržišta električne energije u RH i dugim zemljama
- hrvatskoj elektroindustriji
- procesima pridruživanja EU
- obrazovanju na području elektrenergetike u skladu s Bolonjskim procesom te
- stvaranju obrazovnog i trening centra za tržište električne energije.

SBK

EMAT - 2. MEĐUNARODNI SAJAM ZAŠTITE OKOLIŠA, EKOLOGIJE I KOMUNALNE OPREME

Pod pokroviteljstvom Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva RH krajem rujna održan je na Zagrebačkom velesajmu drugi po redu Međunarodni sajam okoliša, ekotehnologije i komunalne opreme – EMAT. Ova bijenalska sajamska priredba pokrenuta je prije dvije godine u suradnji sa sajamskim centrom iz Padove, odnosno njihovim projektom SEP Pollution koji uživa visoki međunarodni ugled među stručnjacima adekvatne struke. On ujedinjuje tri tematska područja: zaštitu okoliša i prirode, ekotehnologije i održivi razvoj te komunalnu opremu.

Sajam je nastao kao odgovor na potrebe ovog brzorastućeg sektora gospodarstva, ali i globalnih kretanja. Namijenjen je čitavoj jugoistočnoj regiji.

Budući da je ekologija tema za koju su zainteresirani svi – od stručne i poslovne javnosti do široke publike, u okviru ovog sajma održana su stručna i međunarodna savjetovanja, okrugli stol i te brojne radionice na kojima su bile zastupljene teme:

- zdravstvena ekologija
- izazovi strategija zaštite okoliša i održivog razvoja
- važnost informacija o okolišu
- razvoj sustava zaštite prirode u RH
- prednost partnerskih odnosa gospodarskog i nevladinog sektora u zaštiti okoliša
- održivi razvoj i željeznica kao ekološki prijevoznik.

U vezi s nacionalnim ciljevima, jedan od važnijih je podizanje na višu razinu opremljenosti gradova i naselja komunalnom infastrukturuom, a posebno infastrukturuom u funkciji zaštite okoliša i zbrinjavanja otpada. Posebnost komunalnih djelatnosti iskazuje se u vrsti usluga koje obuhvaća, a one su osnova urbanog života: opskrba pitkom vodom, odvodnja i pročišćavanje otpadnih voda, opskrba plinom i toplinskom energijom, prijevoz putnika u javnom prometu, održavanje čistoće u naseljima.

BKS

IZ INOZEMNE STRUČNE LITERATURE

HYDRO-QUEBEC – ČETRDESET GODINA ISKUSTVA S PRIJENOSOM NA 735 kV

U studenom 1965. pušten je u pogon prvi dalekovod 735 kV u svijetu. On je prenosio energiju od dalekih hidroelektrana na sjeveru Kanade do najvećeg potrošačkog centra u južnom dijelu provincije Québec.

Usvajanje nove prijenosne tehnologije 735 kV bio je vrlo smion potez. U to vrijeme odgovarajuća oprema nalazila se samo na crtačkim daskama isporučitelja opreme. I samo projektiranje dalekovoda predstavljalo je veliki izazov. Međutim, uprava Hydro – Québeca (HQ) odlučila se za 735 kV tehnologiju da bi omogućila prijenos velikih količina energije na veliku udaljenost. HQ nije bio samo pionir nove tehnologije, već je na njoj izgradio jaku prijenosnu mrežu. Danas se mrežom 735 kV prenosi 25.000 MW ili pet puta više od prvobitno predviđenog. Od te energije cca 80 % se prenosi na udaljenost od 1.000 km.

Na slici 1 je današnja 735 kV mreža koju čini 11.000 km jednostrukih dalekovoda i 37 transformatorskih stanica.



Slika 1 – HQ 735 kV mreža

735 kV: Optimalno rješenje za Hydro-Québec

Bilo je mišljenja da bi odluka za izbor napona 500 kV bila bolja i racionalnija, no ona bi značila relativno mali korak u odnosu na onda postojeći napon od 315 kV. Osim toga, a i najvažnije, nije uzeto u obzir da najbolje rješenje mora dati odgovor na

dominantne probleme buduće mreže u razvoju: ostvarenje stabilnog sinkronog rada generatora u svim uvjetima, uzevši u obzir i potencijalne poremećaje u mreži. Takvi poremećaji znače prijetnju za sigurnost sistema i ugrađene opreme.

Sposobnost 735 kV tehnologije da osigura optimalno rješenje za potrebe prijenosa električne energije tvrtke HQ potvrđeno je kasnijom integracijom velike hidroelektrane Churchill Falls u Labradoru. Nova potvrda izabrane strategije prijenosa je došla usvajanjem dugoročnog master plana iz 1974. godine za izgradnju novih izvora u regiji James Bay.

Usporedbom koncepcija mreža raznih tehnologija master plan je pokazao da je tehnologija 735 kV najjeftinija. Rješenje sa istosmjernim prijenosom HVDC ili rješenje s 1100 kV procijenjeni su za 30 – 35 % skupljima od optimalne sheme 735 kV.

Nadalje, sustav kompenzacije koji osigurava stabilnost mreže pokazao se vrlo ekonomičnim. Bez tog sustava koji se sastoji od sinkronih kompenzatora lociranih uzduž mreže između izvora i centara potrošnje tehnologija 735 kV bi bila 20 % skuplja. Slične ekonomske efekte izazvalo bi i korištenje serijske kompenzacije umjesto sinkronih kompenzatora. To je vrlo značajno otkriće budući da se radi o prenesenoj snazi od 16.000 MW kojoj u pravilu odgovara napon 1100 kV i udaljenosti prijenosa od 1.000 km što odgovara HVDC tehnologiji.

Problemi stabilnosti

Razvoj 735 kV mreže je obilježen stalnim naporima da se smanji broj prijenosnih dalekovoda korištenjem jeftinijih rješenja koja zadovoljavaju standarde stabilnosti. U stvari, skoro sva poznata sredstva za poboljšanje stabilnosti su bila korištena, od najosnovnijih mjerenja pa do tehnika koje omogućuju optimirati sistem u cjelini.

- *Prvo: mjere za poboljšanje osnovne stabilnosti* To uključuje skraćivanje vremena iskapčanja, korištenje brzih statičkih uzbuđa generatora uz dodatak stabilizatora sistema.
- *Zatim: usvajanje koncepta dinamičke poprečne kompenzacije.* Ta brza kontrola napona uzduž mreže sprječava, u slučaju sistemskih poremećaja, ozbiljan pad napona između generatora i centara potrošnje, a to je preduvjet stabilnosti EES-a. Ovaj koncept je realiziran ugradnjom devet sinkronih kompenzatora jedinične snage 250 MVA u podstanice 735 kV. Naknadno je za potrebe prijenosa iz područja James Bay dana prednost statičkim Var kompenzatorima (SVC) pa ih je ugrađeno 11 komada jedinične snage 300 Mvar.
- *Konačno: serijska kompenzacija dalekovoda 735 kV.* Ukupno 11.000 Mvar serijskih kondenzatora ugrađeno je u 32 dalekovoda i time je ostvaren stupanj kompenzacije od 16 – 44 % ovisno o lokaciji. Prijenosna snaga pojedinog 735 kV dalekovoda iznosi danas 2.000 – 2.700 MW ovisno o lokaciji voda u mreži. To je povećanje od 50 % u usporedbi s prvobitnom mrežom i to uz oštrije standarde stabilnosti.

Važnost opreme i njena specifikacija

Usvajanje 735 kV prijenosa otvorilo je mnoga pitanja vezana uz opremu koja se još nije proizvodila na komercijalnoj bazi. Stručne diskusije su pokazale da je preuzeti rizik u razumnim granicama.

Prenaponi koji se javljaju kod ukapčanja dalekovoda bili su odlučujući faktor za glavu stupa i razmak faza. Oni definiraju također otpornost opreme u podstanicama na pogonske prenapone. Dinamički prenaponi zbog ispada tereta također utječu na internu izolaciju i dimenzioniranje odvodnika prenapona.

Da bi se smanjio rizik vezan za ovakav tehnološki iskorak donesena je odluka da se oprema nabavlja najmanje od dva različita proizvađača. Ta je odluka bila mudra naročito kad je riječ o transformatorima. Oni su naime pokazali veći stupanj kvarova od onih na nižim naponskim nivoima pa je naknadno njihov izdrživi napon povišen za jedan stupanj. To je bila i jedina značajna promjena spram prvotne specifikacije.

Projekt dalekovoda

Prvobitno su dužine izolatorskog lanca, glava stupa i razmak faza bili određeni uz pretpostavku da će poprečna kompenzacija biti stalno u pogonu. Ta pretpostavka kombinirana s probabilističkom metodom procjene rizika preskoka dovela je i do izbora rešetkastog stupa.

Poslije s povoljnim pogonskim iskustvima dobivenima korištenjem paralelnih otpora na prekidačima, znatno su smanjeni pogonski prenaponi. To je dovelo do manje potrebnih razmaka, manje glave stupa i manje potrošnje čelika i konačno do novog dizajna stupa.

Što se korone tiče odabran je snop od četiri vodiča promjera 35 mm (isti kao u mreži 315 kV) s razmakom 450 mm. Na osnovi prvih iskustava promjer vodiča je poslije smanjen na 30 mm. Da bismo ograničili električno polje na nivou zemlje na prihvatljivi iznos visina vodiča je povišena za 5 m iznad one u mrežama nižeg napona.

U proširenju mreže vizualni aspekt postaje sve važniji pa se u osjetljivim područjima projektiraju novi tipovi stupova. Također se projektira nova generacija stupova otpornija na ekstremna zaleđivanja kao ona iz 1998. godine. Konačna korist se očituje u čvrstoći stupa, smanjenom vizualnom zagađivanju, manjim korištenjem poljoprivrednog zemljišta i razumnijim troškovima.

Jedan od odlučujućih faktora u projektiranju dalekovoda bio je rad pod naponom u čemu je upravo HQ vodeća firma u svijetu kad je riječ o naponu 735 kV.

Oštriji standardi za projektiranje prijenosnog sistema i njegovo održavanje

Nakon 20 godina pogonskog iskustva u kojima se desio veći broj velikih raspada naročito u 1970. godini HQ je odlučio uvesti drastične mjere za poboljšanje pouzdanosti sistema. Prihvaćeno je i pooštreno niz kriterija za razvoj i pogon mreže.

Zbog rastuće mreže, njene ranjivosti s povećanim brojem vodova i stanica te raznovrsne opreme vjerojatnost poremećaja se je povećala u usporedbi s prvobitnom mrežom. Osnovne promjene u projektiranju mreže kao i promjene pogonskih standarda su se usredotočile na kontrolu napona i filozofiju otpornosti sistema na ekstremne i nepredvidive okolnosti u mreži.

RAZVOJ SVEOBUHVAATNOG PLANA OBRANE ZA EKSTREMNE NEPREDVIDIVE OKOLNOSTI

Jedna od najvažnijih posljedica novih standarda bila je potreba razvoja opsežnog plana obrane od nepredvidivih okolnosti u sistemu. Taj plan je zasnovan na komplementarnom i potpuno

harmoniziranom automatskom iskapčanju opreme i isključivanju pojedinih generatora ili potrošača. Tu je naročito važno:

- Glavna linija obrane: RPTC

Ta shema omogućuje isključivanje većeg broja generatora i dijelova potrošnje u sistemu kao i daljinsko iskapčanje paralelnih prigušnica. Zamišljena je da spriječi totalni raspad sistema, a može dovesti do iskapčanja bitnoga dijela mreže. Shema uključuje nadzor u 15 podstanica 735 kV.

- Rješenje posljednjeg sredstva: SPSR

Ta shema je zamišljena da ukopča «žrtveni» odvodnik prenapona kao preventivnu akciju kad god se pojavi povećani rizik kolapsa sistema, a djeluje na bazi detekcije gubitka prijenosnih koridora. Takav kolaps se tipično javlja kad zataji RPTC što normalno prouzrokuje odvajanje mreže, rasterećenje dugih prijenosnih puteva i ozbiljne prenaponske uvjete. Ako odvojenje mreže prouzroči ekstremno velike prenapone zatajivanje «žrtvenog» odvodnika zbog njegovih nižih karakteristika prouzročit će kratki spoj. To pak omogućuje kontrolirano i zdravo rastavljanje mreže čime se sprječavaju kvarovi na opremi i olakšava ponova uspostava sistema.

- Vrlo fleksibilna shema: MAIS

Shema je zamišljena da automatski ukapča ili iskapča 735 kV paralelne prigušnice. Sastoji se od podsustava u svakoj od 22 podstanice koji koristi lokalno mjerenje napona. MAIS kontrolira prigušnice ukupne snage 15.000 Mvar

Sustav vođenja sistema

Iskustvo u HQ sa tako rasprostranjenim i kompleksnim elektroenergetskim sistemom

je zahtjevalo detaljno razrađene procedure za planiranje i za vođenje EES-a. To se primarno odnosi na sposobnost i funkcionalnost uređaja za održavanje stabilnosti EES-a koji je kritičan za opću sigurnost mreže. Ta sigurnost ovisi uglavnom o konfiguraciji mreže i o tokovima energije kroz mnoge definirane koridore, a uključuje veliki broj opreme raznih tipova i pogonskih karakteristika.

Planiranje pogona se mora usredotočiti na strategiju striktno kontrole napona i plan održavanja dalekovoda 735 kV, serijskih kompenzatora i druge važne opreme. Bazirana na očekivanoj sposobnosti opreme i mogućim neplaniranim iskapčanjima utvrđuje se vjerojatna konfiguracija mreže i uspostavljaju se dopustivi tokovi energije.

Meža 735 kV se stalno širi i postaje sve kompleksnija. Također se povećava i broj mogućih pogonskih situacija uvođenjem spomenutih brzih automatskih shema. Nadalje, povećava se broj kontrolnih sustava generatora, sinkronih kompenzatora i SVC uređaja koje treba pažljivo prilagoditi. Kao rezultat, broj i tematika nužnih studija EES-a se dramatično povisuje. Efikasna i opsežna simulacija postaje sve važnija, naročito u odnosu na stabilnost sistema.

Vođenje se primarno odnosi na real-time nadzor statusa opreme, dobre pogonske uvjete za automatske sheme i razna pogonska ograničenja. Nadalje se bavi s naponskim nivoima, proizvodnjom sinkronih kompenzatora i SVC uređaja kao i energetskim tokovima po glavnim prijenosnim koridorima i iz glavnih proizvodnih centara. To je od bitnog značenja za sigurnost mreže i zahtijeva da sigurnosne granice utvrđene u pogonskim planovima budu uvijek dostupne dispečeru kroz efikasni informacijski sustav.

Vođenje u realnom vremenu postaje sve kompleksnije, ne samo zbog razvoja mreže, nego i zbog sve veće potrebe da se postignu

optimalni pogonski uvjeti uz istodobno održavanje sigurnosti rada EES-a. Razrađeni Information Management System se brine da se omogući brzo i optimalno donošenje odluka.

