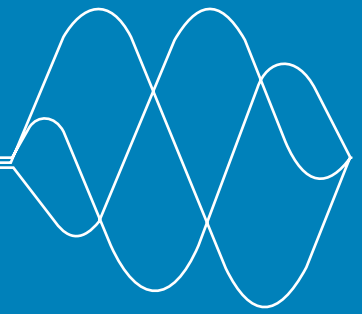


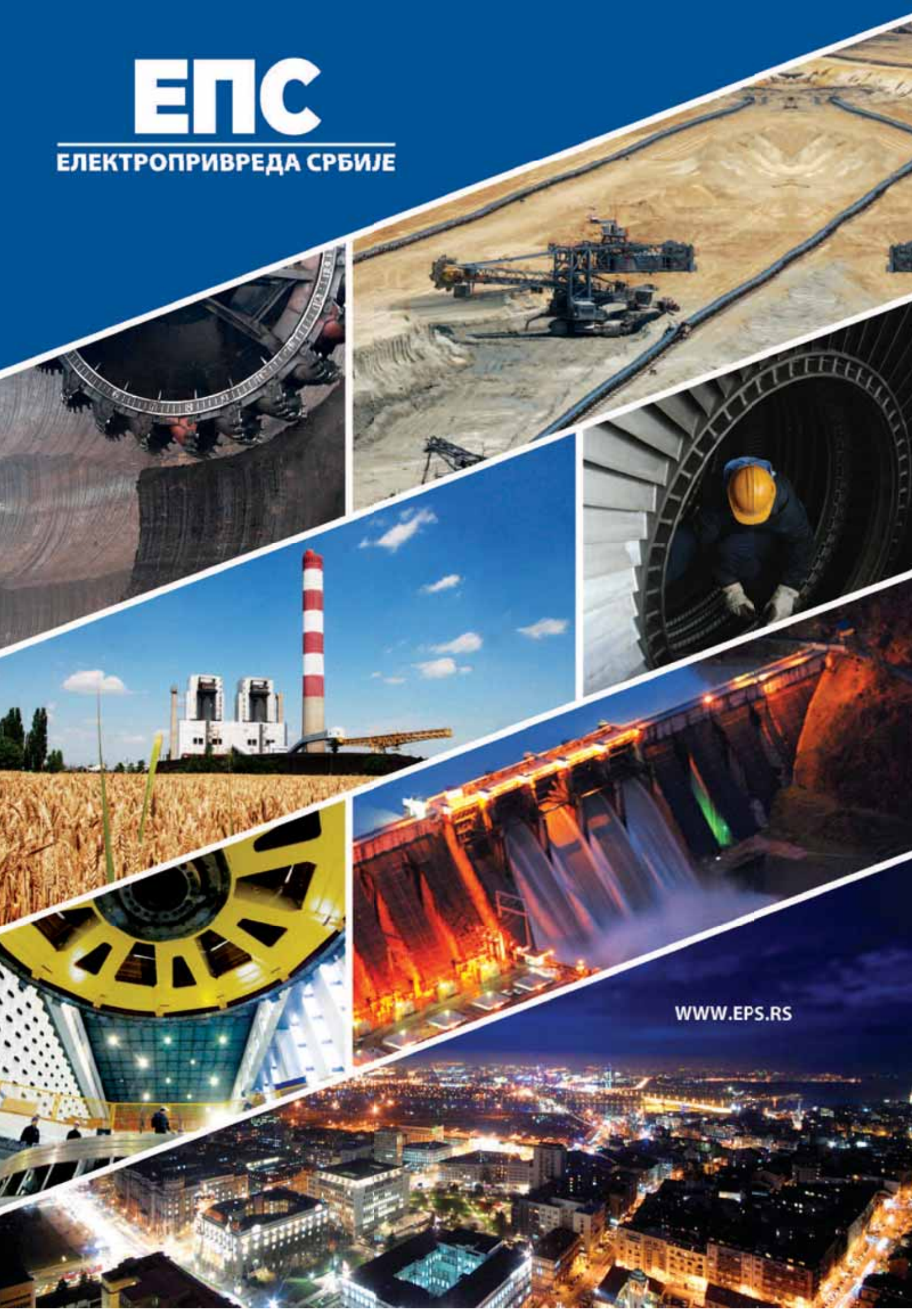
CIGRE_D

GODINA III / BROJ 6 / JUL-DECEMBAR 2017



EPS

ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ



WWW.EPS.RS

SADRŽAJ

Reč predsednika CIGRE Srbija	4
Održano 33. savetovanje CIGRE Srbija.....	5-8
Zaključci Studijskih komiteta na 33. savetovanju CIGRE Srbija.....	9-16
Najzapaženiji radovi na 33. savetovanju CIGRE Srbija	17
20 GODINA RADA SRPSKOG NACIONALNOG KOMITETA CIRED	
Zajednički rad na unapređenju elektrodistributivne struke.....	18-19
CIRED	
Održan stručni skup o planiranju razvoja distributivnih mreža	20
Održana savetovanja Nacionalnih komiteta CIGRE u regionu	21.23
Druga konferencija Regionalne CIGRE za Jugoistočnu Evropu – SEERC	24-25
47. savetovanje međunarodne CIGRE.....	26-27
NAJAVA ODRŽAVANJA 18. SIMPOZIJUMA CIGRE SRBIJA	
Upravljanje i telekomunikacije u EES	28
Pokrenut postupak za izbor novog predsednika CIGRE Srbija.....	29
NAGRAĐENI RADOVI NA SAVETOVANJU	
Praktično raspoloživi reaktivni opsezi sinhronih generatora u TE “Nikola Tesla” i njihov doprinos održavanju naponske stabilnosti prenosnog sistema	30-44
Evropski koncept jedinstvenog balansnog tržišta	45-55



Izdavač

Srpski nacionalni komitet CIGRE,
Beograd, Vojvode Stepe 412

Glavni i odgovorni urednik
Dragutin Salamon

Zamenik glavnog i odgovornog urednika
Koviljka Stanković

Tehnički urednik
Mildan Vujičić

Kontakt
cigred@hotmail.com

Periodičnost
Dva puta godišnje

Štampa
Press centar plus

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

621.3

CIGRED / glavni i odgovorni urednik
Dragutin Salamon. - God. 3, br. 6 (jul/dec. 2017)-
. - Beograd : Srpski nacionalni komitet CIGRE,
2017- (Beograd : Press centar plus). - 30 cm

Dva puta godišnje. - Tekst na srp. (lat. i ćir.)
i engl. jeziku.

ISSN 2406-2650 = CIGRED (Beograd)
COBISS.SR-ID 214999308

REČ PREDSEDNIKA CIGRE Srbija

Poštovani čitaoci, CIGRE Srbija nastavlja da izdaje periodični časopis pod nazivom **CI^GRE_D**. Smatramo da su reakcije stručne javnosti Srbije na prvih pet brojeva časopisa **CI^GRE_D** vrlo dobre i da tu praksu treba nastaviti. Koristimo i ovu priliku da još jednom pozovemo sve zainteresovane naučno-istraživačke institucije, preduzeća i obrazovne ustanove da nam se jave sa predlozima za saradnju.

Ovaj broj sadrži izveštaje o važnijim skupovima u drugoj polovini 2017. godine. Prirodno, najveći broj priloga odnosi se na održano 33. savetovanje CIGRE Srbija (Zlatibor, 5.-8. Jun 2017), uključujući i stručne radove sa ovog savetovanja.

Iako je Izvršni odbor CIRED Srbija u novembru 2016. godine doneo odluku da od 2017. godine više ne učestvuje u izdavanju časopisa **CI^GRE_D**, u ovaj broj časopisa uvrstili smo i informaciju sa proslave 20-godišnjice od osnivanja udruženja CIRED Srbija. Čestitamo kolegama na jubileju i želimo im uspešan rad.

Nadamo se da ćemo čitaoce šestog broja časopisa **CI^GRE_D** na zadovoljavajući način upoznati sa našim aktivnostima na domaćem i međunarodnom planu. Očekujemo Vašu pomoć kako bi zajedno ostvarili ciljeve naše najveće asocijacije u oblasti elektroenergetike –CIGRE Srbija.

Na kraju, u ovom broju časopisa **CI^GRE_D** prenesena je i informacija da je IO CIGRE Srbija pokrenuo postupak izbora novog predsednika CIGRE Srbija u mandatu 2018-2022. godina. To je, indirektno, najava da se više nećemo družiti u ovom obliku. Ja se svim čitaocima, Uređivačkom odboru i članovima CIGRE Srbija zahvaljujem na podršci koju ste dali ideji, a posle i naporima da se održi časopis **CI^GRE_D**.



**Predsednik CIGRE Srbija,
mr Gojko Dotlić**

Održano 33. savetovanje CIGRE Srbija

33. savetovanje u brojkama:

❖ Broj uplaćenih kotizacija (uključujući kotizacije pozvanih i počasnih gostiju CIGRE Srbija):	450
❖ Broj učesnika sa plaćenim smeštajem (uključujući smeštaj pozvanih gostiju CIGRE Srbija):	550
❖ Ukupan broj učesnika (procena):	1.000 – 1.200
❖ Broj učesnika na svečanom otvaranju:	700 – 800
❖ Ukupan broj prezentovanih radova (najviše na STK C5 Tržište električne energije i regulacija – 24 rada):	200
❖ Broj studentskih radova (najviše na STK C6 Distributivni sistemi i distribuirana proizvodnja – 8 radova):	19
❖ Broj sponzora (2 generalna pokrovitelja, 6 velikih sponzora i 5 sponzora):	13
❖ Broj izlagača (uključujući 3 sponzora):	28

Nastavljajući tradiciju dugu 66 godina, Srpski nacionalni komitet Međunarodnog saveta za velike električne mreže - CIGRE Srbija održao je na Zlatiboru svoje 33. savetovanje u periodu od 5. do 8. juna 2017. godine.

SVEČANO OTVARANJE SAVETOVANJA



Na svečanom otvaranju 33. savetovanja prisutnim gostima i učesnicima savetovanja prvi se obratio predsednik CIGRE Srbija mr **Gojko Dotlić**. Zatim su se iz redova prisutnih gostiju, predstavnika Nacionalnih komiteta iz bivše Jugoslavije, učesnicima savetovanja obratili **Edhem Bičakčić**, predsednik Bosansko-hercegovačkog Nacionalnog Komiteta CIGRE i dr **Božidar Filipović-Grčić**, generalni sekretar Nacionalnog komiteta CIGRE Hrvatske.

Učesnike savetovanja pozdravili su i predstavnici generalnih pokrovitelja Savetovanja prof. dr **Aleksandar Gajić**, član Nadzornog odbora Javnog preduzeća Elektroprivreda Srbije i **Jelena Matejić**, VD direktora

Akcionarskog društva Elektromreža Srbije. U ime svih sponzora, donatora i izlagača skup je pozdravio gospodin **Maksim Skoko**, izvršni direktor za tehničke poslove u Mješovitom holdingu Elektroprivrede Republike Srpske (MH ERS).

U okviru svečanog otvaranja 33. Savetovanja, prof. dr **Jovanu Nahmanu** dodeljeno je Priznanje za životno delo u znak priznanja i zahvalnosti za dugogodišnju saradnju i doprinos razvoju CIGRE Srbije.

Službeni deo svečanog otvaranja pratio je umetnički program koji je izvodila gospođa **Doris Karamatić** (Hrvatska) na elektro-akustičnoj i „laserskoj“ harfi.



AKTUELNE TEME

U toku 33. savetovanja, održane su 2 panel sesije:

- 1) Panel diskusija u organizaciji STK C2 na aktuelnu temu *Naponsko-reaktivna problematika u EES Srbije*. Moderator panela bio je dr **Ninel Čukalevski** (IMP), a izvestioci su bili dr **Jasna Dragosavac** (EINT), prof. dr **Jovica Milanović** (University of Manchester), **Petar Petrović** (EMS AD), **Milan Đorđević** (JP EPS) i **Dragutin Mihalić** (HOPS).
- 2) Okrugli sto u organizaciji STK C5 na aktuelnu temu iz oblasti tržišta električne energije *Projekti uspostavljanja regionalnog tržišta električne energije u Jugoistočnoj Evropi i njegovo integrisanje u panevropsko tržište*. Moderator okruglog stola bio je mr **Nenad Stefanović** (AERS), a izvestioci su bili **Branislav Đukić** (EMS AD) i **Miloš Mladenović** (SEEPEX).

STRUČNI RAD SAVETOVANJA

Stručni rad Savetovanja odvijao se u 16 grupa čiji su nazivi identični nazivima studijskih komiteta.

Osnova za diskusiju na sednicama bili su radovi (ukupno 200), napisani u skladu sa unapred definisanim preferencijalnim temama. Treba dodati da je u organizaciji STK C2, a u okviru sesije STK C2, održano predavanje po pozivu na temu *Sinhrofazorski sistemi - prednosti i problemi u eksploataciji* koje je održao prof. dr **Mladen Kezunović** (Texas A&M University, USA, dobitnik najviših priznanja međunarodne CIGRE).

Svaki studijski komitet je doneo određene zaključke po razmatranim temama, usvojio preferencijalne teme za naredno savetovanje i proglasio najzapaženiji rad iz svog domena rada.



IEEE-PES NA SAVETOVANJU CIGRE SRBIJA

U cilju ostvarivanja saradnje sa drugim strukovnim udruženjima, CIGRE Srbija je na 33. savetovanju ustupila prostor za održavanje radionice na temu *Kooperacija operatora prenosnog i distributivnog sistema u izmenama i dopunama Pravila o radu mreže (tzv. Grid kodova) s obzirom na najnovije izazove u prenosnom sistemu*. Organizator radionice je bio IEEE PES Ogranak za Srbiju. Moderator radionice je bio dr **Žarko Janda** (INT), a učesnici u radu naši stručnjaci iz INT, JP EPS, EMS AD, ETF i AERS.

TEHNIČKA IZLOŽBA

Za vreme savetovanja održana je i Tehnička izložba na kojoj je 28 kompanija iz zemlje i inostranstva prikazalo svoja najnovija tehnička dostignuća u proizvodnji elektroenergetske opreme, kao i projektovanju i izgradnji elektroenergetskih objekata i sistema. Održano je i 10 poslovnih prezentacija. Ovde treba napomenuti da je kompanija **General Electric Holdings** iz Beograda učestvovala po 2 osnova, kao „veliki“ sponzor i kao sponzor andriod/IOS aplikacije za 33. savetovanje.

STUDENSKI FORUM



Na 33. savetovanju CIGRE Srbija, po prvi put od osnivanja, organizatori su pozvali studente elektrotehnike – energetski odsek da učestvuju na savetovanju kao autori ili koautori radova. Odazvalo se 27 studenata sa više elektrotehničkih fakulteta i visokih škola u Srbiji. U 19 radova koji su bili prezentovani na savetovanju studenti su bili prvi autori ili koautori. Posle stručnih rasprava na sesijama studijskih komiteta izabrani su najzapaženiji studentski radovi uzimajući u obzir sledeće kriterijume:

- rad je čisto studentski
- prvi autor rada je student
- student je izlagao rad.