Usputni problemi

Ne treba čuditi da uvođenje ovakve pionirske 735 kV tehnologije izaziva probleme s ozbiljnim zapletima. HQ se susreo s brojnim tehničkim izazovima koji su tražili brzo reagiranje, a često mnogo rada i inovacija:

- Problem adekvatne kontrole napona u normalnom pogonu uz vrlo promjenljivo opterećenje je bio zanemaren u prvobitnom projektu pa se ubrzo iza ulaska u pogon montirani prekidači u svim 735 kV prigušnicama.
- Velika elektromagnetska oluja koja je pogodila James Bay sistem iskopčala sve SVC uređaje što je dovelo do raspada sistema. Kao privremena mjera predložena je prilagodba zaštitne sheme, a zatim je uvođenje serijske kompenzacije značajno smanjilo rizik geomagnetskih oluja prigušujući praktički istosmjerne struje koje bi kružile 735 kV sistemom.
- Masivno povećanje serijske kompenzacije prouzrokuje sekundarne smetnje naročito na prekidačima u dalekovodnim poljima kad su u dalekovode uključeni serijski koindenzatori. Provedene su detaljne analize bazirane na probabilističkom pristupu, a rezultat je bio uvođenje odvodnika prenapona na dalekovodima 735 kV. Također je došlo do novog razmještaja prekidača kao i do novih standarda za prekidače na vodovima sa serijskom kompenzacijom.
- Konačno ledena oluja 1998. imala je veliku i neočekivanu snagu. Trajala je pet dana, a led na vodičima je ponegdje iznosio u promjeru 75 mm, tj. znatno iznad kriterija usvojenih u projektu. Rezultat je bio katastrofičan. Samo na mreži 735 kV palo je 150 stupova, a volumen štete u sistemu bio je zapanjujući. Da bi se izbjegle takve posljedice u budućnosti traži se jedan opsežni program izgradnje novih vodova i pojačanje postojećih popraćeno uređajima za odleđivanje u nekim od podstanica. Taj se sistem aktivira kad god se dogodi ledena kiša kako bi odstranio led i spriječio njegovo ponovo gomilanje.

Zaključak

Nakon 40 godina iskustva 735 kV tehnologija je zrela tehnologija. HQ iskustvo se pokazalo kao optimalni način prijenosa velike količine energije na velike udaljenosti i istodobno razvoja velike mreže za duži vremenski period.

Tehnologija 735 kV je prihvaćena kao najvažnija tehnološka inovacija u Kanadi u 20. stoljeću. Za predvidivu budućnost HQ nastoji nastaviti korištenje 735 kV uz dodatak serijske kompenzacije kako bi se smanjio opseg izgradnje novih dalekovoda.

ELECTRA 8/2005-10-06

Z.C.

SEDAM AKCIJA ZA USPJEŠNU INTEGRACIJU VJETROELEKTRANA U EUROPSKI ELEKTROENERGETSKI SISTEM

Obnovljivi energetske izvori RES (Renewable Energy Sources) igraju sve važniju ulogu u europskom EES-u. Gledajući na buduću

rast RES kapaciteta najveći doprinos će dati vjetroeletktrane. Prema European Wind Energy Association – EWEA u Europi se očekuje peterostruko povećanje kapaciteta vjetroeletktrana sa 34 000 MW u 2004. godini na 180 000 MW u 2020. godini. Što se 2004. godine tiče dvije trećine svjetskih kapaciteta vjetroeletktrana je priključeno na europsku UCTE mrežu.

UCTE je zato predstavio sedam bitnih akcija potrebnih na europskom i nacionalnim nivoima.

Brz rast kapaciteta, ograničena predvidljivost i geografska koncentracija na obalna ili udaljena područja znače veliki izazov za uspješno uklapanje vjetroeletktrana u europski EES. Da bi se nosio s tim izazovom UCTE predlaže niz akcija i ispitivanja koje trebaju provesti zakonodavci, regulatorna tijela, operatori mreže i njeni korisnici s ciljem da se ustanove usklađena pravila za integraciju vjetroeletktrana. Ta pravila za pogon električnih mreža uz postojanje nestalne (isprekidajuće) proizvodnje su vitalna za sigurnost električnih mreža.

Te akcije su sljedeće:

1 Skratiti vrijeme procedure za gradnju nove mrežne infrastrukture

Izgradnja značajnih kapaciteta vjetroeletktrana, naročito onih u moru treba biti sinkronizirana s paralelnim razvojem odgovarajuće mrežne infrastrukture i to na nacionalnom i međunarodnom nivou. U usporedbi s brzom izgradnjom novih vjetroeletktrana rokovi za izgradnju novih dalekovoda traju predugo, čak i do 10 godina pa i više zahvaljujući nužnom vremenu za sve zakonske procedure. UCTE zato apelira na europsko i nacionalna zakonodavstva da skrate postupke za dobivanje dozvola i time ubrzaju izgradnju mrežne infrastrukture.

2 Osposobiti vjetroeletktrane da aktivno doprinose stabilnosti mreže

Većina vjetroeletktrana ne sudjeluje aktivno u stabilnosti mreže. U slučaju manjeg pada napona u prijenosnoj mreži, čak kad je korektno otklonjen putem zaštite, zaštita vjetroeletktrane isključuje istu s mreže. Kad se radi o velikim vjetroeletktranama to može dovesti do gubitka značajnih kapaciteta. Rizik naravno raste s povećanim kapacitetom vjetroeletktrana. Da bi se taj problem efektno riješio svi generatori, uključujući i vjetrogeneratore, moraju pročešljati svoje standarde koji se odnose na njihov način djelovanja. Regulatorni dokumenti usklađeni na međunarodnom nivou moraju biti obnovljeni u svim zemljama. Takvi dokumenti moraju biti primjenljivi i za postojeće vjetroturbine koje još ne sudjeluju u nužnoj naponskoj potpori i potpori stabilnosti sistema. One trebaju biti ili rekonstruirane ili ih treba zamijeniti s modernim turbinama. Drugim riječima, povećani udio vjetroeletktrana koncentriranih na istoj lokaciji može dovesti do situacije u mreži u kojoj se pojavljuje gubitak proizvodnih kapaciteta do 3.000 MW pa i više što vodi raspadu sistema velikih razmjera. UCTE traži harmonizaciju mrežnih pravila koja bi smanjila rizik za stabilnost sistema.

3 Preispitati pravila prioriteta za obnovljive izvore

Osim navedenih tehničkih zahvata održavanje stabilnosti traži dovoljno kapaciteta u konvencionalnim generatorima naročito kad se pojavljuju značajniji tokovi na veće udaljenosti. Takvi će se tokovi događati mnogo češće u budućnosti zbog potrebe

prijenosa s udaljenih lokacija vjetroelektrana u područja visoke potrošnje.

Europsko i nacionalna zakonodavstva moraju spriječiti da se konvencionalne elektrane istjeruju iz tih proizvodnih područja radi ograničenih kapaciteta mreže. Da bi se održao zadovoljiv kapacitet konvencionalnih izvora kao i njihova razumna lokacija uzduž mreže postojeća pravila prioriteta za prijenos energije iz obnovljivih izvora treba preispitati. Treba napomenuti da nacionalna pravila prioriteta postaju pravno upitna, jer ne samo da zapostavljaju konvencionalne izvore već također i «zelen» izvore iz drugih zemalja EU. UCTE poziva na preispitivanje prioriteta prijenosa za obnovljivu energiju i zauzima se za isti tretman za prijenos električne energije neovisno o tipu i podrijetlu proizvodnje.

Nadalje UCTE smatra važnim da se izvori s nekontinuiranom (isprekidnom) proizvodnjom stave pod kontrolu na europskom i nacionalnim nivoima kako bi omogućili da TSO smanji udio ili isključi vjetroelektrane kad su sigurnost i stabilnost prijenosne mreže ugroženi.

4 Sačuvati dovoljnu rezervnu snagu i kontrolu frekvencije

S obzirom na ograničenu mogućnost predviđanja moguće proizvodnje vjetroelektrana one zahtijevaju dovoljnu rezervu u snazi kako bi se pokrila razlika između proizvodnje i potražnje. Znači da potrebna mreža i proizvodni kapaciteti moraju biti na raspolaganju. S povećanim udjelom vjetroenergije proporcionalno raste i zahtjev za nužnom rezervom. Da bi se takav zahtjev umanjio treba razmotriti obvezu proizvađača vjetroenergije da sami uravnoteže svoju energiju na tržištu. Tako dolazi do inicijative za smanjenje troškova integracije, za nova rješenja problema rezerve, za skladištenje energije itd.

5 Analizirati buduće scenarije obnovljivih izvora i njihovu integraciju

Ekspanzija vjetroelektrana u nekim zemljama EU ima značajan utjecaj na europski EES u cjelini. Naprimjer: Koncentracija vjetroelektrana u sjevernoj Njemačkoj prouzrokuje značajne tokove kroz susjedne prijenosne mreže u Beneluxu i centralnoj Europi. Ti spontani tokovi smanjuju stabilnost sistema i imaju povećani utjecaj na pregovarački kapacitet. Kako bi se bolje analizirao budući razvoj obnovljive proizvodnje u Europi, odgovarajući utjecaj na električnu infrastrukturu u cjelini i buduće zadatke vezane za razvoj infrastrukture potrebna su korjenita ispitivanja na europskom nivou. UCTE poziva Europsku komisiju da lansira istražni projekt i pruži nužnu potporu.

Da bi se održala frekventna stabilnost, zahtjev za novim konekcijama i inicijative, regulatorna tijela moraju osigurati da vjetroelektrane budu primorane smanjivati svoju proizvodnju u slučajevima previsoke frekvencije ili kritične situacije u mreži. Ovisno o rezultatima istražnog projekta moglo bi biti povoljno razmotriti mogućnost da se proizvađači vjetroenergije sami uravnoteže na tržištu.

6 Pojačati istraživanja i razvoj za poboljšanu integraciju mreže

Usporedno s detaljnim analizama izgleda buduće europske prijenosne mreže naročitu pažnju u istraživanju i razvoju treba posvetiti rješenjima na bazi naprednih tehnologija koje će olakšati integraciju vjetroelektrana. Tako se mogu razmotriti bolje metode prognoziranja (vjetra i električne energije) nove ili

poboljšane sustave skladištenja energije i tehničko unaprjeđenje mrežne infrastrukture.

7 Postići više sigurnosti u planiranju kroz usmjeravanje novih obnovljivih izvora

Da bi se održao visoki nivo sigurnosti napajanja nužno je ostvariti veću sigurnost u planiranju proširenja i pojačanja buduće mreže. U tom smislu UCTE preporuča uvođenje europskog mehanizma usmjeravanja vjetroelektrana, npr. kroz uvođenje kvota za obnovljive izvore. Usmjeravanje kapaciteta kroz stepenastu i harmoniziranu promociju obnovljivih izvora u Europi značilo bi kamen temeljac za bolju koordinaciju u proširenju obnovljivih izvora i u razvoju infrastrukture. Također, veća sigurnost u planiranju neće biti korisna samo za operatore mreže nego i za sve sudionike na tržištu, uključujući i proizvađače energije uravnoteženja i operatore vjetroelektrana.

UCTE PRESS RELEASE 17. svibanj, 2005.

Z.C.

SIMULIRANA REALNOST

Elektroenergetski svijet se mijenja. Nekoliko velikih sistema s reputacijom vrlo pouzdanih su doživjeli u posljednim godinama veliki broj raspada. Jedan od ključeva da bi se to izbjeglo leži u temeljitom treningu dispečera tj. učenju dispečera kako postupati u neočekivanim situacijama brzo i odlučno.

Važna komponenta dispečerskog treninga je korištenje simulatora. Da bi takva poduka bila maksimalno korisna, ponašanje simulatora mora biti koliko je to moguće slično ponašanju realnog sistema. Do sada simulatori su mogli biti vrlo dobri u simulaciji stanovitih fenomena, ali manje dobri kod nekih drugih fenomena. A Dispatcher Training Simulator (DTS) poznat kao FAST-DTS razvijen u kooperaciji tvrtke ABB i Tractebel Engineering iz Belgije koristi sasvim novi model kako bi simulirao mnogo realniju sliku nego ikada do sada.

Kao dio dugoročne suradnje navedenih tvrtki, započete isporukom EMS-a (Energy Management System) od tvrtke ABB belgijskim dispečerskim centrima, odlučeno je da se stečeno iskustvo iskoristi za daljnji razvoj. Partneri su pristupili razvoju simulatora sistema koji će belgijskom operatoru prijenosne mreže (TSO) ponuditi najnapredniji alat koji postoji na tržištu.

Doprinos ABB-a se osniva na njegovoj Network Manager Platforme karakterističnoj po snažnoj bazi podataka, alatima za trening i infrastrukturi. Tractebel-ov doprinos u razvoju FAST-DTS se osniva na ROSTAG tehnologiji tj. na softveru za dinamičku simulaciju sistema razvijenom u suradnji s EDF-om.

Zašto se sistemi (EES) raspadaju?

Raspad sistema nije ništa novo, to je fenomen prisutan od izgradnje prvog dalekovoda. Međutim, neke zapadne zemlje su posljednjih godinama doživjele vrlo veliki broj raspada. Jednostavno objašnjenje za to leži u promjenama elektroenergetskog svijeta. Promjene uključuju deregulaciju energetskog tržišta; djelatnosti proizvodnje i prijenosa su se podijelile; investicije su smanjene ili odgođene; trgovačke transakcije prouzrokuju neočekivane tokove energije; povezani su na mrežu veći izvori neredovite energije, pa visokonaponska mreža radi na svojoj tehničkoj granici i u uvjetima koji nisu bili predviđeni kad je ona projektirana.

Drugim rječima stupanj sigurnosti je toliko smanjen da najmanji poremećaj može pod stanovitim uvjetima prouzročiti veliki kolaps EES-a. Prema tome operatori su dnevno suočeni sa sve zamršenijim i kritičnijim situacijama te su prisiljeni koristiti sve sofisciranije alate da bi vodili mrežu.

Učenje i trening su kamen temeljac razboritog vođenja. Operator mora proširiti svoje razumjevanje fizičkih fenomena i naučiti pravilno reagirati u neočekivanoj situaciji. Napredni simulatori su bitni dijelovi takvog pristupa. Poznato je da se u zrakoplovstvu već mnogo godina rabe simulatori za trening pilota, ali danas se koriste i u drugim aplikacijama kao što je saobraćaj, pomorstvo, vojska.

Elektroenergetski sistemi su posebni slučaj zbog svoje kompleksnosti. Fenomeni koji se mogu dogoditi u nekom EES-u se značajno razlikuju od kratkoročnih do dugoročnih, a mogu se događati istovremeno ili se mogu preklapati. Modeliranje tih procesa zahtjeva velike matematičke sustave koji moraju djelovati u realnom vremenu. Nažalost većina danas dostupnih simulatora ima skućenu domenu upotrebe i prema tome samo parcijalne mogućnosti rješavanja problema. Upravo je izazov za FAST-DTS da ukloni takva ograničenja.

FAST: sustav simulacije koji širi granice

Većina simulatora je orijentirana prema fenomenu. To znači da su projektirani simulirati zadani izbor fenomena. Fenomeni koji se javljaju u EES-u mogu se klasificirati prema raznim kriterijima uglavnom prema njihovoj brzini ili da li su predviđeni za radnu ili jalovu energiju. Fenomen kojeg neki simulator može točno obraditi definira njegovu domenu uporabe.

Naprimjer, ako je simulator projektiran za dugoročnu stabilnost neće biti sposoban da točno simulira kratkoročne probleme. Vezano za taj pristup matematički model je to jednostavniji, što je svrha simulatora ograničenija, odnosno ako je matematički model jednostavan i sam simulator može biti jednostavan.

Takav pristup ima neka ograničenja od kojih je prvo sasvim praktično: ako operator mora trenirati za razne situacije i nepredviđene događaje, to zahtjeva nekoliko simulatora što je nepraktično. Glavno je ograničenje međutim konceptualno. Naime, u EES-u ništa nije neovisno. Kratkoročni fenomeni utječu na dugoročno ponašanje mreže; radna i jalova snaga su također povezane pa se fenomeni vrlo različite prirode mogu pojaviti istovremeno. Čak kad se simulator koristi u svojoj domeni, njegovo ponašanje može biti upitno, ako sistematski zanemaruje probleme izvan svoje domene. Jedini način da se uklone ta ograničenja je projektiranje općeg modela, tj. modela koji je sposoban suočiti se sa svim tipovima fenomena neovisno o njihovom vremenskom trajanju, ili da li se odnose na radnu ili jalovu snagu odnosno i da li se događaju istovremeno ili ne.