Na kraju savetovanja održan je **Studentski forum** na kome su studenti upoznati sa organizacijom i aktivnostima CIGRE, sumirani su efekti njihovog učešća na savetovanju i dodeljena priznanja prvim autorima najzapaženijih studentskih radova. Treba napomenuti da je sponzor studenata na 33. savetovanju bio Mješoviti Holding Elektroprivrede Republike Srpske (MH ERS)

SKUPŠTINA CIGRE SRBIJA

Na Skupštini CIGRE Srbija 2017/2, koja je održana u toku 33. savetovanja, bila je samo jedna tačka dnevnog reda *Razmatranje i usvajanje Izmena i dopuna Statuta CIGRE Srbija*. Iz redova učesnika na savetovanju obezbeđen je potreban kvorum za donošenje ovako važne odluke.

Zaključci Studijskih komiteta na 33. savetovanju CIGRE Srbija

Kompletni zaključci Studijskih komiteta sa 33. savetovanja dati su u Izveštaju o radu (koji je dostupan na sajtu CIGRE Srbija www.cigresrbija.rs), a ovde su prezentovani samo oni koji se odnose na razmatrana stručna pitanja.

STK	Zaključci
A1	<p>Predsednik: Glišo Klasnić, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd</p> <p>A1.1. U Republici Srbiji je nastavljeno sa projektima i realizacijom radova na produženja životnog veka turbo i hidro generatora u elektranama JP EPS. Obim rekonstrukcija generatora u većini elektrana ima karakter rekonstrukcija osnovnih komponenti ili ugradnje novih generatora. Ti projekti imaju zadatak da se realizuje najoptimalnije tehničko rešenje sa stanovišta energetske efikasnosti, produženja veka elektrane, fleksibilnosti eksploatacije, povoljnijih uticaja na zaštitu životne sredine, smanjenja svih rizika u eksploataciji i obezbeđenje kvalitetnog monitoringa na generatorima. Domaći instituti i ustanove, kao i deo industrije, uključeni su u tehno-ekonomske analize, izvođenje radova i projektovanje i implementaciju novih sistema upravljanja i nadzora.</p> <p>A1.2. Nastavljene su aktivnosti na modernizaciji pobudnih sistema i instalaciji grupnih regulatora.</p> <p>A1.3. Najznačajniji proizvođač obrtnih električnih mašina u Republici Srbiji ATB Sever iz Subotice permanentno radi na optimizaciji konstrukcije hidrogeneratora i motora smanjenjem električnih i mehaničkih gubitaka.</p> <p>A1.4. Postignut je napredak u oblasti uvođenja u praksu savremenih metoda tehničke dijagnostike i kontinualnog monitoringa generatora zasnovanih na svetskim iskustvima i razvoju domaće opreme (parcijalna pražnjenja i magnetni monitoring polja rotora).</p> <p>A1.5. Ocenjeno je da pri revitalizaciji i zameni postojećih generatora treba izabrati opremu sa najoptimalnijim performansama sa stanovišta životnog veka, troškova održavanja, energetske efikasnosti, ispunjenja zahteva prenosnog sistema i dr.</p>
A2	<p>Predsednik: mr Aleksandar Popović, AD Elektromreža Srbije, Beograd</p> <p>Bez zaključaka po razmatranim stručnim pitanjima.</p>
A3	<p>Predsednik: Nenad Trkulja, dipl.inž., AD Elektromreža Srbije, Beograd</p> <p>A3.1. Podržava se rad proizvođača na unapređenju postojeće i razvoju nove visokonaponske opreme i STK A3 daje bez rezervnu podršku i podsticaj za intenziviranje rada na ovom polju. Potrebno je unaprediti saradnju između proizvođača i korisnika visokonaponske opreme u cilju iznalaženja novih rešenja i načina poboljšanja tehničkih karakteristika, kvaliteta i postupaka održavanja VN opreme. Takođe, Komitet smatra da je zajednički rad korisnika opreme, instituta i fakulteta na unapređenju postojeće opreme izuzetno značajan s aspekta pouzdanosti i smanjenja broja kvarova.</p> <p>A3.2. Nastaviti rad na osavremenjivanju i poboljšanju dijagnostičkih metoda za ocenu stanja opreme u elektroenergetskom sistemu, a u cilju preduzimanja mera za produženje njenog životnog veka i smanjenja broja kvarova. Posebnu pažnju posvetiti metodama za monitoring i dijagnostiku stanja metaloksidnih odvodnika prenapona bez iskrišta u pogonu.</p>

	<p>A3.3. Nastaviti rad na unapređenju održavanja u eksploataciji visokonaponskih rasklopnih aparata, mernih transformatora i odvodnika prenapona, uz praćenje svetskih trendova i iskustava.</p> <p>A3.4. Nastaviti sa praćenjem statistike kvarova i analize pouzdanosti visokonaponske opreme, kako bi se pokazatelji pouzdanosti mogli porediti sa svetskim. U tom smislu pojačati saradnju između proizvođača i korisnika, naročito u delu koji se odnosi na uputstva za održavanje i eksploataciju visokonaponske opreme.</p> <p>A3.5. Nastaviti intenzivirati radna analizama i praćenje promena stanja umrežama izazvanih uključivanjem novih distribuiranih izvora.</p>
B1	<p>Predsednik: mr Biljana Stojanović, EPS Distribucija, Beograd</p> <p>Bez zaključaka po razmatranim stručnim pitanjima.</p>
B2	<p>Predsednik: Nebojša Petrović, dipl.inž., AD Elektromreža Srbije, Beograd</p> <p>B2.1. Kako je na nadzemnim vodovima u istočnoj Srbiji u prethodnih trideset godina uočena pojava galopiranja zaštitnog užeta, a isto tako i u Rumuniji i u Istri i Dalmaciji u Hrvatskoj, predlaže se:</p> <p>B2.1.1. Izrada mape oblasti gde se može javiti galopiranje.</p> <p>B2.1.2. Snimanje dalekovoda pomoću kamera sa senzorima za oscilaciju provodnika.</p> <p>B2.1.3. Praćenje i evidentiranje situacija na terenu sa zemlje.</p> <p>B2.1.4. Pribavljanje podataka od meteorološkog zavoda.</p> <p>B2.1.5. Izrada internog standarda za definisanje uslova pri kojima se rade proračuni elipsi galopiranja.</p> <p>B2.1.6. Izrada detaljne tehno-ekonomske analize primene mera za sprečavanje galopiranja postojećim i novim dalekovodima.</p> <p>B2.2. Za usaglašavanje proračuna čeličnih stubova dalekovoda sa EUROCODE standardima zaključci su sledeći:</p> <p>B2.2.1. Razmatranje primene EUROCODE standarda je neodvojivo od razmatranja primene samog standarda SRPS EN 50341-1.</p> <p>B2.2.2. Standard SRPS EN 50341-1 objedinjuje distributivne i nadzemne vodove spajanjem standarda EN 50341-1:2001+A1:2009 i EN 50423-1 i usklađen je sa nedavnim izdanjima EUROCODE.</p> <p>B2.2.3. Neki od ključnih kritičnih elemenata normativa koji se odnose na građevinske konstrukcije:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Slučajevi opterećenja. • Opterećenje od vetra. • Rastojanje između zavrtnjeva. • Dopušteno pomeranje vrha stuba. • Proračun cevni stubova • Potencijalni problemi i izazovi u procesu usklađivanja regulative su, formalno, formiranje adekvatne radne grupe, koju čine kvalifikovani stručnjaci (operatori sistema, projektanti, izvođači, fakulteti) i tehnički, donošenje odluka u okviru radnih grupa, po navedenim kritičnim elementima • Problemi i izazovi: <ul style="list-style-type: none"> – Postojeće familije stubova – novi i postojeći DV; – Informisanje i obuka inženjera za primenu novih pristupa. <p>B2.3. Za odluku o prelasku sa dva na tri provodnika po fazi u prenosnom sistemu Srbije na naponskom nivou 400 kV, pored analiza o uticaju prečnika provodnika, broja provodnika po fazi, razmaka u snopu i međufaznog rastojanja 400 kV nadzemnih vodova na naponski gradijent provodnika i jačinu buke usled korone treba uzeti u obzir i sledeće:</p>

	<p>B2.3.1. Strujno opterećenje prenosne mreže 400 kV u periodu od sledećih 20 do 30 godina.</p> <p>B2.3.2. Nivo gubitaka i ekonomska gustina struje.</p> <p>B2.3.3. Povećanje horizontalnih (bočnih) sila sa stubove zbog trećeg provodnika jer se povećava površina nadzemnog voda na koju deluje vetar.</p> <p>B2.3.4. Povećanje vertikalnih (gravitacionih) sila zbog trećeg provodnika.</p> <p>B2.3.5. Prirodna snaga voda se smanjuje sa povećanjem međufaznog rastojanja, na primer za 2 provodnika po fazi 490/65 mm² prirodna snaga voda na međufaznom rastojanju od 8.8 m je 538 MW, a na međufaznom rastojanju od 12 m je 514 MW.</p> <p>B2.3.6. Prirodna snaga voda se povećava sa povećanjem broja provodnika po fazi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Za međufazno rastojanje od 8.8 m sa 2 provodnika po fazi 490/65 mm² prirodna snaga voda je 538 MW, a sa 3 provodnika po fazi 490/65 mm² prirodna snaga voda je 636 MW. • Za međufazno rastojanje od 12 m sa 2 provodnika po fazi 490/65 mm² prirodna snaga voda je 514 MW, a sa 3 provodnika po fazi 490/65 mm² prirodna snaga voda je 603 MW. <p>B2.3.1. Kako prirodna snaga voda zavisi od kvadrata linijskog napona, američki institut za elektroenergetiku EPRI (Electric Power Research Institute) preporučuje u pojedinim analizama razvoja dela prenosnih mreža i izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova da se za 400 kV nadzemne vodove koriste tri provodnika po fazi sa prečnicima od 25 do 27 mm, a za nadzemne vodove 500 kV da se koriste tri provodnika po fazi prečnika od 29 do 32 mm. Za svaku pojedinačnu analizu treba uzeti u obzir i prognozirana strujna opterećenja prenosne mreže.</p> <p>B2.3.2. Analizom treba doći do optimalnog elektromagnetnog koridora koji će da obuhvati i jačnu električnog i magnetnog polja i jačinu buke usled korone. Moguće je raditi analizu sa više varijanti, ali je neophodno pre toga utvrditi ciljne zahteve. Na primer, Elektromreža Srbije je i bez zakonskih propisa za zaštitu stanovništva od nejonizujućih zračenja imala za cilj da jačina električnog polja i jačina magnetne indukcije budu prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije i Evropske unije, neavisno od zona povećane osetljivosti. Elektromreža Srbije treba da na sličan način odredi i ciljne vrednosti za zaštitu od buke.</p> <p>B2.3.3. Važno je istaći da je, pored izmerene jačine zvuka instrumentima, što je objektivni parametar, merodavna i subjektivna jačina zvuka koja pokazuje da ljudsko uho ne čuje isu jačinu zvuka u decibelima izmerenu instrumentima, tako da je tehnička akustika uvela jedinicu za subjektivnu jačinu zvuka. Veza između jačine zvuka u decibelima i subjektivne jačine zvuka zavisi od frekvencije i određena je na dijagramima izofonskim linijama.</p> <p>B2.4. Upotreba konusnih armirano-betonskih stubova prstenastog poprečnog preseka pokazala se u dužem eksploatacionom periodu kao vrlo praktična i ekonomski isplativa. Paleta nominalnih dužina i nominalnih sila vremenom se širila, a broj proizvođača povećavao. Sve značajnije mesto u primeni zauzimaju betonski stubovi za nadzemne vodove 35 kV. Ovakav oblik stubova korišćen je i kod fundiranja mostovskih konstrukcija po sistemu "Karpoš" tokom 50-tih godina dvadesetog veka, ali je zbog uočenih nedostataka u pogledu dubine fundiranja, naročito u rečnim tokovima, napušten. Kod projektovanja ovog tipa konstrukcija uočavaju se problemi u usvajanju potrebne armature, jer softverski paketi daju potrebnu armaturu "razmazanu" po celom obimu prstenastog preseka. Različite varijante usvojenih prečnika šipki daju različitu nosivost i za istu površinu armature, pa je neophodna dodatna analiza preseka po celoj dužini stuba. U konačnom, neophodna je eksperimentalna analiza ispitivanjem na uticaj zamenjujućeg (probnog) opterećenja. Kod nas se osim postojećih preporuka, radi na uvođenju</p>
--	---

	<p>međunarodnih standarda, koji tretiraju širu problematiku ispitivanja pod probnim opterećenjem stubova od betona, ali i od čelika i plastike. Rezultati ispitivanja pokazuju da armirano-betonski stubovi imaju vrlo dobru duktilnost i povoljan raspored prslina duž celog stuba na ekvidistanci približno jednakoj koraku spiralne (poprečne) armature. Vrednosti zaostalih deformacija, nakon rasterećenja, su unutar dozvoljenih granica za armirano-betonske nosače, a prsline se u potpunosti zatvaraju. Ujednačenost kvaliteta je zanačajna prednost ovako proizvedenih stubova, a trajnost bez održavanja tokom eksploatacionog perioda je jedna od osnovnih prednosti.</p> <p>B2.5. Primena slaboizolovanih provodnika za izgradnju nadzemnih 35 kV vodova je tehnookonomski opravdana kada nema drugih tehničkih mogućnosti za rekonstrukciju, dogradnju i izgradnju nadzemnih vodova.</p> <p>B2.6. Dynamic Line Ratings (DLR) sistemi na osnovu iskustva u njegovoj primeni u prethodne dve godine, kao i na osnovu iskustava TSO-a u ENTSO-E:</p> <p>B2.6.1. Zagušenja u prenosnoj mreži zbog tržišta električne energije.</p> <p>B2.6.2. Dinamičkog upravljanja prenosnim sistemom, da nema podešenja zaštite od preopterećenja na zimski i letnji period (dva sezonska perioda).</p> <p>B2.6.3. Prioritizaciju investicionih projekata, neki navode i najjednostavnije odlaganje investicija zbog povećanja strujne opteretljivosti nadzemnih vodova, što posebno uključuje i integraciju obnovljivih izvora električne energije, a to znači i bolje upravljanje finansijskim, ljudskim i vremenskim resursima.</p> <p>B2.1. Komparativna analiza primene podzemnih i nadzemnih visoko-naponskih vodova pokazuje:</p> <p>B2.7.1. Nadzemni vodovi ostaju dominantni sistem prenosa električne energije, kablovi poslednjih godina i kod nas postaju sve češće neizbežni u razvoju mreže.</p> <p>B2.7.2. Odluka o primeni jednog ili drugog sistema mora biti praćena analizom mnogih aspekata:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tehnička ograničenja, • ekonomski aspekt, • aspekt uklapanja u okruženje, • aspekt prihvatljivosti od okruženja. <p>B2.7.3. Svaki pojedinačni projekat koji se razvija i kod koga su prisutne karakteristike adekvatne primeni kablovskih tehnika i nadzemnih vodova, mora se analizirati sa stanovišta svih navedenih principa. Nekada ekonomski ili tehnički neopravdane odluke mogu biti i jedine izvodljive.</p> <p>B2.2. Neophodno je nastaviti rad na razmatranju mogućih rešenja provodnika za zamenu visokonaponskih nadzemnih vodova od 10 kV do 400 kV koji su predviđeni za revitalizaciju u skladu sa postupcima predviđenim IEC standardima, kao i razmatranje mnogobrojnih konstrukcija visokotemperaturnih provodnika (High Temperature Low Sag – HTLS conductors) koji se prema svojim osobinama mogu koristiti za rešavanje različitih situacija gde treba povećati prenosnu moć dalekovoda uz prevazilaženje postojećeg stanja dalekovoda i stanja izgrađenosti terena u zoni ispod dalekovoda. Ključna stvar u predloženom pristupu rekonstrukciji (revitalizaciji, rehabilitaciji) nadzemnih vodova jeste standardizacija komponenti dalekovoda, a posebno provodnika. Ovaj zaključak je identičan zaključku sa 31. savetovanja CIGRE Srbije koje je održano 2013. godine.</p>
<p>B3</p>	<p>Predsednik: prof. drDragutin Salamon, Elektrotehnički fakultet Beograd</p> <p>B3.1. Potrebno je nastaviti rad na revitalizaciji postojećih postrojenja koja su sve starija, uz primenu najsavremenijih rešenja i opreme. Treba insistirati na preciziranju i pojednostavljenju važeće zakonske regulative koja se odnosi na problematiku revitalizacije postrojenja.</p>