To je tip modela izabranog za FAST_DTS. Naravno takav model čini simulaciju mnogo kompleksnijom, ali prednosti su jasne. Pokriveno područje kreće se od gubitka sinkronizma generatora (na pr. uslijed kratkog spoja) do spore dinamike kotlova i centralizirane akcije vođenja. Drugim rječima obuhvaća fenomene od 10 Hz do kvazistatičnih. Projektanti vjeruju da je detaljni matematički model blizak fizikalnom fenomenu, a podržan snažnim softverom mnogo je robustniji od pojednostavljenog modela obično korištenog u simulatorima. Taj prošireni model je sposoban simulirati kompleksne poremećaje do raspada EES-a, a ostaje kvantitativno točan u situacijama kad su mnogi simulatori ili samo približno točni ili otkazuju.

Arhitektura FAST_DTS

S aspekta operatora simulator nadomještuje realnu mrežu, prema tome prima komande sustava vođenja i vraća vrijednosti na analogna i digitalna mjerenja. Takva razmišljanja vrijede obzirom na arhitekturu FAST-DTS-a – simulator je neovisan sustav i različit od sustava vođenja. Dva sustava komuniciraju koristeći zajednički protokol (ELCOM) kojim je sastavni dio SCADA sustava. Da bi bio što fleksibilniji FAST je integriran u ABB-ov Network Manager System. Takva arhitektura daje slijedeće prednosti:

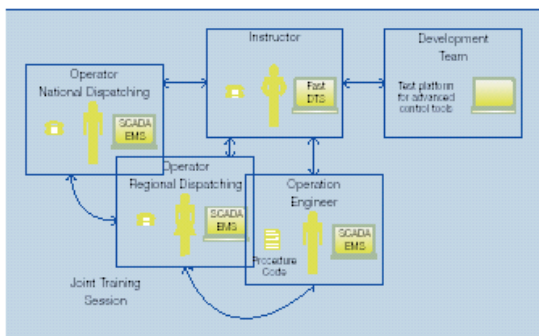
- Sustav vođenja spojen na simulator je točna replika onoga u dispečingu. Operator rukuje njime identično kao u realnom dispečingu.
- Integracija FAST u ABB-ovu Network Manager platformu dozvoljava mu korištenje bez reprodukcije alata sustava vođenja. To je svojstvo korisno, ako korisnik želi imati lakšu verziju FAST-DTS u kojoj simulator i sustav vođenja nisu odvojeni.
- ABB-ova Network Manager platforma nudi također instruktoru simuliranu infrastrukturu stanja okoliša, što mu dozvoljava efikasno graditi i nadzirati trening.
- Baza podataka simulatora nije specifična u odnosu na onu u sustavu vođenja, ona je kopija. Grupa za održavanje baze podataka ne treba dva puta raditi isti posao kad osvježuje bazu podataka.
- ELCOM linkovi se mogu umnožiti, ako nekoliko sustava vođenja treba povezati na simulator. To svojstvo je vrlo korisno naprimjer kad trening zahtjeva koordinirane akcije nekoliko operatora ili dispečinga. Ako se slijedi ELCOM protokol sustavi vođenja raznog tipa i raznih proizvođača se također mogu povezati.

Što je s podacima za dinamički model? Opći model FAST-a zahtjeva neke specifične podatke koji se ne nalaze u standardnoj bazi podataka sustava vođenja. Ustvari, model FAST-a je sasvim kompatibilan s EUROSTAG-om. To svojstvo dozvoljava fleksibilno usklađivanje dinamičkog modela, a kad je usklađen može se prenijeti u bazu podataka simulatora. Kompatibilnost modela dozvoljava prijenos stanja mreže sa simulatora u EUROSTAG. Elementi treninga se mogu ponavljati i temeljito ispitati npr. da bi se analizirala dinamika koja nije dovoljno detaljno prezentirana u SCADA sustavu. Takva analiza nije samo od velike vrijednosti onima koji treniraju, već i instruktorima kad grade nove scenarije.

FAST_DTS aplikacije

Što se tiče polja primjene FAST-DTS-a, nužno je uzeti u obzir dva stajališta: strukturalno i ono logičko u odnosu na fenomen.

Strukturalno stanovište slijedi iz arhitekture FAST-DTS (sl. 1). Kako je već objašnjeno, moguće je povezati razne sustave vođenja na simulator. Zahvaljujući arhitekturi, FAST-DTS podržava trening koji ne samo reproducira alate već i hijerarhiju operacije. To je svojstvo od velike važnosti kad se analiziraju kritične međuakcije između operatora i/ili dispečinga u normalnim i kritičnim situacijama naročito kad se ispituje nova pogonska procedura. Simulator je također idealna platforma za on-line ispitivanje naprednog alata vođenja kao nadzor sigurnosti ili centralizirani nadzor napona.

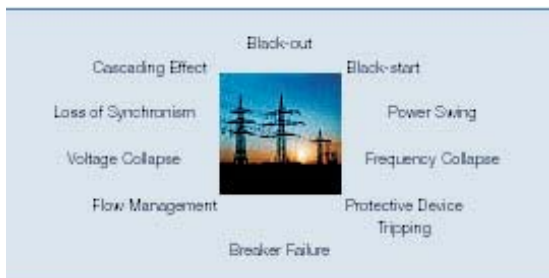


Slika 1 (Izvor: ABB Review 2/2005)

Logičko stajalište u odnosu na fenomen slijedi dinamički model FAST-DTS-a. Što je model općenitiji, to je veći djelokrug događaja koji mogu biti simulirani (sl. 2). Slijedeća lista događaja je još uvijek nekompletna:

- upravljanje prekidačima vodnih polja
- kratki spoj na vodu, transformatoru ili u stanicama
- kompenzatori jalove snage
- uključiti/isključiti zaštitne uređaje ili automatsku regulaciju
- promjena udešenja generatora (radna snaga; napon)
- uključiti/isključiti specijalne funkcije za upravljanje generatorima
- uključiti/isključiti kontrolu prekidača (zatajivanje prekidača)
- komanda preklopne sklopke transformatora.

Izbor događaja koji moraju biti uzeti u obzir od FAST-DTS-a praktički dozvoljava simuliranje mreže u svakom stanju.



Slika 2 (Izvor: ABB Review 2/2005)

Scenarij iz stvarnog života (Real-life scenario)

Scenarij omogućuje operatoru postizanje tehničke granice svog sistema, napr. kad dolazi do prenapona uslijed prevelikog broja ukopčanih kabela za vrijeme crnog starta pa kaskadni efekt vodi do ispada generatora.

Tractebel Engineering trening centar

ELIA koristi T.E. trening centar za kontinuirani trening svojih mrežnih operatora. FAST-DTS je u pogonu od 2004. godine. Komponente sustava vođenja simulatora su replika (SCADA plus EMS) dvaju dispečinga. Konfiguracija je prilagođena prema scenariju treninga i/ili porijeklu operatora. Model sadrži 900 stanica, 175 generatora, 3 000 vodova ili transformatora, 17 500 prekidača ili sklopki i preko 6 000 zaštitnih uređaja. Simulator

radi s dualnim procesorima, a tipični scenarij uključuje kontrolu tokova, napona i crni start.

Dodatni produkt za Network Manager portfolio

FAST-DTS simulator se smatra još jednim kamenom temeljcem suradnje ABB-a i Tractebel-a

Simulator se može koristiti kao samostalni sustav, može se integrirati kad se nadograđuje postojeći dispečing ili se može koristiti kao dodatak novom dispečingu.

Kao dodatak postojećem klasičnom EPRI simulatoru ABB želi uvesti ovaj napredni trening simulator u Network Manager sustav.

ABB Review 2/2005-10-27 Z.C.

C.Z.

NJEMAČKE NUKLEARNE ELEKTRANE SIGURNE I POUZDANE

Njemačke nuklearne elektrane bile su i u 2004. godini veoma visoko rangirane na međunarodnoj ljestvici najuspješnijih elektrana u svijetu. Među Top Ten u svjetskoj proizvodnji električne energije našlo se pet njemačkih nuklearnih blokova. Na vrhu te svjetske ljestvice najuspješnijih elektrana je po šesti put blok 2. nuklearne elektrane Isar. 18 njemačkih reaktora je u prošloj godini proizvelo 158 milijardi kWh. To je 27,8 posto neto proizvodnje električne energije u Njemačkoj.

Njemačke nuklearne elektrane su prema količini proizvedene električne energije na četvrtom mjestu u svijetu, nakon SAD, Francuske i Japana. Ubrajaju se u najučinkovitije i najsigurnije elektrane u svijetu. Prošle godine, u 31 zemlji svijeta bila su u pogonu 441 nuklearna reaktora i taj broj i dalje raste. U Finskoj se gradi novi blok, Kina planira graditi više novih blokova, Francuska je utvrdila lokaciju za novu nuklearnu elektranu. Što je s Njemačkom?

Na lokacijama Stade i Obrigheim obustavljeni su prvi nuklearni blokovi. Ti su blokovi s tehničkog i sigurnosno tehničkog stajališta mogli ostati u pogonu. Druge zemlje produžuju pogonskih vijek svojih blokova usporedivih karakteristika. Operatori nuklearnih elektrana slijede Dogovor sa Saveznom vladom o obustavljanju nuklearnih elektrana. Dogovoreni nuklearni konsenzus ima dvije strane, s jedne strane ograničuje količine proizvedene električne energije iz nuklearnih elektrana i s druge strane daje političku garanciju da se proizvodnja nuklearne energije neće diskriminirati.

Tih se garancija operatori ne mogu odreći. Tko tu garanciju dovodi u pitanje, odriče se Dogovorom utvrđenog načela o nediskriminiranju proizvodnje nuklearnih elektrana do njihovog zatvaranja. Naknadno opozivanje nuklearnih elektrana Biblis i Philippsburg pravno nije pokriveno Zakonom o nuklearnoj energiji. Očito je da će se u ovim slučajevima morati izjasniti njemački sudovi.

Politika i energetika u Njemačkoj stoje pred velikim izazovima. Treba računati na zamjenu dotrajalih proizvodnih kapaciteta snage 40 000 MW, do 2020. godine. Daljnjih 21 700 MW, koje treba nadomjestiti, su posljedica postupne obustave nuklearnih elektrana do 2025. godine. Do 2020. godine će pasti udio proizvodnje iz nuklearnih elektrana u Njemačkoj s 30 na 6 posto. Izgradnja novih elektrana takvih razmjera je izuzetan financijski i logistički izazov.

I već danas treba jasno istaknuti, da je supstitucija nuklearnih elektrana obnovljivim izvorima, unatoč svim naporima i željama, samo ograničeno moguća. Proizvodnjom nuklearnih elektrana u Njemačkoj izbjegnuta je CO₂ emisija od 160 milijuna tona. U takvim okolnostima bit će mnogo teže ostvariti očekivane ciljeve usmjerene na zaštitu klime.

VGB Power Tech 5/2005 - Editorial, (Dr.Hans Josef Zimmer)
doc

AREVA ZAKLJUČILA UGOVOR S FRANCUSKOM TVRTKOM ELECTRICITÉ DE FRANCE (EDF)

Framatome ANT, jedno od poduzeća tvrtki AREVA i Siemens, je kao predvodnik konzorcija, zaključio ugovor o servisiranju, s francuskom elektroprivrednom tvrtkom Electricité de France (EDF), u vrijednosti od 300 milijuna eura.

Ugovor obuhvaća zamjenu 18 parogeneratorskih jedinica u šest francuskih nuklearnih elektrana jedinične snage 900 MW kao i pripadajuće servisne usluge. Zamjena parogeneratorskih jedinica treba se obaviti tijekom planiranih servisnih pregleda elektrana, između 2006. i 2012. godine. Zamjena prvog parogeneratorskog bloka izvršit će se na bloku 4, NE Bugey, lociranoj u francuskoj regiji Rhone-Alpes.

AREVA je taj ugovor dobila zahvaljujući njenoj kompetenciji na području razvoja i upravljanja velikim projektima.

Do kraja 2004. godine AREVA je izvršila zamjenu preko 100 parogeneratorskih jedinica u 40 nuklearnih elektrana, širom svijeta. To je oko 60 posto svih takvih projekata u Americi i Europi.

VGB Power Tech 5/2005 (www.framatome-anp.com)
doc

AUSTRIAN ENERGY & ENVIRONMENT: NEKOLIKO NOVIH UGOVORA U KINI

Austrian Energy & Environment (AEE) je zaključio nekoliko novih ugovora na području pročišćavanja dimnih plinova u Kini.

AEE će izgraditi za tvrtku China Power Investment Corporation Yuanda Environmental Protection Engineering Co. Ltd, postrojenje za odsumporavanje dimnih plinova za elektranu Zuhahi, 2 x 600 MW. Opseg isporuke i usluga obuhvaća inženjering, isporuku ključnih komponenti postrojenja, montažu i konzultacije u svezi s puštanjem postrojenja u pogon (IBS).

Shandong Luneng Engineering Co. Ltd. je dodijelila tvrtki AEE ugovor za izgradnju postrojenja za odsumporavanje za elektranu Zhangqui, 2 x 300 MW s istim opsegom isporuke opreme i pružanja stručnih usluga, kao što je ugovoreno za elektranu Zhuhai.

Također je AEE zaključio sličan ugovor za elektranu Feixian 2 x 600 MW, s poduzećem Shandong Ludian Environmental Protection Co.Ltd., odnosno s Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute.

VGB Power Tech 5/2005 (www.aee.co.at)
doc

BABCOCK BORSIG SERVICE: UGOVOR U FINSKOJ

Tvrtka Babcock Borsig Service GmbH je zajedno s tvrtkom Essener Hochdruck Rohrleitungsbau GmbH dobila ugovor za

izradu i montažu visokotlačnih cijevnih sustava za novu finsku nuklearnu elektranu "Olkiluoto 3".

Na lokaciji Olkiluoto na zapadnoj finskoj obali trenutno nastaje najveći nuklearni tlakovodni reaktor na svijetu, snage 1600 MW. Elektranu gradi francusko-njemački konzorcij AREVA/Siemens Power Generation.

Vrijednost ugovora iznosi 20 milijuna eura i obuhvaća visokotlačne sustave cjevovoda svježe pare i napojne vode. U opseg uslužnih djelatnosti ugovorom su obuhvaćeni inženjering radovi na pripremi montaže i detaljni inženjering projekta., isporuku materijala, kao i prethodnu izradu s postavljanjem cjevovoda i oslonaca, uključivo s izradom završne dokumentacije.

Inženjerske usluge će se obavljati od ožujka do listopada 2005., a izrada cjevovoda je planirana za razdoblje od studenog 2005. do travnja 2006. godine. Ukupno će se montirati 1 400 tona materijala, odnosno 5 700 metara cijevi, te čelična konstrukcija i armature. Obavit će se oko 4 500 varova. Svi montažni radovi će se prema sadašnjem planu obaviti do studenog 2007. godine.

VGB Power Tech 5/2005 (www.babcock-borsig-service.de)
doc

NE OBRIGHEIM: 90 MILIJARDI kWh BEZ CO2 EMISIJE

Početkom 1969. počeo je komercijalni pogon nuklearne elektrane Obrigheim. Danas, 36 godina kasnije završava njen pogonski životni vijek. Krajem travnja, odnosno početkom svibnja 2005., treba biti obustavljena NE Obrigheim, u skladu s Dogovorom o postupnom obustavljanju nuklearnih elektrana u Njemačkoj do 2025. godine. NE Obrigheim je svojim pogonom uštedjela 90 milijuna tona CO₂. Nakon isključivanja elektrane s mreže, postrojenje će se u prve dvije godine nakon obustavljanja pripremiti za trajno zbrinjavanje. Gorivi elementi će se izvaditi iz reaktorske posude i odložiti u međuskладиšte za isluženo gorivo. Nakon toga započet će proces demontaže postrojenja, koje će završiti do 2023. godine. Usporedo s demontažom postrojenja, vodit će se znanstveni projekt o upravljanju dekomisijom elektrane. Stečena specifična znanja tijekom vođenja projekta će se kasnije koristiti za buduće postupke demontaže i zbrinjavanja opreme nuklearnih elektrana.

U 2007. godini završava post - pogonska faza nuklearne elektrane, nakon koje se postrojenje demontira u tri koraka. Tvrtka EnBW, vlasnik elektrane, razvila je koncept radnih postupaka demontaže opreme do 2023. godine.

Sadašnjim zaposlenicima elektrane nudi se mogućnost da ostanu na poslu do završetka planiranih radova, koji će praktički trajati skoro narednih dvadeset godina. Do kraja post-pogonske faze, trebat će se smanjiti broj zaposlenih s današnjih 290 na 160.

Pored brige o osiguranju zaposlenosti svojih radnika EnBW će posvetiti izuzetnu pažnju zaštiti okoliša tijekom demontaže postrojenja. Jedno istraživanje o ekološkoj podnošljivosti, koje je posvećeno analizi cjelokupnog procesa demontaže postrojenja, potvrdilo je da neće biti relevantnih negativnih utjecaja na ljude i okoliš. Također će ukupne doze zračenja koje će se pojaviti unutar postrojenja, ležati ispod zakonom propisanih granica. Radi se o demontaži oko 275 000 tona raznog materijala i opreme, kojeg će trebati zbrinuti, od čega radioaktivni otpad iznosi oko 2 500

tona, dakle manje od 1 posto. Nuklearna i radna sigurnost će biti prioritetni u procesu dekomisije elektrane.

VGB Power Tech 5/2005 (www.enbw.com)

doc

ENERGIE AG: NAJVEĆA POJEDINAČNA INVESTICIJA U POVIJESTI PODUZEĆA

Gornja Austrija je savezna austrijska zemlja s najboljim gospodarskim rezultatima. Zahvaljujući tome potrošnja energije brže raste od ostalih saveznih zemalja (4,4%), dok je prosječni rast potrošnje u Austriji oko 2,5%. Trenutačno se manjak električne energije kompenzira uvozom. Dodatni je problem očekivani manjak proizvodnih kapaciteta u Europi do 2020. godine oko 300 000 MW.

Da bi se prijeteci manjkovi snage i energije pravodobno izbjegli, tvrtka Energie AG planira izgradnju kombi elektrane na prirodni plin, snage 400 MW. Elektrana će godišnje proizvoditi 2 500 GWh električne energije. Na taj način će se povećati udio vlastite energije s 44 na 76 posto. Ovom odlukom o korištenju prirodnog plina, optimira se postojeća proizvodna struktura energetskog miksa, kojeg čine termoelektrane na ugljen i hidroelektrane.

Kombi elektrana će biti locirana u postojećem parku elektrana u Timelkamu. Investicija iznosi 163 milijuna eura. U svibnju 2005. je podnesena dokumentacija za dozvolu o izgradnji objekta. Elektrana treba biti priključena na prijenosnu mrežu u ljetu 2008.

VGB Power Tech 5/2005 (www.energieag.at)

doc

E.ON AG I OAO GAZPROM PRODUBLJUJU SURADNJU

Te dvije tvrtke su prošlog ljeta konkretizirale svoju poslovnu suradnju potpisivanjem memoranduma o razumijevanju (MoU). Prilikom najnovijeg susreta u Hannoveru učinjeni su novi koraci u konkretiziranju poslovne suradnje. To znači da E.ON može preuzeti 25% udjela u zapadno-sibirskom plinskom polju Yushno Ruskoje. Gazprom može sudjelovati u jednako vrijednim aktivnostima E.ON koncerna na području prodaje plina i električne energije u Europi. Pored toga, dva poduzeća su razmatrala gradnju plinovoda preko Istočnog mora i zajedničke aktivnosti u elektroprivrednoj djelatnosti. Ovim dogovorom E.ON može bitno poboljšati svoj položaj u nabavi plina, a Gazprom može proširiti poslovne aktivnosti i ojačati položaj na europskom tržištu plina i električne energije. Trenutačno E.ON sudjeluje u proizvodnji plina na polju Yushno Ruskoje s količinom koja predstavlja 10 posto ukupne prodaje plina tvrtke E.ON Ruhrgas. Izgradnja novog plinovoda bi predstavljala bitan doprinos sigurnosti opskrbe zapadnoeuropskog tržišta plina.

VGB Power Tech 5/2005 (www.eon.com)

doc

RWE POWER: DOZVOLA ZA IZGRADNJU BLOKOVA 2/3

Početkom travnja 2005. održana je rasprava o uvjetima za dobivanje odobrenja za izgradnju dvaju blokova na smeđi ugljen, s optimiranom tehnologijom, (BoA 2/3), na lokaciji Neurath.

U 2003. godini, puštanjem bloka BoA 1 u komercijalni pogon, na lokaciji Niederaussem, učinjen je prvi veliki tehnološki napredak.

Smeđi ugljen ostaje i u sljedećem desetljeću bitan temelj njemačke proizvodnje električne energije. Smeđi ugljen, kao konkurentan, nesubvencioniran i domaći energent, bitno doprinosi dugoročno sigurnoj, ekonomičnoj i ekološki podnošljivoj opskrbi energijom. Termoelektrane na smeđi ugljen pokrivaju 50 posto njemačkog temeljnog dijela dijagrama opterećenja.

Ulaskom u pogon dvostrukog bloka na lokaciji Neurath, smanjit će se obustavljanjem starih, dotrajalih i neekonomičnih blokova CO₂ emisija za 30 posto.

Ta investicija osigurava više tisuća radnih mjesta u tvrtki RWE Power, kod proizvođača opreme i u uslužnim djelatnostima. Veći dio komponenti elektrane bit će proizveden u pogonima lociranim u njemačkoj zemlji Nordrhein Westfalen. Izgradnjom novih blokova RWE Power preuzima tehnološko vodstvo u korištenju smeđog ugljena u procesu proizvodnje električne energije.

Električna bruto snaga novih BoA blokova je po 1 100 MW, s električnim stupnjem korisnog učinka od 43 posto. Planirana investicija od 2,2 milijarde eura, biti će najveća pojedinačna investicija u zemlji Nordrhein - Westfalen.

VGB Power Tech 5/2005 (www.rwepower.com)

doc

SIEMENS PG: NOVA OPREMA ZA VOĐENJE PROCESA U ELEKTRANI NA UGLJEN MONEYPOINT

Siemens Power Generation isporučuje opremu za vođenje procesa i zaštitu tri bloka na ugljen u irskoj elektrani Moneypoint. Mjerama osuvremenjivanja blokova, koje će se postupno provesti u sljedeće četiri godine, udvostručiti će se životni vijek 20 godina starih blokova. Novi procesni sustav Teleperm XP omogućuje fleksibilniji način pogona blokova, prilagođen zahtjevima dereguliranog tržišta. Investitor i vlasnik je tvrtka Electricity Supply Board (ESB), vodeće irsko opskrbno poduzeće energijom. Ugovoreni iznos je preko 20 milijuna eura.

TE Moneypoint, smještena na rijeci Shannon u mjestu County Clare je jedina irska elektrana na ugljen na otoku. Sa instaliranom snagom od 900 MW, pokriva oko 25 ukupne potrošnje. Elektrana ima veliki značaj za sigurnu opskrbu električnom energijom zemlje, tako da moraju dva bloka od tri postojeća biti u pogonu tijekom modernizacije. Okvirni uvjeti zahtijevaju najkraća vremena isključivanja i veliku fleksibilnost postrojenja, što omogućuje ponuđeni koncept tvrtke Siemens. Tijekom prijelazne faze u pogonu će paralelno biti stara i nova oprema za vođenje procesa.

Pored opreme za vođenje procesa, ugovor obuhvaća i isporuku elektrotehničkih komponenti za zaštitu bloka, uređaje uzbude, zaštitu generatora i sinkronizaciju. Siemens PG će obnoviti i elektronsku i hidrauličku regulaciju turbina sa zaštitom turbina i opremu za vođenje procesa odsumporavanja dimnih plinova.

S opremom Teleperm XP, irska elektroprivredna tvrtka će dobiti provjereni sustav vođenja procesa, koji je ranije ugrađen u postrojenjima Hunstown i Poolberg. Uključujući TE Moneypoint, u irskim elektranama ukupne snage 1 900 MW bit će ugrađena oprema sutava Teleperm XP, što je 40 posto instalirane snage na otoku.

VGB Power Tech 5/2005 (www.powergeneration.siemens.com)

doc

OSTVARENA SURADNJA NJEMAČKIH TVRTKI STEAG I EnBW

STEAG AG (Essen) i EnBW Energie Baden-Württemberg AG (Karlsruhe) namjeravaju nastaviti i dalje razvijati suradnju na području energetike. Obje tvrtke su potpisale ključni dokument kojim se regulira buduća suradnja na planu energetike. Trenutačno je EnBW većinski vlasnik i zajednički operator bloka na kamenu ugljen, na lokaciji Bexbach, snage 773 MW, u kojem STEAG drži 25 posto vlasništva.

Dogovorom je predviđeno da će STEAG isporučivati tvrtki EnBW električnu energiju, snage 250 MW iz svog novog bloka Duisburg-Walsum, tijekom idućih 20 godina, s mogućnošću produženja isporuke nakon tog roka. Pored toga postoji opcija da tvrtka EnBW postane suvlasnik novog suvremenog bloka. Kooperacija dviju tvrtki će se ostvarivati na području projektiranja, financiranja, izgradnje i pogona termoelektrana i prodaje električne energije iz novoizgrađenih objekata. Intenzivirat će se i suradnja na području primarnih fosilnih energenata. Novi blok na kamenu ugljen, instalirane snage 750 MW, koji će ući u komercijalni pogon 2010., smatra se trenutačno najsuvremenijim projektom na kamenu ugljen u Njemačkoj.

VGB Power Tech 5/2005 (www.steag.de)

doc

VATTENFALL: GOLDISTHAL - NOVI KOMUNIKACIJSKI CENTAR

Novi komunikacijski centar pumpno-akumulacijske elektrane Goldisthal u Thüringenu je službeno otvoren. Posjetitelji mogu dobiti zornu predodžbu o povijesti izgradnje, tehnici i funkcijama najsuvremenije pumpno-akumulacijske hidroelektrane u Njemačkoj.

PHE Goldisthal je najveća pumpno - akumulacijska elektrana u vlasništvu švedske tvrtke Vattenfall Europe.

Više od 40 000 ljudi je posjetilo pumpnu hidroelektranu od početka njene izgradnje.

U novom suvremenom komunikacijskom centru, koji je postao izuzetna turistička atrakcija, veliki paneli s tekstovima, grafikama i slikama, informiraju posjetitelje o tvrtki Vattenfall Europe, korištenju vodnih snaga, o ustrojstvu i načinu funkcioniranja PHE Goldisthal. Model krajolika predodžuje geografske i graditeljske posebnosti postrojenja hidroelektrane. Na raspolaganju je i posebna prostorija sa suvremenom medio tehnikom za prezentaciju PHE Goldisthal.

VGB Power Tech 5/2005 (www.vattenfall.de)

doc

VGB - STRUČNO SAVJETOVANJE O KORIŠTENJU OTPADA 2005.

Od 1960. godine stručna tijela VGB udruge prate tehnički razvoj korištenja otpada u postrojenjima za proizvodnju električne energije. Zahvaljujući VGB udruzi, razvijen je najučinkovitiji i ekološki najprihvatljiviji postupak korištenja otpada za proizvodnju električne energije. Emisije o kojima se toliko mnogo raspravljalo u prošlosti, toliko su smanjene da je izgaranje otpada u procesu proizvodnje električne energije postalo mjerilo za razvoj

ostalih tehnoloških postupaka proizvodnje energije. Bitne biogene komponente goriva su uglavnom CO₂ neutralne i one daju povoda da se na njega računa pri razvoju pojedinih koncepata proizvodnje energije. Biološko podrijetlo pojedinih goriva stavlja stručnjake pred nove izazove s kojima nisu računali da će se pojaviti kod tih "dobrih" goriva. Riječ je o pratećim materijama, kao što su soli, kao i sveprisutna onečišćenja koja se pojavljuju tijekom rasta biljaka i koja se nalaze u otpadu prije izgaranja. Te se štetne materije moraju odstraniti jer uzrokuju smanjenje energetske učinkovitosti postupka korištenja goriva u procesu proizvodnje električne energije i habaju pojedine komponente ložišnog sustava u procesu izgaranja.

VGB Power Tech e.V. redovito priređuje seminare, stručna savjetovanja i konferencije i pružajući svojim članovima i drugim zainteresiranim u industriji, inženjering i istraživačkim tvrtkama, raznim gradskim i državnim nadležnostima, mogućnost da se informiraju o trenutačnom stanju tehnologije i da sami tijekom rasprava dođu do novih stručnih i znanstvenih saznanja.

VGB Konferencija "Termičko korištenje otpada" se priređuje u četverogodišnjem ciklusu u kojem vremenu se organiziraju tri stručne manifestacije: VGB - Savjetovanje "Termičko korištenje otpada", VGB Konferencija "Termičko korištenje otpada" i VGB Konferencija "Elektrane u tržišnom natjecanju - tehnika, pogon, zaštita okoliša" Ove godine je održano Stručno savjetovanje "Termičko korištenje otpada" 01.06.2005. u Freiburgu.

VGB Tagung "Termiche Abfallverwertung 2005" - VGB Power Tech e.V.

doc

VGB - KONGRES "ELEKTRANE 2005"

U Poljskoj se održava od 28. do 30. rujna 2005. VGB kongres "Elektrane 2005". U 2005., godini Alberta Eisteina, međunarodna VGB druga proizvođača električne i toplinske energije s 85 godišnjom tradicijom, priređuje svoj godišnji kongres pod motom: Power meets Kyoto - Energy and Environment in the EU25".

Poljska kao najveća zemlja pristupnica proširene EU 25 je domaćin ovogodišnjeg kongresa. Rasprava o perspektivi europske proizvodnje električne energije, pridržavajući se obveza iz Kyoto protokola, se nastavlja o temama prošlih kongresa održanih u Kölnu i Kopenhagenu, u kojim je u središtu pažnje bilo pitanje pokrivanja sagledivih manjkova proizvodnih kapaciteta električne energije u Europi do 2030. godine.

VGB Power Tech e.V. Essen

doc

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE/ DECENTRALIZIRANA PROIZVODNJA

Članovi stručnih tijela, autori izvješća "Obnovljivi izvori/Decentralizirana proizvodnja" su se bavili tehničkim, gospodarskim i strateškim pitanjima korištenja obnovljivih izvora i primjenom decentraliziranih tehnologija pretvorbe energije.

Prema navedenom izvješću vodni potencijal će i u bližoj budućnosti zadržati najveći udio u korištenju obnovljivih izvora energije. Najveći rast će i dalje ostvarivati vjetroenergija. Očekuje se da će i biomasa pružiti veći doprinos proizvodnji električne energije. Gorive ćelije se smatraju tehnologijama budućnosti, koje će doprinijeti ekološki prihvatljivoj opskrbi energijom.