	<p>B3.2. Treba težiti što većoj racionalizaciji postrojenja, posebno distributivnih. To važi za nova postrojenja (izbor optimalne jednopolne šeme, što racionalnije korišćenje raspoloživog prostora, minimizacija uticaja na okolinu), ali i za postojeća postrojenja u smislu smanjenja troškova pogona i održavanja.</p> <p>B3.3. Potrebno je pokloniti posebnu pažnju postrojenjima koja se izvode na ograničenim prostorima, posebno u velikim gradovima, u cilju povećanja njihove fleksibilnosti u pogonu i minimizacije uticaja na okolinu.</p> <p>B3.4. Ukazano je na probleme koje u praksi stvaraju neki važeći zakonski propisi, posebno u oblasti javnih nabavki. Ti se problemi najviše javljaju kod nabavki opreme kada je u velikoj meri narušen princip unifikacije opreme, što u velikoj meri poskupljuje i otežava održavanje postrojenja.</p> <p>B3.5. U tehnoekonomskim analizama pojedinih varijanti mogućih rešenja postrojenja potrebno je u većoj meri uvažavati proračune pouzdanosti uz obuhvatanje procene šteta koje mogu nastati kao posledica prekida napajanja potrošača.</p> <p>B3.6. Pri planiranju postrojenja potrebno je posebnu pažnju pokloniti njihovom uticaju na okolinu i taj uticaj minimizirati koliko god je to moguće.</p>
B4	<p>Predsednik: drAleksandar Nikolić, EI „Nikola Tesla“, Beograd</p> <p>B4.1. Uticaj energetske pretvarača i opreme energetske elektronike na kvalitet napajanja električnom energijom je privukao pažnju publike, posebno zbog činjenice da su prezentovani radovi iz ove oblasti prikazali načine rešavanja konkretnih problema. Prikazan je način rada niskonaponskih energetske AC/DC pretvarača jednog rudarskog objekta za površinsku eksploataciju, koji se električnom energijom napajaju iz srednjenaponske 6kV mreže preko sopstvene transformatorske jedinice na samom objektu. Posebno je ukazano na negativni uticaj na rad računara i druge elektronske opreme koja je dominantna u posmatranom konzumu potrošača, obzirom da se radi o poslovnim objektima iz industrijskog kruga. Analiza kvaliteta električne energije koja se sprovodi prilikom priključenja malih elektrana na distributivnu mrežu je takođe privukla pažnju, posebno zbog ukazanih nedostataka važeće regulative koja pokriva ovu oblast (standardi, pravila o radu distributivnog sistema). U jednom od radova je pokazano rešenje razvijeno projektovanjem i implementacijom sistema dinamičke kompenzacije reaktivne snage sa tiristorskom (SCR) regulacijom u realnom vremenu u pogonu za proizvodnju peleta snage 500 kW. Ugrađenim sistemom je otklonjen problem injekcije strujnih tranzijenata u distributivnu mrežu i povećan korisni momenat motora na projektovanu vrednost.</p> <p>B4.2. Napajanje i upravljanje sistemima u termoelektranama su i ovaj put bila jedna od tema koja je privukla veliku pažnju publike. Rad u kojem se razmatra problematika i optimizacija rada regulisanih pogona vibracionih sista koja se koriste za odvajanje kotlovskog pepela od šljake na termoelektrani TENT-B je posebno privukao pažnju, a na sastanku STK B4 je izabran kao najzapaženiji rad. Takođe problematika kontrole kvaliteta i adekvatnog ispitivanja elektronske opreme u elektroenergetskim objektima je privukla veliku pažnju, budući da ima krajnje praktičan aspekt primene. U ovoj pod temi predstavljen je razvijeni regulisani izvor jednosmernog napajanja 20 V, 4000 A za ispitivanje kompresionih spojnica za dalekovodnu užad. Energetski pretvarači za potrebe obnovljivih izvora energije takođe privlače pažnju publike. U ovoj oblasti je prikazano rešenje sa jednosmernim neizolovanim pretvaračem podizačem napona. Primarna aplikacija razvijenog pretvarača je u kaskadno realizovanim pretvaračima snage do jednog kilovata koji se napajaju sa do četiri solarna panela.</p>
B5	<p>Predsednik: mrJovan Jović, AD Elektromreža Srbije, Beograd</p> <p>B5.1. Studijski komitet smatra da je od izuzetnog značaja da se ostvari efikasan timski rad Instituta, Fakulteta, EMS, EPS i ODS na usklađivanju radnih parametara zaštitnih i drugih uređaja važnih za stabilan i bezbedan rad EES Srbije.</p>

	<p>B5.2. Podržava se rad na razvoju novih uređaja u funkciji zaštite i upravljanja, algoritama za rad, novih automatika i šema delovanja, uz poseban naglasak na operativnu primenljivost razvijenih rešenja.</p> <p>B5.3. Još jednom se potencira da je neophodno da se donesu ili dopune i usaglase odgovarajuće procedure koje će propisati odgovornosti i način postupanja u slučajevima većih poremećaja, ili havarijskih situacija.</p> <p>B5.4. Neophodno je da stručne službe OPS i ODS definišu jasne tehničke uslove za rad uređaja zaštite i automatike za postrojenja sa obnovljivim izvorima električne energije.</p> <p>B5.5. Potrebno je da se intenzivira rad na aktuelnim temama:</p> <ul style="list-style-type: none"> • uticaj priključenja obnovljivih izvora na VN (naročito VE) iz konteksta sistema relejne zaštite, automatike, upravljanja i merenja, uključivo i DLR i sl., • koordinisani sistemi regulacije napona na VN (TSO, ODS, proizvođači) korišćenjem OLTC transformatora, uključivo i VVC (centralno), • potreban nivo i način razmene informacija operator – KPS u smislu sistema relejne zaštite, automatike, upravljanja i merenja, • modifikacije postojećih VN postrojenja u cilju obezbeđenja punog daljinskog upravljanja (bez posade), • štice kratkih ili kritičnih vazdušnih vodova, • znavljanje VN uređaja za zaštitu koji imaju (za današnje pojmove) neodgovarajuće karakteristike, • zaštite VN objekata u kojima je moguća ugradnja kompenzacije (npr. prigušnice) otočne ili redne, • uloga operatora u oblasti kvaliteta EE (pravila, tehnički uslovi, merenje, uređaji, koordinacija, primena mera, sankcije), • komparacija analitičkih i merenih vrednosti parametara vodova
C1	<p>Predsednik: dr Bojan Ivanović, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd</p> <p>Bez zaključaka po razmatranim stručnim pitanjima.</p>
C2	<p>Predsednik: dr Ninel Čukalevski, Institut „Mihailo Pupin“, Beograd</p> <p>C2.1. Na bazi izloženih radova i posebno na bazi diskusije, može se zaključiti da se trend porasta značaja problematike regulacije reaktivnih snaga i napona nastavlja, posebno u svetlu pogoršanja naponskih prilika u EES Srbije. Uticaj distribuiranih izvora i porošača, a pogotovo eventualna primena u regulaciji učestanosti i napona je obrađena u više studentskih radova. Regionalne i evropske energetske integracije sa ciljem formiranja jedinstvenog evropskog tržišta električne energije i uticaj na upravljanje EES, poput ocene adekvatnosti i netovanja odstupanja su takođe opisane u više radova. Radovi u kojima su data iskustva iz prakse su uvek dragoceni. Ovoga puta su u tri rada opisana testiranje agregata, a prikazana su i iskustva u upravljanju prenosnim sistemom i saniranju poremećaja. Na kraju, prikazani su i nove aplikacije koji se uvode u EES Srbije, poput aplikacija za vođenje balansnog tržišta električne energije i uvođenja PMU uređaja u NDC.</p>
C3	<p>V.D. Predsbnika: Nada Curović, AD Elektromreža Srbije, Beograd</p> <p>Bez zaključaka po razmatranim stručnim pitanjima.</p>
C4	<p>Predsednik: prof. dr Zlatan Stojković, Elektrotehnički fakultet Beograd</p> <p>C4.1. Rad usmeriti u saglasnosti sa tematikom SC C4 CIGRE Pariz. U ovom trenutku je aktivno oko 30 radnih grupa koje razmatraju različite aspekte problematike STK C4. Neki od njih se odnose na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • merenje i raspodelu parametara struje groma u visoke objekte; • upravljanje rizikom kvara izolacije vodova i postrojenja usled atmosferskog pražnjenja;