Glavne zadaće VGB udruge na području “Obnovljivi izvori/Decentralizirana proizvodnja” su:

- razmjena informacija i iskustava
- predstavljanje interesa operatora elektrana u nadležstvima, suradnja s proizvođačima i isporučiteljima opreme i gremijima za normizaciju
- procjena utjecaja propisa, zakona, normi i preporuka na projektiranje, opremu i pogon proizvodnih postrojenja obnovljivih izvora
- definicija i dokumentacija stanja tehnologije
- vrednovanje energetske-gospodarskih okvirnih uvjeta
- organiziranje stručnih konferencija i savjetovanja
- vođenje zajedničkih istraživačkih projekata.

U okviru VGB udruge djeluju sljedeća stručna tijela, koji se bave područjem “Obnovljivi izvori/Decentralizirana proizvodnja”:

Vodni potencijal - Steering Committee

Hidroelektrane - stručni odbor

Korištenje obnovljivih izvora i decentralizirana proizvodnja - stručni odbor

Biomasa - stručna radna grupa

Decentralizirana proizvodnja - stručna radna grupa

Vjetroelektrane - stručna radna grupa

VGB Power Tech e.V. Essen

doc

ABB: UGOVOR ZA MODERNIZACIJU TEHNIKE VOĐENJA ELEKTRANE SCHOLVEN KONCERNA E.ON

ABB je dobio ugovor za zamjenu tehnike vođenja procesa bloka C, snage 384 MW, puštenog u pogon 1969. godine u elektrani na kameni ugljen Scholven, u vlasništvu koncerna E.ON. Pored toga ABB će zaključiti ugovore o isporuci opreme i ugradnji DeNOx uređaja i uređaja za odsumporavanje dimnih plinova, te tehnike vođenja parne turbine na istom bloku. Vrijednost ugovora je 4.4 milijuna eura. Blok je projektiran i bio predviđen za bazni pogon. Promjenom situacije na tržištu električne energije, nakon ugradnje nove opreme, blok će se koristiti u srednjem dijelu dijagrama opterećenja. Da bi se osigurao daljnji ekonomičan pogon bloka bilo je nužno provesti zamjenu opreme za vođenje tehnološkog procesa. Radovi na zamjeni opreme trajat će deset tjedana i trebaju biti završeni do kraja 2005. godine.

U okviru obnove tehnike vođenja, blok će biti osposobljen za potpuno automatizirani pogon. Blokom će se upravljati jedan operator. Primjenom sustava regulacije bloka MODAN, bit će omogućena primarna regulacija frekvencije.

Pored tehnike vođenja procesa bloka, ABB osuvremenjuje i hidrauličku, odnosno elektroničku automatizaciju i zaštitu turbine. Primjenom provjerenog ABB sustava za vođenje elektrane IT System 800xA, poboljšat će se pogon bloka i sasvim iskoristiti njegovi tehnološki potencijali. Sustav se odlikuje općom sistemskom tehnikom za zaštitu i regulaciju turbine i suvremenim konceptom za nadzor, upravljanje i regulaciju.

Za posluživanje i nadzor bloka obnovit će se prostorija komande bloka C. Ranije konvencionalno koncipirana komanda bloka bit će zamijenjena suvremenom komandom, kojom upravlja jedan operator.

490

ABB će isporučiti i opremu za osuvremenjivanje nadzora tehnološkog procesa i regulacije za vođenje kotla bloka F. S novo regulacijom kotla bolje će se iskoristiti pogonski potencijali bloka F. Novi uređaji omogućuju vođenje, nadzor i optimiranje procesa.

Zadaća elektrane Scholven je pored proizvodnje električne energije i isporuka topline za sustav daljinskog grijanja. Ukupno instalirana snaga elektrane iznosi 2 600 MW.

VGB Power Tech 6/2005 (www.abb.com)

doc

ABB: HVDC Light TM ČINI ENERGIJU VJETRA LAKŠE PRENOSIVOM I PRIHVATLJIVIJOM ZA PRIJENOSNU MREŽU

ABB prezentira, kao odgovor na dena studiju mreže, povoljno rješenje za isporuku električne energije vjetroelektrana u mrežu. Europska unija se Kyoto protokolom obvezala smanjiti CO₂ emisiju. Dosljedno toj obvezi, njemačka Savezna vlada je prihvatila za cilj, pored ostalih mjera, i podvostručenje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora do 2010. godine. Bitan element za dostizanje tog cilja je ostvarenje strategije za korištenje energije vjetra na morskoj pučini (Offshore), gdje je planirano izgraditi farme vjetroelektrana ukupne snage 20 000 MW.

Pored razvoja offshore vjetroturbina velikih snaga i k tome pripadajuće tehnologije temeljenja vjetroelektrana na morskoj pučini, treba pronaći prikladna rješenja za odvođenje električne energije do kopna i njenu isporuku u postojeću prienosnu mrežu. Tehničke studije kao i rezultati dena studije pokazuju da nije u ovom slučaju prikladna primjena klasičnog trofaznog sustava za prienos energije. Preko određenih udaljenosti trofazni priključci s podmorskim kabelima nisu ni tehnički izvodivi, niti jamče stabilnost mreže u svim njenim pogonskim uvjetima.

ABB upućuje na novi razvoj “HVDC Light” ostvaren posljednjih godina, iza kojeg se krije daljnji razvoj klasične, sredinom 20. stoljeća uvedene (HVDC)-tehnike visokonaponskog istosmjernog prijenosa s poluvodičkim elementima, ali s tehnikom upravljanja iz sadašnjeg vremena. To konkretno znači da se umjesto klasičnih tiristora koriste tzv. IGBT komponente i umjesto starih analognih tehnika primjenjuju mikroprocesorske i računalno podržavane tehnike upravljanja tiristorima.

Rezultat tog razvoja je potpuno nova generacija HVDC, koja napušta svojstva klasične HVDC tehnologije i pojavljuje se kao nova generacija zaštitnim znakom HVDC Light™.

HVDC Light™ se odlikuje kompaktnošću opreme, neznatnim višim harmonicima, potpunim odvajanjem priključenih prienosnih mreža i nepostojećom problematikom jalovih snaga.

Nova tehnika se isporučuje za snage do 500 MW. Ta snaga se može prenijeti, na veće udaljenosti jednim, također novorazvijenim, dvopolnim istosmjernim kabelom.

Trenutačno je u pogonu šest takvih postrojenja, jedno prototipno, jedno demonstracijsko i četiri u punom komercijalnom pogonu. Prvo je postrojenje pušteno u pogon 1999. godine, a ostala u tijeku 2002./2003. godine. Jedno Offshore postrojenje je u izgradnji. Raspon snaga postojećih postrojenja kreće se od 8 MVA do 200 i 330 MVA..

VGB Power Tech 6/2005 (www.abb.com)

doc

ABB: BATERIJA ULAZI U GUINNESSOVU KNJIGU REKORDA

ABB i proizvođač baterija tvrtka Saft su izgradili najsnažniju bateriju na svijetu, koja će ući u Guinnessovu knjigu rekorda.

Projekt koji stoji 30 milijuna USD, treba za 60 posto smanjiti broj Black-outs.

BESS (Battery Energy Storage System), ABB-ov sustav skladištenja energije je veći od nogometnog igrališta i sastoji se od 13 760 nikal-kadmijevih energetskih ćelija, spojenih u četiri sustava.

Izgradnju sustava, koji je pušten u pogon 2003. godine naručila tvrtka Goden Valley Electric Association (GVEA), za područje Fairbanks na Aljaski. U slučaju prekida osnovnog napajanja mreže baterija postaje glavni izvor energije GVEA mreže.

Za područje, u kojem temperature zimi padnu na -50 °C, pri čemu se cjevovodi vode mogu zamrznuti za dva sata, baterija je od odlučujućeg značenja. U slučaju potrebe BESS može isporučivati dovoljno energije u mrežu za 10 000 kućanstava, sa snagom od 27 MW u trajanju od 15 minuta. U kraćem razdoblju baterija može dati na raspolaganje 46 MW.

ABB je konstruirao sustav pretvorbe energije, mjerne, zaštitne i upravljačke uređaje i opremu za komandnu prostoriju. Nikal-kadmijeve ćelije je izradila vodeća tvrtka za industrijske baterije Saft.

Sustav trenutačno i pouzdano isporučuje električnu energiju, od časa ispada osnovnog sustava za opskrbu do trenutka uključivanja pričuvnih izvora energije i isključuje potrebu angažiranja dodatnih diesel agregata. Baterije su sigurne i pouzdane. Na kraju njihovog dvadesetogodišnjeg pogona, mogu biti ponovo upotrebljive.

Projekt koji stoji 30 milijuna USD, trebao bi smanjiti broj Black-outs na području Fairbanksa na Aljasci za 60 posto.

VGB Power Tech 6/2005 (www.abb.com)

doc

BABCOCK BORSIG SERVICE: UGOVOR O OSUVREMENJIVANJU DVA STARA BLOKA U UJEDINJENIM ARAPSKIM EMIRATIMA

Babcock Borsig Service GmbH je dobio narudžbu za osuvremenjivanje dva stara bloka elektrane Al Taweelah B u Emiratu Abu Dabi, u okviru njihove privatizacije. U elektrani je ukupno instalirano 1 068 MW. Tom proizvodnom kompleksu pripada i postrojenje za desalinizaciju morske vode. Vrijednost poslova iznosi 44 milijuna USD.

Uređenje gradilišta bilo je planirano za rano proljeće ove godine. Na aktivnostima razvoja projekta osuvremenjivanja blokova bit će angažirano 250 djelatnika.

Usluge osuvremenjivanja proizvodnih jedinica obuhvaćaju pregradnju sustava loženja na Low-NOx gorache koji će moći koristiti dvije vrste goriva (prirodni plin/diesel-nafta). Za to se predviđa pregradnja cijelog sustava teškog lož ulja, uključujući čišćenje i pregradnju rezervoarskog prostora i provedbu modifikacije postojećeg pumpnog i procesnog postrojenja sustava teškog lož ulja.

Predviđa se pregradnja mjernih uređaja za naftu, plin, vodu i električnu energiju, dva diesel agregata za proizvodnju električne energije pri hladnom startu, ugradnja sustava hlađenja ulaznog

zraka za dvije plinske turbine GE9E, kao i isporuka i postavljanje postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda.

Babcock Borsig Service je u ovom poslu konzorcijski partner tvrtki Siemens i FISIA Italimpianti.

VGB Power Tech6/2005 (www.babcock-borsig-service.de)

doc

ENEL I EDF POTPISALI MEMORANDUM O RAZUMIJEVANJU (MUO)

Talijanska (ENEL) i francuska elektroprivreda (EDF) potpisali su 30.5.2005. godine Memorandum o razumijevanju (MOU) radi suradnje na francuskom EPR nuklearnom programu.

ENEL na taj način nastoji obnoviti svoje aktivnosti na nuklearnom području. Osim toga MOU doprinosi snaženju zajedničkog europskog nuklearnog projekta, koji novom suradnjom ENELA i EDF-a dobiva još jednog snažnog industrijskog partnera.

Ta suradnja je nova osnova za pojačano prisustvo ENELA na velikom europskom tržištu električne energije. Osim toga ENEL će biti u mogućnosti raspolagati s Know-how u okviru vodećeg tehnološkog EPR projekta. To je novi korak u strategiji trajnog rasta ENEL-a na području proizvodnje električne energije.

Za EDF potpisivanje MOU-a znači početak plodne suradnje ENEL-a na EPR nuklearnom programu. To je istodobno daljnji korak u deregulaciji europskog tržišta energijom.

VGB Power Tech 6/2005 (www.enel.it, www.edf.com)

doc

E.ON ANLAGESERVICE NA POWER GEN EUROPE

Već treći put u nizu E.ON Anlageservice sudjeluje kao izlagač na Power Gen Europe. Ta priredba pruža dobru platformu za predstavljanje paketa usluga tvrtke E.ON Anlageservice na međunarodnoj razini i za kontakte sa stručnim ljudima iz svijeta energetike.

Tvrtka je prošla razvojni put od pružanja usluga čisto održavanja do veoma opsežnog servisiranja postrojenja. Tvrtka je s ekipom od 650 stručnjaka i specijalista strateški usmjerena i organizacijski postavljena na pružanje kompletnih usluga od projektiranja do puštanja energetskih objekata u pogon za konvencionalne i nuklearne elektrane.

Važan dio aktivnosti tvrtke je usmjeren na nuklearne elektrane, kao što je npr. zamjena toplinskih izmjenjivača u sustavu napojne vode (NE Grohnde), zatim područje elektrotehnike aparata, puštanje u pogon zaštite generatora i regulacije napona u tijeku zamjene statora generatora (NE Grafenrheinfeld), rekonstrukcija diesel agregata, kao "all in one" ponuđač u NE Leibstadt, Švicarska, zatim radovi na reviziji, projektiranju i rekonstrukciji elektrotehničke opreme i opreme za vođenje procesa u NE Unterweser.

Pored toga tvrtka E.ON Anlageservice računa i na izgradnju novih elektrana. Kao svestrano i neovisno uslužno poduzeće otvoreno je za suradnju. Primjer je zajednička izgradnja s tvrtkom Putzmeister AG novog postrojenja za spaljivanje mulja iz uređaja za pročišćavanje zagađenih otpadnih voda u elektrani na kamenu ugljen Staudinger, koja je besprijekorno izvedena.

Tvrtka E.ON Anlageservice sudjeluje u izgradnji nove elektrane na smeđi ugljen BoA 2/3, na poslovima inženjeringa, isporuke opreme i postavljanja niskotlačnih zagrijača i spremnika napojne vode.

Aktivnosti tvrtke na međunarodnom tržištu svodila su se na specijalne usluge elektrotehničkog laboratorija i centralne radionice sa znanjima, etabliranom tehnikom i mogućnostima kompletne izrade pričuvnih dijelova za elektrane.

VGB Power Tech 6/2005 (www.eon-anlageservice.com)

doc

E.ON KUPIO SUVREMENU PLINSKU ELEKTRANU U VELIKOJ BRITANJI

Kćerka koncerna E.ON, tvrtka E.ON UK je postala 100 postotni vlasnik plinske elektrane Enfield, locirane u blizini Londona. Elektrana je kupljena za 109 milijuna GBP (oko 160 milijuna eura) (preračunato po kursu 1 euro = 0,67 GBP).

Elektrana raspolaže s instaliranom snagom od 392 MW.

Wulf Bernotat, predsjednik Uprave koncerna E.ON je izjavio: "Kupnjom suvremene i učinkovite plinske elektrane Enfield, preuzimamo vodeću ulogu u proizvodnji električne energije i jačamo poslovni položaj koncerna na našem glavnom tržištu u Velikoj Britaniji".

VGB Power Tech 6/2005 (www.eon.com)

doc

NUKLEARNA ELEKTRANA GÖSGEN: PLANIRANA OBUSTAVA POGONA ZBOG GODIŠNJEG REMONTA - INVESTICIJE ZA DUGOROČNI POGON ELEKTRANE

Krajem svibnja obustavljen je pogon švicarske nuklearne elektrane Gösgen, zbog planiranog godišnjeg remonta postrojenja. Zbog opsežnih dogradnji usmjerenih na poboljšanje sigurnosti i stupnja korisnog učinka elektrane, planirano je stajanje elektrane do kraja srpnja ove godine.

Troškovi projekta stoje oko 50 milijuna švicarskih franaka. Ugovor za pregradnju sustava za održavanje tlaka dobio je Framatome ANP, koji je izveo slične radove na nekim njemačkim nuklearnim elektranama. Nove sigurnosne ventile isporučuje Winterthur Control Components Inc (ICC), nekadašnji Sulzer Termtec AG.