	<ul style="list-style-type: none"> • metode za procenu zaštite vodova vrlo visokog napona (1000 kV AC i 800 kV DC); • elektromagnetsku kompatibilnost u sistemima sa vetroelektranama i velikim solarnim elektranama priključenim na mrežu; • problem kvaliteta električne energije i potrebu za poboljšanim modelima u vezi harmonijske analize; • frekvencijsku zavisnost parametara tla u proračunu udarnih karakteristika uzemljivača i uticaj na pouzdanost rada elektro-energetskog sistema; • razumevanje uticaja geomagnetskih pojava na rad visokonaponskih mreža; • tehnike merenja brzih i vrlo brzih tranzijenata u postrojenjima i invertorskim stanicama; • tehnike numeričkog proračuna tranzijenata uključujući značajan prodor elektromagnetskih metoda i modela.
C5	<p>Predsednik: mr Nenad Stefanović, AERS, Beograd</p> <p>C5.1. Promene na tržištu, usvojeni rokovi za realizaciju propisanog tržišnog modela, dalje usklađivanje sa propisima EU i uključenje u regionalne i evropske institucije i projekte zahtevaju intenzivan rad i blisku koordinaciju svih institucija i subjekata u elektroenergetici. Potrebno je usredsrediti se na praktična rešenja u cilju stvarnog otvaranja tržišta električne energije i omogućavanja promene snabdevača, povećanja efikasnosti rada i unapređenje organizacije elektro-energetskih subjekata, odgovarajućeg vrednovanja energije i usluga u tržišnom i regulisanom okruženju, pune integracije sa regionalnim i evropskim tržištem na osnovu evropskih mrežnih pravila i ostalih evropskih propisa, kao i u cilju ravnopravnog učešća naših elektroenergetskih subjekata i institucija/tela kako na tržištu tako i u radu regionalnih i evropskih institucija i tela.</p> <p>C5.2. Povećanje obima tržišnih aktivnosti i složenosti postojećih tržišnih procedura, kao i uvođenje novih tržišnih procesa zahtevaju dalje unapređenje znanja i analize iskustava vezanih za liberalizaciju tržišta električne energije.</p> <p>C5.3. Dalji razvoj tržišta i usklađivanje sa evropskim propisima zahtevaju uspostavljanje novih tržišnih procesa i definisanje regulatorno-tržišnog okvira naročito u oblastima balansnog i tržišta sistemskih usluga, upravljanja potrošnjom, integracije obnovljivih i distribuiranih izvora energije, spajanja tržišta, proračuna prenosnih kapaciteta, nadzora tržišta, kao i razvoja elektroenergetskog sistema u cilju obezbeđenja sigurnog rada elektroenergetskog sistema i dugoročne sigurnosti snabdevanja.</p>
C6	<p>Predsednik: Desimir Bogićević, dipl.inž., ELEKTROSRBIJA Kraljevo</p> <p>C6.1. Interesovanje za obnovljive izvore energije je veliko što se odlikava i po broju prijavljenih i prezentovanih radova. Još uvek nema dovoljno radova koji analiziraju efekte priključenja malih elektrana na EES</p> <p>C6.2. Veliko je interesovanje investitora za gradnju malih elektrana i njihovo priključenje na mrežu. Da bi se stimulisala izgradnja, neophodno je doneti odgovarajuća podzakonska akta zakona o energetici, čime bi zakonska regulativa o izgradnji bila pojednostavljena.</p> <p>C6.3. Potencijalni problemi koji bi se mogli javiti su da li prenosna i/ili distributivna mreža može da primi energiju iz obnovljivih izvora energije, tako da je potrebno što pre razmotriti iste i naći rešenje.</p> <p>C6.4. Prilikom analize mogućnosti priključenja distribuiranih izvora na distributivni sistem potrebno je proveriti sve kriterijume za najkritičnije uklopno stanje (kriterijumi su definisani Pravilima o radu distributivnog sistema). Takođe, nije moguće analizirati efekte priključenja samo male elektrane za koju je traženo mišljenje operatora distributivnog sistema, tehnički uslovi ili rešenje o odobrenju za priključenje, već se moraju uzeti u obzir sve male elektrane za koje su već izdati neki od pomenutih dokumenata.</p>

	<p>C6.5. Evidentan problem koji mogu imati potencijalni povlašćeni proizvođači električne energije je i to što i pored činjenice da se ugovori sa pomenutim proizvođačima električne energije zaključuju na 12 godina, cena se može menjati svake godine, odnosno usklađivati, što je nepredvidiva stavka prilikom izrade tehno-ekonomske analize.</p> <p>C6.6. Pored izgradnje malih hidroelektrana, vetrogeneratora i solarnih elektrana potrebno je razmotriti i mogućnosti za izgradnju elektrana koje koriste i ostale obnovljive/alternativne izvore energije, kao i hibridnih sistema koji postaju neminovnost.</p>
D1	<p>Predsednik: doc. dr Koviljka Stanković, Elektrotehnički fakultet Beograd</p> <p>D1.1. S obzirom na savremeni trend minijaturizacije komponenata, potrebno je vršiti dalja ispitivanja karakteristika elektrotehničkih materijala i komponenata.</p> <p>D1.2. Sve veća kontaminacija urbanih sredina zračenjem zahteva detaljnija ispitivanja uticaja jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja na elektrotehničke materijale i komponente.</p> <p>D1.3. Potrebno je nastaviti ispitivanja uticaja uslova eksploatacije na stabilnost karakteristika elektrotehničkih materijala i komponenata, naročito na stabilnost komponenata za zaštitu od prenapona na visokom i niskom naponu.</p> <p>D1.4. Potreban je dalji rad na razvoju i projektovanju izolacionih sistema i komponenata.</p> <p>D1.5. Neophodno je nastaviti analizu efikasnosti elektrotehničkih komponenata korišćenih u naprednim tehnologijama.</p>
D2	<p>Predsednik: mr Jovanka Gajica, Institut „Mihajlo Pupin“, Beograd</p> <p>D2.1. Održivi razvoj postao je veoma aktuelna tema poslednjih godina u svetu, kako u oblasti zaštite životne sredine tako i u drugim oblastima društvenog života. U okviru međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO) doneto je nekoliko standarda čija je osnovna ideja upravljanje održivim razvojem zajednica. Među oblastima koje obuhvataju ovi standardi značajno mesto pripada oblastima energetike i telekomunikacija, posebno u kontekstu implementacije ovog koncepta u domenu inteligentnih mreža i telekomunikacionih sistema kao infrastrukturnih sistema za potrebe elektroprivrednih organizacija. Generalno, može se zaključiti da je primena tih koncepata u našim uslovima još uvek na početku, i da na tom planu ima dosta prostora za poboljšanja.</p> <p>D2.2. Nastaviti rad na razvoju i implementaciji sistema za dinamičko praćenje temperature provodnika dalekovoda (DLR- Dynamic Line Rating) u mreži prenosa EMS-a u cilju određivanja maksimalne opterećenosti dalekovoda u realnom vremenu kao i kratkoročnog i dugoročnog predviđanja maksimalno dozvoljenog strujnog opterećenja dalekovoda.</p> <p>D2.3. Imajući u vidu raspoloživu TK infrastrukturu EMS-a, u cilju boljeg funkcionisanja sistema telezaštite i podizanja raspoloživosti prenosnog puta jednog od najvažnijih TK servisa, nastaviti rad na unapređenju sistema telezaštite, kako u domenu implementacije sistema za centralizovano nadgledanje terminala telezaštite tako i u realizaciji optimalnog rezervnog puta.</p> <p>D2.4. Nastaviti sveobuhvatan rad na tehničkoj zaštiti elektroprivredne infrastrukture kao i implementaciji savremenih ICT rešenja vezanih za zaštitu informacija (Cyber Security).</p> <p>D2.5. Android aplikacija, kao deo jednog modernog i savremenog SDU sistema, predstavlja korak ka daljem unapređenju i razvoju SDU sistema. Kroz olakšano praćenje bitnih parametara sistema, odnosno pristup sistemu bilo kada i sa bilo koje lokacije gde postoji internet konekcija, olakšava se donošenje važnih odluka neophodnih za nesmetano funkcionisanje sistema. S obzirom na nove funkcionalnosti koje pruža android aplikacija kao deo SDU sistema, koje se pre svega odnose na mobilnost informacija i udaljeni pristup relevantnim informacijama iz SDU sistema, potrebno je nastaviti rad na implementaciji ove aplikacije, imajući pri tome u vidu i negativnu stranu evolucije arhitekture savremenih SDU sistema koja se odnosi na smanjenu informacionu bezbednost i potencijalnu izloženost različitim vrstama cyber napada.</p>

Najzapaženiji radovi na 33. savetovanju CIGRE Srbija

Po tradiciji, na 33. savetovanju CIGRE Srbija (Zlatibor, 05. – 08. jun 2017) svaki Studijski komitet je izabrao najzapaženiji rad iz svog domena rada.

Na žalost, STK C3 – *Performanse sistema zaštite životne sredine* nije izabrao najzapaženiji rad. Onima koji prate rad CIGRE Srbija poznato je da se ovaj Studijski komitet suočava sa ozbiljnim problemima u vođenju i organizaciji rada. Da bi prevazišli probleme na samom savetovanju, Izvršni odbor je imenovao Nadu Curović (EMS AD) za V.D. predsednika STK C3. Nadamo se da će do kraja 2017. godine rad STK C3 biti ponovo aktiviran i da će biti izabran novi predsednik i sekretar STK C3.

Diplome za najzapaženije radove uručiće se autorima na prvim narednim sednicam Studijskih komiteta.

STK	Br. rada	Naziv rada - Autori
A1	R A1 07	Praktično raspoloživi reaktivni opsezi sinhronih generatora u TE „Nikola Tesla“ i njihov doprinos održanju naponske stabilnosti prenosnog sistema - Bojan Radojčić, Nemanja Mijailović, Goran Lukić, Jasna Dragosavac, Žarko Janda
A2	R A2 13	Rešenje problema eksploatacije transformatora sa korozivnim uljem primenom procesa rerafinacije i desulfurizacije mineralnih izolacionih ulja – Jelena Lukić, Jelena Janković, Branka Đurić, Srđan Milosavljević, Ivan Mitrović, Tijana Babić, Milutin Janković
A3	R A3 07	Ispitivanje vakuumskih prekidača u postrojenju – Ninoslav Simić, Jovan Mrvić
B1	R B1 06	Dozvoljena strujna opterećenja 110 kV kabla u zavisnosti od preseka elemenata konstrukcije kabla i uslova polaganja i izbor optimalnog rešenja – Ivana Mitić, Mirko Borović, Branko Đorđević, Ivan Milanov
B2	R B2 03	Uticaj prečnika provodnika, broja provodnika po fazi, razmaka u snopu i međufaznog rastojanja 400 kV nadzemnih vodova na naponski gradijent provodnika i jačinu buke usled korone – Nebojša Petrović
B3	R B3 01	Dogradnja i rekonstrukcija razvodnog postrojenja RP 110 kV Drmno – Radivoje Crnjin, Dragan Nikolić, Branko Lukić, Ilija Pravilović
B4	R B4 04	Optimizacija rada regulisanih elektromotornih pogona vibracionih sita za odvajanje kotlovsog pepela od šljake na termoelektranama – Željko Despotović, Aleksandar Pavlović
B5	R B5 14	Relejne zaštite koje se koordiniraju sa pogonskim dijagramom, funkcijama sistema regulacije pobude i zaštitama elektroenergetskog sistema –Danilo Buha, Boško Buha, Dušan Jačić, Saša Gligorov, Marko Božilov, Savo Marinković, Srđan Milosavljević
C1	R C1 03	Mogućnost izgradnje fotonaponske elektrane unutar dela budućeg vetroparka Kostolac na lokaciji Drmno u prostoru izvan uticaja senki okolnih vetroturbina –Milko Zubac, Marijana Sučević-Tasić
C2	R C2 12	Analiza zahteva operatora prenosnog sistema po pitanju regulacije napona u tački priključenja sa stanovišta tipičnih karakteristika novih i postojećih sinhronih generatora i blok transformatora –Milan Đorđević, Aleksandar Latinović, Nikola Lukić
C3	-	-
C4	R C4 02	Pouzdanost pokazatelja stanja metaloksidnih odvodnika prenapona – Goran Dobrić
C5	R C5 08	Evropski koncept jedinstvenog balkanskog tržišta – Marko Janković, Tonči Tadin
C6	R C6 09	Način primene sinhronog generatora u malim hidroelektranama u podpobuđenom režimu – Vladimir Ostračanić, Petar Jerkan, Radovan Lekić, Đorđe Pajević
D1	R D1 04	Uticaj dielektrika niskonaponskog kondenzatora na karakteristike delitelja napona za merenje brzih impulsnih prenapona – Uroš Kovačević, Zijad Bajramović, Bojan Jovanović
D2	R D2 05	Implementacija sistema za centralizovano nadgledanje terminala za prenos signala telezaštite u mreži EMS-a – Iva Salom, Vladimir Čelebić, Jovanka Gajica, Dragoslav Mijić, Lazar Mrkela, Srđan Mitrović, Dušan Maksić



20 GODINA RADA SRPSKOG NACIONALNOG KOMITETA CIRED

Zajednički rad na unapređenju elektrodistributivne struke



Svečana sednica povodom 20 godina uspešnog rada CIRED Srbije održana je sredinom oktobra ove godine na Iriškom vencu, mestu gde je 1997. godine osnivačkom skupštinom utemeljen JUKO CIRED. Prva organizaciona promena usledila je ubrzo nakon razdvajanja zajednice Srbije i Crne Gore u dve nezavisne države. Te, 2007. godine, uspostavljen je Srpski nacionalni komitet CIRED, stručna i profesionalna društvena organizacija, koja je do danas ostala posvećena proučavanju i razmeni iskustava u oblasti distribucije električne energije.