U tijeku ovogodišnjeg remonta bit će izmijenjeno 40 od ukupno 177 gorivih elemenata, s četiri elementa sa svježim uranom elementima i 36 elemenata s uranom iz procesa prerađenog istrošenog goriva.

Planirana je velika revizija generatora i visokotlačnog dijela turbine. Nakon 15 godina pogona, planira se zamjena rotora visokotlačne turbine, s optimiranim lopaticama. Provest će se i konstrukcijske promjene usmjerene na poboljšanje stupnja korisnog učinka na separatoru vode, međupregrijačima i niskotlačnom dijelu turbine.

Završeni su radovi, započeti 2003. godine na izgradnji novog rashladnog tornja. U tijeku remonata provedenih 2003. i 2004. godine obnovljena je distribucija vode i odvajач kapljica. Ove godine zamijenit će se hladnjaci.

492

U tijeku ovogodišnjeg stajanja zamijenit će se polovina od 900 baterijskih ćelija, ukupne težine 100 tona. Ugradit će se nove baterije treće generacije.

VGB Power Tech 6/2005 (www.kkg.ch)

doc

NUKLEARNA ELEKTRANA LEISTADT (KKL): DUŽI ZASTOJ PROIZVODNJE

U nuklearnoj elektrani Leibstadt došlo je 28.3.2005. godine do kvara na generatoru, koja je dovela do automatskog isključivanja turbine, a time i do neplaniranog ispada bloka i zastoja u proizvodnji električne energije. Reaktor nije imao posljedica zbog toga nepredviđenog događaja. Njegova snaga je postupno smanjena na 25 posto. Postrojenje se ponašalo prema projektiranim uvjetima. Nakon prve analize pogonskog događaja odlučeno je da se reaktor potpuno obustavi u 17 sati.

Nakon opsežnog pregleda postrojenja i detaljne analize proizvođača opreme, došlo se do saznanja o prirodi kvara generatora. Kao posljedica pregrijavanja došlo je do topljenja statorskih limova generatora. To je dovelo do sekundarnih oštećenja generatora.

Sedam tvrtki, suvlasnika elektrane snose godišnje pogona i remonta elektrane i dijele proizvedenu energiju prema vlasničkim udjelima. Troškovi su praktički fiksna vrijednost, koji se plaćaju i kad elektrana ne proizvodi električnu energiju. Oni iznose oko 1.3 milijuna CHF dnevno. U te troškove su uračunati i kraći prekidi proizvodnje i godišnja revizija postrojenja.

Zbog nastale štete blok će biti izvan pogona do početka rujna 2005. To je drugi veći neplanirani zastoj nuklearne elektrane Leibstadt u tijeku njenog 20-godišnjeg pogona.

VGB Power Tech 6/2005 (www.kkl.ch)

doc

MARK-E I STADTKRAFT POVJERILI SIEMENSU IZGRADNJU KOMBI ELEKTRANE NA LOKACIJI HERDECHE

Tvrtka Mark-E AG, Hagen i norveški proizvođač električne energije Statkraft AS Oslo, ugovorili s njemačkom tvrtkom Siemens Power Generation (PG) isporuku kombi bloka na prirodni plin snage 400 MW, po modelu "ključ u ruke", koji će se izgraditi na lokaciji Herdecke.

Pored toga s tvrtkom Siemens je zaključen ugovor o održavanju kombi bloka u trajanju od 15 godina.

Nakon što je tvrtka Mark-E već u ožujku 2005. zaključila ugovor o dugoročnoj isporuci plina za kombi elektranu s WINGAS GmbH Kassel, ostvarene su sve bitne pretpostavke za projekt, koje su jamčile da će se objekt pustiti u pogon do 2007. godine.

Građevinski radovi na izgradnji visokoučinkovite i ekološki prihvatljive kombi elektrane, snage 400 MW i sa stupnjem korisnog učinka od 57,5 posto, trebaju početi u rujnu 2005.

Probni pogon kombi bloka je predviđen za jesen 2007. godine. Očekuje se godišnja proizvodnja bloka od 2.4 milijarde kWh. Zahvaljujući visokom stupnju korisnog učinka, elektrana je u prvih pet godina pogona oslobođena od poreza za prirodni plin.

VGB Power Tech 6/2005 (www.mark-e.de)

doc

MVV: KINA DOBIVA ISTRAŽIVAČKI I OBRAZOVNI CENTAR ZA VJETROENERGIJU

Snaga vjetroelektrana, koja će biti priključena na prijenosnu mrežu Narodne republike Kine, treba porasti na 3 000 MW do 2010. godine. Krajem 2001. godine u Kini je bilo instalirano svega 400 MW vjetroelektrana. Kini nedostaje stručna radna snaga koja bi savladala planirani rast vjetroelektrana. Da bi se promijenila takva situacija, Njemačko društvo za tehničku suradnju (GTZ) iniciralo je izgradnju i opremanje Istraživačkog i obrazovnog centra za vjetroenergiju u Pekingu. GTZ financira taj projekt u Kini s 1,9 milijuna eura iz sredstava Savezne vlade.

Njemačka tvrtka Energie - Consult Ingenieurgesellschaft mbH (DECON), Bad Homburg daje na raspolaganje svoje specijaliste za vjetroenergiju i obnovljive izvore energije do 2009. godine. Decon je u 100 postotnom vlasništvu tvrtke MVV Energiedienstleistungen GmbH, Mannheim.

Centar za vjetroenergiju u Pekingu će organizirati permanentne kurseve o tehničkim i ekonomskim pitanjima korištenja vjetroenergije, certificiranju postrojenja za vjetroelektrane i testiranju priključaka na mrežu. Na taj način će se stvoriti važan centar u Kini, u kojem će se pokretati sva pitanja i pružati sve informacije o vjetroenergiji i davati impulsi za stvaranje kineske vjetroenergetike. Pored pružanja opsežnog Know-how o korištenju vjetroenergije, na raspolaganju će biti i mjerni uređaji, tako da će u budućnosti kineski laboratoriji moći samostalno organizirati mjerenja i ispitivanja.

VGB Power Tech 6/2005 (www.mvv.de)

doc

RWE: BUDUĆE TEHNOLOGIJE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE - U CENTRU PAŽNJE SMANJENJE CO₂ I ŠTEDNJA PRIMARNIH RESURSA

Tvrtka RWE je razvila postupak sušenja ugljena u fluidiziranom sloju, korištenjem interne otpadne topline (WTA). Za taj postupak postoji veliki interes u svijetu. Uspješno je završeno testiranje postupka sušenja 1 400 tona australskog mrkog ugljena u ispitnom postrojenju u Frechen-u. S WTA postupkom može se povećati stupanj korisnog učinka najsvremenijih elektrana za 10 %. Za komercijalno korištenje WTA postupka predstoji proces ishođenja dozvola za izgradnju i pogon prototipnog postrojenja na lokaciji Niederaussem. Investicijski i pogonski troškovi projekta iznose 40 milijuna eura.

Pored toga RWE sudjeluje na mnogim projektima koji se bave povećanjem parametara pare budućih elektrana. U tijeku je izgradnja postrojenja za testiranje komponenti za elektranu 700 °C u Scholven-u. U tom projektu financijski sudjeluje i EU.

Već sada je RWE angažiran u mnogim nacionalnim i zajedničkim europskim projektima na razvoju opcije fosilno ložene elektrane bez CO₂.

VGB Power Tech 6/2005 (www.rwepower.com)

doc

RWE NUKEM: PRVI PUT OSTVARENA ZAMJENA PROCESNOG RAČUNALA U TIJEKU POGONA ELEKTRANE

Stručnjaci tvrtke RWE NUCEM GmbH su montirali novo procesno računalo u tijeku pogona nuklearne elektrane Gundremmingen.

Na osnovi detaljnih prethodnih radova bilo je moguće, prvi put u Njemačkoj, izvršiti zamjenu i pustiti u pogon novo procesno računalo, u tijeku pogona nuklearne elektrane. Već nakon dva i pol dana bile su na raspolaganju sve glavne funkcije sustava.

Na taj način elektrana ne ostaje bez računalne potpore u tijekom regularne faze revizije postrojenja.

Procesno računalo prima oko 12 000 signala o najvažnijim podacima procesa elektrane. Ti signali se preuzimaju i obrađuju i vizualiziraju u komandnoj prostoriji elektrane. Podaci se istodobno i pohranjuju.

Puštanje u pogon novog procesnog računala trajalo je trajalo tjedan dana. Njemu je prethodilo jednogodišnje ispitivanje u tvornici, u tijeku kojeg su provedena opsežna funkcijska ispitivanja. Sve faze projekta su stručno nadzirane i vrednovane.

Zahvaljujući dobrim iskustvima s ovim projektom, u drugoj polovini godine obnovit će se, u tijeku pogona, procesno računalo na bloku C.

VGB Power Tech 6/2005 (www.nukem.de)

doc

SIEMENS: VAŽAN UGOVOR O MODERNIZACIJI ELEKTRANE FRANCISCO PEREZ RIOS U MEKSIKU

Siemens Power Generation (PG) će potpuno modernizirati dva bloka elektrane Francisco Perez Rios, u blizini Mexico City-a. Ugovor o osuvremenjivanju blokova zaključen je s meksičkom tvrtkom Comisión Federal de Electricidad (CFE). Vrijednost ugovora iznosi 113 milijuna USD. Nakon završetka predviđenih radova, početkom 2007. godine, povećat će se snaga blokova za 60 MW. Osim toga, računa se na daljnji pogon moderniziranih blokova za idućih 20 godina.

Osvremenjivanje blokova 2 i 3 obuhvaća kompletnu obnovu turbina i generatora. Modernizirat će se kondenzatori i rashladni tornjevi, kao i tehnika vođenja procesa na oba bloka. Kotlovi i njihove sastavne komponente će se dovesti na najnovije stanje tehnike. Povećat će se stupanj korisnog učinka blokova i smanjiti emisija po proizvedenom kWh.

VGB Power Tech 6/2005 (www.siemens.com/power generation)

doc

VATTENFALL: IZGRADNJA PILOT POSTROJENJA ZA ELEKTRANU BEZ CO₂ EMISIJE

Vattenfall će izgraditi prvu pilot elektranu u svijetu na smeđi ugljen bez CO₂ emisije, na bazi tzv. Oxyfuel postupka. Pilot elektrana, u čiju će se izgradnju uložiti 40 milijuna eura bit će izgrađena na lokaciji Schwarze Pumpe.

Vattenfall pilot postrojenje, termičke snage 30 MW služit će za istraživanje i razvoj nove Oxyfuel tehnologije. Pilot elektrana bi trebala ući u probni pogon 2008. godine, nakon planirane tri godine izgradnje.

Pri tom postupku izgara smeđi ugljen u prisustvu smjese sastavljene od čistog kisika i recikliranog dimnog plina. Nova tehnologija treba omogućiti odvajanje ugljičnog dioksida u tijeku procesa izgaranja mrkog ugljena.

Švedski Vattenfall je vlasnik najsvremenijeg parka elektrana na smeđi ugljen u svijetu, koje su izgrađene u Lausitz-u i Srednjoj

Njemačkoj. U novoizgrađene elektrane, odnosno obnovljene blokove jedinične snage 500 MW, uloženo 90-tih godina 9 milijardi eura.

Projekt pilot elektrane se gradi u suradnji s vodećim istraživačkim institutima njemačkih sveučilišta.

VGB Power Tech 6/2005 (www.vattenfall.de)

doc

STRUJA IZ INDUSTRIJSKIH I PRIVATNIH ELEKTRANA

Prema podacima udruge njemačke elektroprivrede (VDEW) u Njemačkoj je električna energija iz privatnih izvora i suviška električne energije u industriji, uvedena u opću elektroprivrednu električnu mrežu, povećana u 2004. godini za okruglo 13 %, prema prethodnoj godini. Prvenstveno je povećan udio iz privatnih elektrana, na bazi obnovljive energije.

U priloženoj tablici navedena je, za godine 2003. i 2004., električna energija predana elektroprivrednoj električnoj mreži iz industrijskih i privatnih elektrana, a na kraju tablice i ukupna električna energija, utrošena u zemlji, u milijardama kWh.

Uvođenje iz	2004.	2003.
	mlrd. kWh	mlrd. kWh
industrijskih elektrana	25,1	25,6
privatnih elektrana	32,8	25,8
Ukupni utrošak el. en.	537,7	533,7

EW, god. 104(2005), br. 10

Mrk

AUTOBUS ZA SVJETSKO NOGOMETNO PRVENSTVO U NJEMAČKOJ 2006.

Na velesajmu u Hannoveru prikazan je prototip autobusa na pogon gorivim ćelijama koji je proizvela bavarska tvrtka "Proton Fuel Cell GmbH". Vozilo je prikazano, u zajedničkom nastupu kompetentnih poduzeća pokrajina Sjeverna Rajna – Vestfalija (NRW), da postane međunarodno vodeće područje u tehnologiji gorivih ćelija i vodika.

Ovaj je tip autobusa predviđen da prometuje za vrijeme svjetskog nogometnog prvenstva u Njemačkoj 2006. On će biti uključen u promet gradova Gelsekirchen, Dortmund i Köln, gdje se igra prvenstvo. Oni mogu vrlo dobro služiti za vezu sa zračnom lukom. Glavna im je prednost što nema ispušnih plinova koji zagađuju atmosferu i mogu zamijeniti dostavna poštanska električna vozila.

EW, god. 104(2005), br. 10

Mrk

PROIZVOĐAČI MNOGO OČEKUJU OD IZVOZA VJETROELEKTRANA

Na temelju sve manjeg porasta gradnje vjetroelektrana u Njemačkoj, brana proizvođača takvih elektrana sve više računa na izvoz svojih proizvoda. Izvoz je iznosio godine 2004. oko 50 % sveukupnog prometa branše, a računa se da će u godini 2005. iznositi oko dvije trećine sveukupnog prometa. Domaće će tržište opet ojačati, kad se stare jedinice postojećih vjetroelektrana zamijene novima veće snage. Mnogo se očekuje od ostvarenja

494

projekata parka vjetroelektrana u Sjevernom i Istočnom moru. Do godine 2010. predviđeno je izgraditi oko 3 000 MW instalirane snage. Računa se da će prvi park vjetroelektrana biti izgrađen u Istočnom moru godine 2006., a u Sjevernom 2007.

EW, god. 104(2005), br. 10

Mrk

PUMPNO-AKUMULACIJSKA HIDROELEKTRANA U AUSTRIJI

Između izvođača radova Vith Siemens Hydro i elektroprivrednog poduzeća Illwerke, sklopljen je ugovor vrijedan 60 milijuna eura za opremu pumpno-akumulacijske hidroelektrane Kops II. Elektrana će biti izgrađena u kaverni s neto padom oko 800 m, snage 450 MW.

Predviđa se ulazak u pogon u godini 2007/8.

EW, god. 104(2005), br. 10

Mrk

TEMEOELEKTRANE U BUDUĆNOSTI NJEMAČKE ELEKTROPRIVREDE

U njemačkoj elektroprivredi traži se najbolje rješenje za nove termoelektrane. S obzirom na stanje postojećih elektrana, planirani izlazak iz nuklearne energije i smanjenje CO₂, uz lagani porast potrošnje električne energije, moralo bi se do godine 2030. izgraditi barem 55 termoelektrana.

Procjenjuje se kako se još dugo može, uz modernizaciju i povećanja snage postrojenja, produljiti rad postojećih elektrana. Pogonska ograničenja mnogih elektrana i ograničene mogućnosti prijenosa električne energije traže, da se do 2030. godine izgradi 65 000 MW instalirane snage, a to iziskuje investicije od 40 do 50 milijardi eura.

Kod novogradnje elektrana, uz druge faktore, svakako je važna i lokacija. Danas postoje projekti elektrana instalirane snage 18 000 MW s utvrđenim lokacijama, ostalo je neizvjesno.

Svakako najvažniju ulogu ima pitanje, na kojoj će se bazi goriva projektirati nove elektrane. Nesigurnost u promjeni cijene energenata u budućnosti i cijena certifikacije CO₂, potpuno je neizvjesna. Posebna je studija izrađena u Njemačkoj, koja će olakšati elektroprivrednim stručnjacima odluku o modernizaciji elektrana. Isto je tako izrađena studija o budućim mogućnostima dobave energenata i njihovim cijenama.

EW, god. 104(2005), br. 10

Mrk

KUVAJT POJAČAVA SVOJU VISOKONAPONSKU MREŽU

S njemačkom tvrtkom Siemens i elektroprivredom Kuvajta zaključen je ugovor o izgradnji čvorne trafostanice 300/132/11 kV. Ugovor je vrijedan 70 milijuna eura. Predviđena je izgradnja trafostanice s plinom izoliranim prekidačima, sa 15 polja 300 kV, 26 polja 132 kV i 25 polja 11 kV uz dvostruke sabirnice. Ugovoreno je da cijeli uređaj funkcionira i kod temperature od 52 °C. Tvrtka Siemens će dobiti transformatore, svu zaštitu i uređaje za upravljanje.

EW, god. 104(2005), br. 10

Mrk

SUŠEJE SMEDEG UGLJENA

Tvrtka RWE Power planira izradu prototipa uređaja za predušenje smeđeg ugljena prije ulaska u proces izgaranja. Time bi se povećala efikasnost novih termoelektrana. U prototipskom uređaju u Niederanssensu, na kraju je provjeravanje tehničke i komercijalne zrelosti ovog postupka sušenja smeđeg ugljena.

EW, god. 104(2005), br. 10

Mrk

SITNA PRAŠINA U NJEMAČKOJ ATMOSFERI

Prilikom rasprave, u Njemačkoj, o utjecaju sitne prašine (čestica promjera 10 mikrometara i manje) na ljudsko zdravlje, iznijeti su podaci ureda za okoliš (UBA) o ovakvoj emisiji u Njemačkoj, u godini 2002. Na promet je ukazano kao na velikog zagađivača, ali i industrija, elektrane, kućanstva i ostalo sudjeluje u emisiji sitne prašine. Koliko je ona ukupno iznosila i emisije iz pojedinih područja navedeno je, u tisućama tona, u tablici 1. Kućanstva već danas, kao zagađivači, sudjeluju s 10 % udjela, ali očekuje se u budućnosti i povećanje, radi povećanog loženja drvom.

Tablica 1 – Emisija iz pojedinih područja

Grupa	1000 tona
Industrijski procesi	56,7
Termoelektrane i ostalo	43,1
Promet	34,8
Ukupno	134,6

EW, god. 104(2005), br. 11

Mrk

VDEW OSNIVA U NJEMAČKOJ CENTRALNO MJESTO SAKUPLJANJA ENERGETSKIH PODATAKA

Njemačka elektroprivredna udruga VDEW, savezna i komunalna poduzeća i savez njemačkog plinskog i vodnog gospodarstva, osnivaju centar za sakupljanje energetskih podataka. Energetski dobavljači moraju ionako slati upravnoj vlasti takve podatke. Svrha planiranog sakupljanja energetskih podataka na jednom mjestu je, da se daje upravnoj vlasti mogućnost gospodarskog bilanciranja i računa troškova energetskih dobavljača.

EW, god. 104(2005), br. 11

Mrk

GORIVE ČELIJE ZA KUĆANSKE POTREBE

U Njemačkoj, u Darmstadtu, prikazan je pilot projekt, kojim se gorivim ćelijama, na pogon zemnim plinom, opskrbljuje više kućanstava električnom energijom i toplinom. Ova mala elektrana toplana građena je od tvrtke SulzerHexis. Troškovi planiranja postrojenja iznosili su 131 000 eura. 50 % ovog troška snosilo je Ministarstvo pokrajine Hessen, a ostalo elektroprivreda južnog Hessena (HSE). Svrha je ovog postrojenja da se unaprijedi tehnologija gorivih ćelija i iskuša njezina ispravnost pod relanim uvjetima potrošnje u kućanstvu.

Projekt će biti stručno praćen od elektrotehničkih i informatičkih stručnjaka, stručne visoke škole u Darmstadtu i predstavnika HES-a koji su osobito zainteresirani za taj projekt. Možda će

tehnologija gorivih ćelija moći u budućnosti riješiti probleme u elektroprivredi. HES ne zanima samo uporabljivost gorivih ćelija u domaćinstvu, već i djelovanje u električnoj mreži. Tim bi se mogli dobiti vrlo važni podaci za planiranje električnih mreža. U HSE-u misle i dalje u budućnost. Stotine ovakovih gorivih ćelija mogu se preko inteligentne tehnike upravljanja vezati u virtualnu elektranu.

EW, god. 104(2005), br. 11

Mrk

STRUČNI SKUP O GORIVIM ČELIJAMA ZA POGON VOZILA, ODRŽAN NA ISLANDU

U glavnom gradu Islanda, Reykjaviku, održan je u travnu (2005. godine), stručni skup o iskustvima s vozilima na pogon gorivim ćelijama. Više od dvije godine prometuju na Islandu tri autobusa na pogon gorivim ćelijama, u okviru projekta "ECTOS", kojeg podupire i Europska komisija. Vodik i gorive ćelije uživaju na Islandu potporu na najvišem mjestu. Cilj je da Island postane prva nacija za čiji se promet upotrebljava vodik kao pogonsko sredstvo.

U isto je vrijeme u provedbi i paralelni projekt "CUTE", prema kojem u devet europskih gradova prometuje pokusni autobus s gorivim ćelijama.

Preko 150 stručnjaka, iz država cijelog svijeta, na skupu je raspravljalo o iskustvima vozila na pogon gorivim ćelijama. Referenti su iskustva ovih projekata ocijenili pozitivno, premda je bilo i nekih tehničkih poteškoća. Diskutiralo se i o netehničkim problemima, na temelju izjava putnika, u takvim autobusima. Njihovo je mišljenje pretežno pozitivno.

Shell-Hydrogen izgradio je u Reykjaviku, prvu u svijetu, punionicu gorivom za vodik, kao dio normalne stanice za benzin.

EW, god. 104(2005), br. 11

Mrk

STRUČNI SKUP EUROPSKE KOMISIJE O TEHNICI VODIKA I GORIVIH ČELIJA

Europska je komisija organizirala, u Briselu, tehnološki stručni skup "Vodik i gorive ćelije". Skupu je prisustvovalo oko 500 eksperata i vrhunskih vodećih ljudi iz elektroprivrede. Na skupu se diskutiralo o razvoju i marketingu energetske tehnike vodika i gorivih ćelija. Naglašeno je da se industrija i EU mora više angažirati, a znanstvene ustanove slati više znanja o tehnologiji vodika. EU mora razviti povoljnu političku klimu. Izloženi su razvojni ciljevi da Europa ostane na vrhu razvoja. Rečeno je da se ne može predvidjeti budući razvoj ove tehnologije, ali je sigurno da u brzom razvoju u svijetu, bit će i brz razvoj tehnologije vodika i gorivih ćelija.

EW, god. 104(2005), br. 11

Mrk

POVEZIVANJE EUROPSKE I AZIJSKE ELEKTRIČNE PRIJENOSNE MREŽE

Na putu ostvarenja međunarodne suradnje u energetici, predsjednik UCTE-a M. Fuchs najavio je izradu studije o mogućnosti spajanja europske UCTE prijenosne električne mreže s rusko-azijskom mrežom LPS/UPS. Uz UCTE sudjelovat će i

udruge vlasnika električnih prijenosnih mreža u kontinentalnoj Europi. Na izradi studije sudjelovat će preko 100 eksperata iz kontinentalne Europe i Rusije. Prema planu, ta bi električna mreža povezala 13 vremenskih zona, s 800 milijuna stanovnika, od Portugala do Mongolije.

Predsjednik UCTE-a je zaključio da povezivanje mreža biva razumno tek, ako se zajamči da opskrba električnom energijom u Europi bude i u budućnosti sigurna kao i dosada.

EW, god. 104(2005), br. 12

Mrk

KOMUNIKACIJA I INFORMATIKA U KUĆANSTVU TRAŽE TAKOĐER ELEKTRIČNU ENERGIJU

Prema podacima njemačke elektroprivredne udruge (VDEW), od ukupnog troška energije njemačkog kućanstva, najviše se energije troši na grijanje, a zatim na auto.

Uređaji komunikacija i informatike troše u prosječnom kućanstvu nešto više energije od rasvjete. Takvi su uređaji u Njemačkoj naglo rasli. Dok je u godini 1998. imalo PC oko 39 % kućanstava, taj je broj danas narastao na 61 %. Umnožili su se i priključci na internet. Godine 1998. bilo ih je 3,1 milijun, a u godini 2003. oko 18,2 milijuna. Udio u % energije za pojedine grupe potrošnje iskazane su u priloženoj tablici.

Grupa	Udio %
Grijanje	53
Auto	30
Topla voda	8
Kućanski aparati	7
Komunikacije i informatika	1
Rasvjeta	1

EW, god. 104(2005), br. 12

Mrk

TROŠKOVI PROSJEČNOG NJEMAČKOG KUĆANSTVA

Prema njemačkom statističkom godišnjaku i MVV Energie, prosječno kućanstvo u Njemačkoj mjesečno troši na struju, vodu i ostalu energiju oko 160 eura. Specifikacija mjesečnih troškova dana je u priloženoj tablici u postocima.

Grupa troškova	Udio u %
Stanarina, voda, struja, goriva	25
Promet	14
Jelo i piće	12
Kultura i zabava	9
Kućanski aparati	7
Odjeća i obuća	6
Gošćenje	5
Osiguranje – usluge	5
Zdravstvo	4
Alkohol i duhan	4
Komunikacije	2
Tjelesni uzgoj	2
Ostalo	5

EW, god. 104(2005), br. 12

Mrk

NOVI JAKI IZVORI NEUTRONA

U mjestu Garching (kraj Münchena), pušten je u rad reaktor, jaki izvor neutrona. Uređaj je vlasništvo Tehničkog sveučilišta u Münchenu. Nakon svih dobivenih dozvola sveučilište u Münchenu postalo je odgovorni vlasnik čitavog uređaja, snage 20 MW.

Na temelju visokog toka neutrona i najmodernijeg instrumentarija, ovaj izvor neutrona ima široki spektar upotrebljivosti. Internacionalnom timu znanstvenika uređaj će služiti kao osnova za istraživanje u fizici, kemiji, histologiji, medicini i nauci o materijalima.

EW, god. 104(2005), br. 13

Mrk

PROSJEČNA KORISNOST NJEMAČKIH ELEKTRANA

Njemačka velikim financijskim ulaganjima stalno povećava efikasnost svojih elektrana. Prema podacima VDEW, godine 1950. srednja korisnost elektrana iznosila je 20 %, a godine 2003. oko 38 %. Prema investicijskom programu, od 40 milijardi eura, do godine 2020. još će se efikasnost elektrana znatno povećati. Novograđene elektrane na ugljen rade s efikasnošću od skoro 45 %, a uređaji na zemni plin s plinskim i parnim tubinama postižu i 58 % efikasnosti.

Stalno godišnje povećanje korisnosti njemačkih elektrana, u postocima, navedeno je u priloženoj tablici.

Godina	Korisnost %
1950.	20
1960.	28
1970.	33
1980.	35
1990.	35
2000.	36
2003.	38

EW, god. 104(2005), br. 13

Mrk

ELEKTRANA LOŽENA BIOMASOM

Konzorcij pod vodstvom minhenskih energetičara, isporučio je termoelektrani Mannheim, koja će se ložiti biomasom, svu potrebnu tehničku opremu, kao kotao, parni uređaj i generator za proizvodnju električne energije. Tvrtka LAE-Inginnering dobavila je cijelu automatiku i uređaj za vođenje pogona. Elektrana će koristiti otpatke drveta iz industrije, uz ostali drveni otpad. Od lipnja 2005. godine drveni se otpad više ne smije bacati na deponije. Ovakvog se otpada u Njemačkoj godišnje nabere oko 10 milijuna tona. Elektrana Mannheim prva je od planirane tri elektrane, ložene biomasom. Projektom je predviđeno da elektrana proizvede godišnje 100 000 MWh električne energije, u radu od 8 000 sati, uz snagu generatora od 20 MW. Prema potrebi elektrana može industriji davati i toplinsku energiju.

EW, god. 104(2005), br. 13

Mrk

KONGRES EURELECTRO

U lipnju 2005. godine, održan je u Beču kongres krovne organizacije europskog elektrogospodarstva "Eurelectro".

Kongres se suglasio da je cilj europskog elektrogospodarstva razvijati energetske učinkovite proizvodnje, siromašnu s CO₂, sigurnu i konkurentnu. Istaknute su sve prednosti električne energije. Treba ostvariti dobivanje čiste energije, korištenjem obnovljivih energetskih izvora i nove tehnologije energetskog pretvaranja fosilnog goriva. Dalje unaprjeđivati europsko gospodarstvo povećanjem energetske učinkovitosti u prometu, trgovini i kućanstvu.

Time će se život europskih građana poboljšati i ostvariti konkurentnost europskog gospodarstva.

EW, god. 104(2005), br. 14/15

Mrk

RECIRKLIRANJE STARIH ELEKTRIČNIH OSIGURAČA

Njemačko društvo "NH-HN Recycling", koje si je stavilo u zadatak recirkulaciju izgorjelih nisko i visokonaponskih osigurača, proslavilo je svoju desetgodišnjicu djelovanja. U tih 10 godina sakupilo se, od starih osigurača oko 122 000 kg bakra i oko 2 500 kg srebra. Time je uštedeno oko 87 000 tona rude, a za transport rude 220 željezničkih vagona.

EW, god. 104(2005), br. 14/15

Mrk

VELIKO GRADILIŠTE VJETROELEKTRANA U SJEVERNOM MORU

Na velikom gradilištu u Sjevernom moru, gradi se, u svijetu, najveći park vjetroelektrana.

Sastojat će se od 80 giganstskih jedinica, visine 110 m. Prema planu, elektrane će godišnje proizvoditi 600 milijuna kWh, dostatna energija za 160 000 privatnih kućanstava.

Još je veliko gradilište "N24" od 20 km², pred zapadnom obalom Danske.

EW, god. 104(2005), br. 14/15

Mrk

VAŽNOST TEHNIKE VOĐENJA

Postojeće elektrane i europski ekonomski i politički ciljevi vode prema promjeni energetske miksa. Veliki dio postojećih elektrana, bit će u pogonu i u sljedećoj dekadi i traži pojačanu pozornost na daljnje optimiranje. Time će mnogo pomoći tehnika vođenja, kao nervni centar. Dodatni zadaci optimizacije procesa i pogona, kao i tehnologiju daljnjeg razvoja, dodaju se postojećem sustavu vođenja. Pad troškova i povećanje vremena do obnove, jesu aktualna rješenja u budućnosti. Postojeću bazu treba kombinirati, uz punu funkcionalnost integracije i to s obzirom na investicije.

EW, god. 104(2005), br. 14/15

Mrk

ENERGETSKA POLITIKA JE TEHNOLOŠKA POLITIKA

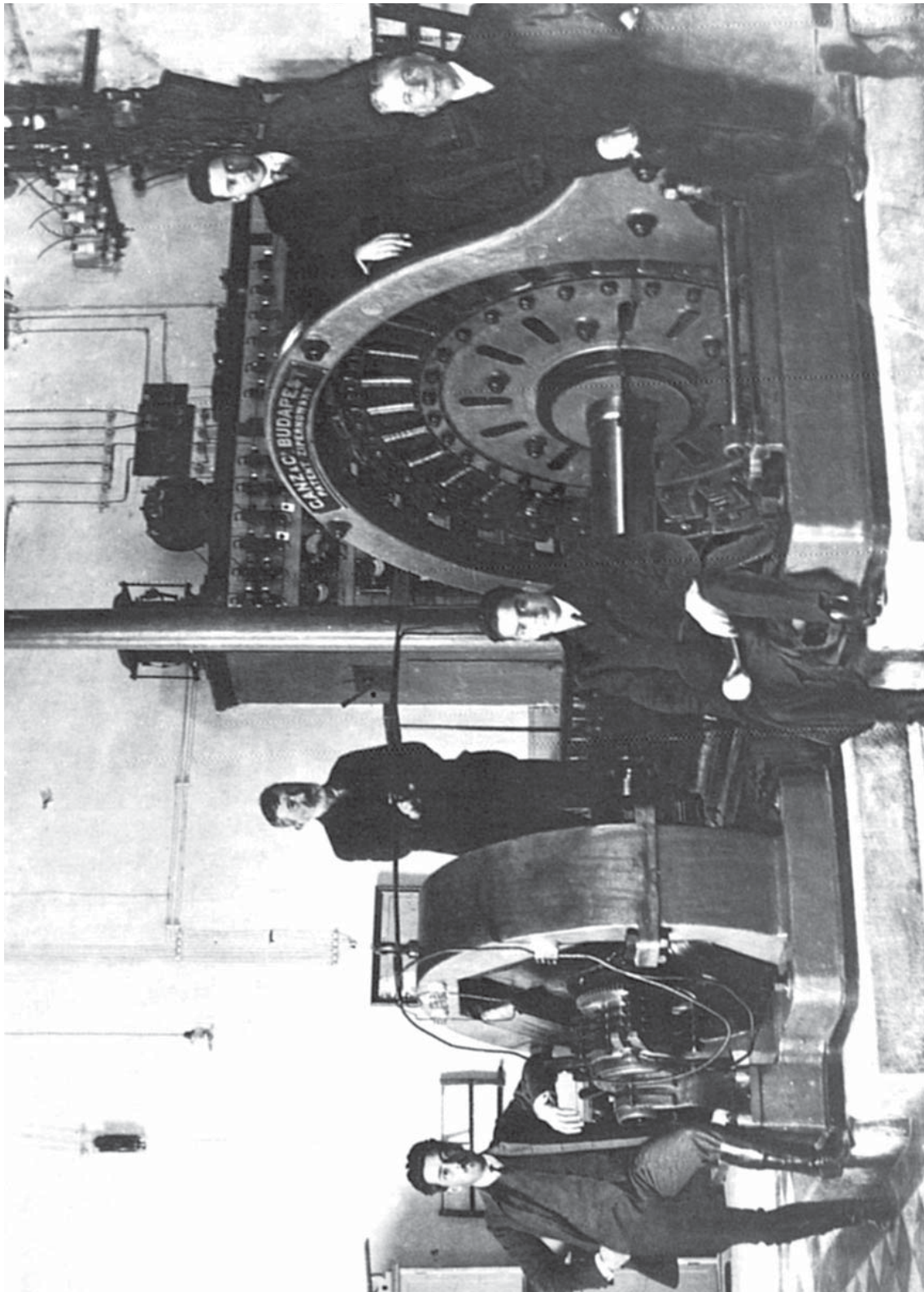
U zemlji, kao što je Njemačka, gdje se jedna trećina energije mora uvesti i biva pojačana u tijeku razvoja, kao domaća energija djeluje tehničko znanje o podizanju učinkovitosti energetskih pretvorbi. Osim toga, takva tehnička znanja stvaraju izvozne mogućnosti, od kojih zemlja živi.

Još uvijek nacionalna korisnost iznosi tek 15 %. Od 6 kWh u energentima primarne energije, na kraju energetske lanca može se koristiti 1 kWh energije. U svijetu taj je odnos još gori.

Na velesajmu u Hannoveru izložene su sve mogućnosti proizvodnje i korištenja vodika, osobito u gorivim ćelijama. Istaknuta je velika upotrebljivost gorivih ćelija u pokretnim uređajima i kao decentralizirani izvori energije velike učinkovitosti. Tehnici vodika predviđa se velika budućnost i uloga u energetici, a mogu se proizvesti i energetske pretvorbe velike efikasnosti, čime će se povećati nacionalna korisnost.

EW, god. 104(2005), br. 14/15

Mrk





Ulica grada Vukovara 78, Zagreb
Tel. ++385 1 610 60 95
Fax. ++385 1 610 93 21
www.dznm.hr

POČETAK RADA HRVATSKOG ZAVODA ZA NORME (HZN) NOVE SAMOSTALNE JAVNE USTANOVE

Nakon dugotrajnih priprema, od 1. srpnja 2005. godine započeo je s radom Hrvatski zavod za norme kao nacionalno normirno tijelo Republike Hrvatske. Hrvatski zavod za norme osnovala je Vlada Republike Hrvatske Uredbom o osnivanju Hrvatskog zavoda za norme (Narodne novine 154/2004, 44/2005) donesenom temeljem Zakona o normizaciji (Narodne novine 163/2003).

Potpisivanjem Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju Republika Hrvatska je preuzela obvezu postupnog usklađivanja s tehničkim propisima Europske unije, ali i s europskom normizacijom, mjeriteljstvom i akreditacijom te postupcima ocjene sukladnosti¹. Ispunjavanje te obveze uvjet je za priključivanje Republike Hrvatske Europskoj uniji.

Osnivanjem Hrvatskog zavoda za norme ispunjava se jedan dio zahtjeva Sporazuma, odvajaju se poslovi propisivanja (odgovornost državne uprave) od poslova normizacije (odgovornost svih zainteresiranih strana), a hrvatska se normizacija ustrojava na europski način izdvajanjem poslova normizacije izvan državne uprave u novu neovisnu javnu ustanovu. Uvođenjem članstva i članarine u Hrvatskom zavodu za norme postupno se uvodi i odgovornost zainteresiranih strana za djelomično financiranje nacionalne normizacije.

HZN je osnovan radi ostvarivanja ciljeva normizacije: povećanja razine sigurnosti proizvoda i procesa, čuvanja zdravlja i života ljudi te zaštite okoliša, promicanja kakvoće proizvoda, procesa i usluga, osiguravanja svrsishodne uporabe rada, materijala i energije, poboljšanja proizvodne učinkovitosti, ograničenja raznolikosti, osiguranja spojivosti i zamjenjivosti te otklanjanja tehničkih zapreka u međunarodnoj trgovini.

Djelatnost Hrvatskog zavoda za norme utvrđena je Zakonom o normizaciji i Uredbom o osnivanju Hrvatskog zavoda za norme kao djelatnost od interesa za Republiku Hrvatsku koju obavlja isključivo Hrvatski zavod za norme.

Osnovna djelatnost HZN-a je priprema, prihvaćanje i izdavanje hrvatskih norma i drugih dokumenata iz područja normizacije. HZN će održavati zbirku hrvatskih norma i voditi registar hrvatskih norma.

Također, ova će ustanova pružati informacije o nacionalnim, europskim i međunarodnim normama cjelokupnoj javnosti, a posebno hrvatskom gospodarstvu.

Hrvatski zavod za norme preuzeo je obveze koje je Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo dosad imao kao član međunarodnih i europskih organizacija i postao je, kao hrvatsko nacionalno normirno tijelo, njihov novi član. To su međunarodne organizacije ISO² i IEC³ te Europski institut za telekomunikacijske norme ETSI⁴ u kojima je DZNM bio punopravni član



¹ članak 73. Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju između Republike Hrvatske i Europskih zajednica i njihovih država članica

² International Organization for Standardization

³ International Electrotechnical Commission

⁴ European Telecommunications Standards Institute

i europske organizacije CEN⁵ i CENELEC⁶ u kojima je DZNM bio pridruženi član.



Hrvatski zavod za norme svojim članstvom u međunarodnim i europskim organizacijama osigurava neprekinutu dostupnost međunarodnih i europskih norma i pravo na njihovo prihvaćanje na nacionalnoj razini, ali i pravo na sudjelovanje hrvatskih predstavnika u izradi norma na međunarodnoj odnosno europskoj razini.

Također, Hrvatski zavod za norme od Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo preuzeo je dosad ustrojene tehničke odbore (DZNM/TO) u svim područjima normizacije, kao i njihove pododbore i radne skupine. Ta su tijela preimenovana u HZN/TO, odnosno HZN/TO/PO/RS. Radi se o 172 tehnička odbora, 194 pododborna i 36 radnih skupina s oko 3500 članova.

Hrvatski zavod za norme nastavlja dalje graditi nacionalnu zbirku norma koja u trenutku početka rada HZN-a sadrži oko 10000 hrvatskih norma, nastalih uglavnom prihvaćanjem međunarodnih i europskih norma.

Proces implementacije europskog zakonodavstva u hrvatsko zakonodavstvo koji je u tijeku postupno će povećavati potrebu za novim hrvatskim normama i sigurno će povećati interes za hrvatsku normizaciju. Uključivanje većeg broja zainteresiranih u normizacijski rad može ubrzati proces upoznavanja s novim europskim i međunarodnim normama i proces njihova prihvaćanja u Hrvatskoj. Prihvaćanje novih norma omogućit će njihovu dostupnost i potaknuti primjenu tako da se u Hrvatskoj očekuje postupno stvaranje kulture dragovoljne primjene norma koja je primjerena suvremenim razvijenim državama i Europe i svijeta i koja će pridonijeti spremnosti Republike Hrvatske za članstvo u Europskoj uniji.

⁵ European Committee for Standardization

⁶ European Committee for Electrotechnical Standardization



Privremena ravnateljica Hrvatskog zavoda za norme na temelju članka 16. Zakona o normizaciji (Narodne novine broj 163/2003) objavljuje

**JAVNI POZIV
za članstvo u Hrvatskome zavodu za norme**

I.

Pozivaju se sve zainteresirane pravne i fizičke osobe da podnesu prijave za članstvo u Hrvatskome zavodu za norme (u daljnjemu tekstu: HZN).

II.

Pisanu prijavu radi ostvarivanja svojih interesa u vezi s hrvatskom normizacijom može podnijeti pravna ili fizička osoba sa sjedištem, odnosno prebivalištem u Republici Hrvatskoj.

III.

Član HZN-a član je Stručnog vijeća i ima pravo sudjelovati u radu HZN-a u skladu s Uredbom o osnivanju (Narodne novine broj 154/2004, 44/2005), Statutom i drugim općim aktima HZN-a.

IV.

Članstvo se u HZN-u ostvaruje nakon pisane prijave za članstvo i potpisane izjave o prihvaćanju načela i pravila HZN-a. Ako prijavi za članstvo nije priložena izjava o prihvaćanju načela i pravila HZN-a, prijava se neće razmatrati.

V.

Član je dužan plaćati članarinu koja je određena Odlukom o iznosu članarine u HZN-u.

VI.

Pozivaju se zainteresirani da u roku od tri mjeseca od objave ovoga poziva podnesu pisanu prijavu za članstvo Hrvatskomu zavodu za norme, p.p. 167, HR-10002 Zagreb, s naznakom «ČLANSTVO U HRVATSKOME ZAVODU ZA NORME».

Obrazac za prijavu za članstvo, izjava o prihvaćanju načela i pravila HZN-a, Pravilnik o članstvu, Odluka o iznosu članarine i Statut dostupni su u HZN-u (Ulica grada Vukovara 78, Zagreb) i na internetskoj stranici: www.dznm.hr.

Privremena ravnateljica
Hrvatskog zavoda za norme

mr.sc. Snježana Zima, dipl.ing.

Dokumentacija - Obrojčivanje razdjela i podrazdjela u pisanim dokumentima

1 Svrha i područje primjene

Ova međunarodna norma uspostavlja sustav za obrojčivanje razdjela i podrazdjela u pisanim dokumentima. Odnosi se na sve vrste pisanih dokumenata, na primjer na rukopise, tiskana djela, knjige, članke u časopisima, upute za uporabu i norme.

Obrojčivanje razdjela i podrazdjela u pisanom dokumentu preporučuje se ako:

- pojašnjava redoslijed, važnost i međusobne veze pojedinih razdjela i podrazdjela
- pojednostavnjuje pretraživanje i pronalaženje pojedinih odlomaka u tekstu i omogućuje navođenje pojedinih dijelova teksta
- olakšava upućivanje unutar pisanog djela.

2 Obrojčivanje razdjela i podrazdjela

2.1 Za obrojčivanje treba upotrebljavati arapske brojeve.

2.2 Glavne razdjelje (prva razina) u pisanom dokumentu treba obrojčiti slijedom počevši brojem 1.

2.3 Svaki glavni razdio može se podijeliti na bilo koji broj podrazdjela (druga razina), koje isto tako treba obrojčiti slijedom. Ta metoda raspodjele i obrojčivanja može se nastaviti na neograničenom broju daljnjih podrazdjela (treća i četvrta razina).

Preporučuje se, ipak, ograničiti broj podrazdjela tako da je brojeve lako prepoznati, čitati i navoditi.

2.4 Između brojeva koji označavaju podrazdjelje na različitim razinama stavlja se točka (vidi primjer naveden niže). Iza broja koji označuje zadnju razinu ne stavlja se točka.

Primjer:

1. razina	2. razina	3. razina
1	2.1	2.11.1
2	2.2	2.11.2
3	2.3	2.11.3
.	.	.
.	.	.
9	2.9	2.11.9
10	2.10	2.11.10
11	2.11	2.11.11

2.5 Broj 0 (nula) može se dodijeliti prvom razdjelu na svakoj razini kako bi se označila uvodna riječ, predgovor, uvod ili neka druga slična podjela.

Primjer pregleda sadržaja:

0	Uvod
1	Morfologija
1.1	Ćitologija
1.1.1	Oblik i veličina stanica
1.1.2	Živi sadržaj stanica
1.1.2.1	Dijelovi stanica (sastavni dijelovi)

1.1.2.2	Fizičke osobine stanica
1.1.2.3	Nežive uklopine protoplasta
1.2	Histologija
1.2.1	Oblikovanje tkiva
1.2.2	Vrste stanica
1.2.2.1	Oblikovna tkiva
1.3	Organografija
1.3.1	Vegetativni organi
.	.
.	.
1.3.1.20	Lukovica općenito
1.3.1.21	Struktura tipične lukovice
.	.
.	.
2	Fiziologija
2.1	Metabolizam
2.1.1	Kemijski sastav biljke
2.1.2	Unos i kretanje hranjivih tvari
2.2	Razvoj
2.2.1	Uvjeti rasta
2.2.1.1	Mjerenje rasta
.	.
.	.
2.3	Kretanje
2.3.1	Lokomotivni pokreti

3 Navođenje brojeva razdjela i podrazdjela u tekstu

Razdjeli ili podrazdjeli navode se u tekstu prema ovim primjerima:

Primjeri¹⁾:

... u točki 4 ...

... vidi 9.2 ...

... treći odlomak u 1.1.2.2 ...

4 Govorni oblik

Kada se broj razdjela ili podrazdjela izgovara, točke se izostavljaju.

Primjeri¹⁾:

2	"dva"
2.1.1	"dva jedan jedan"
2.11	"dva jedanaest"
2.27	"dva dvadesetsedam"

¹⁾ Za izraze koji se upotrebljavaju za označivanje razdjela i podrazdjela upućujemo na točku 4 u ISO Guide 1, *Presentation of International Standards and Technical Reports*.