Prema sećanju dr **Josifa Spirića**, prvi sastanak na kome je začeta ideja o formiranju Nacionalnog komiteta CIRED organizovan je 1997. godine u Elektrodistribuciji Leskovac. Članovi Inicijativnog komiteta bili su dr **Miladin Tanasković**, tadašnji rukovodilac Sektora za tehnički razvoj i istraživanje EDB, dr **Nenad Katić**, tada tehnički direktor Elektrovojvodine, Novi Sad, **Konstantin Živković**, u to vreme tehnički direktor Elektrodistribucije Niš, dr **Josif Spirić**, tada tehnički direktor Elektrodistribucije Leskovac i pokojni **Tomislav Bojković**, tadašnji tehnički direktor Direkcije za distribuciju električne energije EPS.

Ubrzo nakon osnivanja, JUKO CIRED je otpočeo intenzivne pripreme prvog savetovanja o elektrodistributivnim mrežama, koje je održano na Zlatiboru, 1998. godine. Do 2016. godine organizovano je ukupno 10 savetovanja. CIRED je ubrzo stekao i međunarodnu dimenziju, zahvaljujući saradnji sa CIRED komitetima iz susednih zemalja i učešću velikog broja stručnjaka iz zemalja regiona.

Prvi predsednik JUKO CIRED, prof. dr **Nenad Katić**, ovu funkciju obavljao je do 2005. godine. Drugi predsednik, dr **Dragoslav Jovanović**, ovu funkciju je obavljao od 2005. do 2015. godine.

Nakon dugog perioda sa prvobitnom podelom na 6 stručnih komisija, godine 2015. je prihvaćena međunarodna podela, također sa 6 stručnih komisija, ali sa međusobno drugačijom raspodelom delatnosti. Na taj način je



usaglašen rad sa međunarodnom nomenklaturom, iako se u početku promena odrazila samo na minimalnu preraspodelu radova po stručnim komisijama.

- Pored svečanog, kao radni način obeležavanja jubileja planiramo i organizaciju kolokvijuma pod nazivom "Planiranje razvoja elektro distributivnih mreža", koji će se održati 15. novembra 2017. godine u Privrednoj komori Srbije – rekao je doc. dr **Zoran Simendić**, aktuelni predsednik CIRED Srbije, dodavši da je na svih 10 dosadašnjih savetovanja objavljeno ukupno 1316 radova koji su, svaki za sebe, doprineli unapređenju elektrodistributivne struke. Te radove je recenziralo 248 recezenta. Također, na savetovanjima je održano 17 okruglih stolova, 6 pred seminara, 2 foruma i 1 specijalna sesija na aktuelne teme. Ukupno je dodeljeno 36 priznanja i nagrađeno 50 najboljih radova savetovanja, a 185 kompanija, koje su prepoznale značaj okupljanja inženjera, podržalo je rad svih savetovanja.

Na Savetovanjima bude registrovano oko 700 učesnika, od čega je oko 150 učesnika iz inostranstva. Procena je da savetovanje prosečno poseti oko 1000 učesnika i predstavnika različitih organizacija, kompanija i institucija usko povezanih sa oblastima kojima se Savetovanje bavi, što kroz naučni, što kroz komercijalni sadržaj.

Simendić je najavio da će naredno, jedanaesto savetovanje, biti održano na Kopaoniku, u periodu od 26. do 30. septembra 2018. godine,

Povodom jubileja, 20 godina rada Srpskog nacionalnog komiteta CIRED Srbija, Srpski nacionalni komitet CIRED priredio je *Monografiju*.

Monografija, kao što je dr **Tanasković**, jedan od dva recezenta ovog izdanja i zabeležio, nije samo dokument kojim se obeležava dvadeset godina rada Srpskog nacionalnog komiteta CIRED (pravnog naslednika Jugoslovenskog komiteta), već i svedočenje kojim se čuvaju od zaborava generacije inženjera elektrotehnike zaslužne za nastajanje i trajanje CIRED Srbije.

Na kraju, nemerljiv je bio doprinos i pomoć tehničkog organizatora svih savetovanja, agencije *BBN Congress Management* i pok. **Ninoslava Bjelice** i **Branke Bjelice**, u rešavanju složenih problema u teškim uslovima rada, koji su na kraju doveli CIRED do statusa najznačajnije konferencije i privredne izložbe elektrodistribucije u regionu.

Na proslavi su dodeljene plakete CIRED-a:

- **Elektroprivredi Srbije;**
- Inicijalnom odboru – dr **Nenadu Katiću**, dr **Miladinu Tanaskoviću**, dr **osifu Spiriću**, **Konstantinu Živkoviću** i, posthumno, **Tomislavu Bojkoviću;**
- Dr **Dragoslavu Jovanoviću**, dugogodišnjem predsedniku CIRED Srbije.

ODRŽAN STRUČNI SKUP O PLANIRANJU RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA



U prostorijama Privredne komore Srbije održan je 15. novembra 2017. godine stručni skup o planiranju razvoja elektrodistributivnih mreža u organizaciji Srpskog nacionalnog komiteta CIRED. Ova tema je izazvala veliko interesovanje, tako da je sala bila prepuna, registrovan je ukupno 221 učesnik.

Učesnici su imali priliku da se detaljnije upoznaju sa tematikom, procesima i metodologijama planiranja razvoja elektrodistributivnih mreža, tehnologijama distributivnih generatora i opasnostima koje izazivaju klimatske promene.

U okviru skupa su vrlo uspešno održana tri izuzetna tematska predavanja:

- **Planiranje kao poslovni proces u elektrodistributivnim kompanijama**, predavač je bio prof. dr Žejko Popović
- **Pouzdanost elektrodistributivnih mreža u procesu planiranja**, predavač je bio prof. dr Jovan Nahman
- **Uloga i zadaci AERS u planiranju razvoja elektrodistributivnih mreža**, predavač je bio mr Aca Vučković.

Dr Zoran Simendić, predsednik CIRED Srbija, ujedno je najavio i održavanje 11. Savetovanja o elektrodistributivnim mrežama koje će biti održano od 24. do 28. septembra 2018. godine na Kopaoniku.

Održana savetovanja Nacionalnih komiteta CIGRE u regionu

Poštujući tradiciju, kao CIGRE Srbija, i svi drugi Nacionalni komiteti CIGRE u regionu, u neparnim godinama održavaju savetovanja. Ove godine savetovanja Nacionalnih komiteta su održana po sledećem redosledu:

- 5. savetovanje Crnogorskog komiteta CIGRE (Bečići, 09. – 12. maj 2017);
- 13. savetovanje slovenskih elektroenergetičara CIGRE-CIRED (Maribor, 22.–24. maj 2017);
- 33. savetovanje CIGRE Srbija (Zlatibor, 05. – 08. jun 2017);
- 13. savetovanje Bosanskohercegovačkog komiteta CIGRE (Neum, 17. – 21. septembar 2017);
- 10. savetovanje Makedonskog komiteta CIGRE (Ohrid, 24. – 26. septembar 2017);
- 13. savetovanje Hrvatskog ogranka CIGRE (Šibenik, 05. – 08. novembar 2017).

Na većini savetovanja Nacionalnih komiteta CIGRE u regionu prisustvovali su i predstavnici CIGRE Srbija kao počasni gosti svečanog otvaranja. Kao što je poznato, i na svečanom otvaranju 33. savetovanje CIGRE Srbija bili su prisutni gosti iz Bosanskohercegovačkog komiteta CIGRE, Crnogorskog komiteta CIGRE i Hrvatskog ogranka CIGRE. Bile su to dobre prilike da se razmene iskustva u organizaciji rada Nacionalnih komiteta i organizaciji skupova.

Ovde treba istaći da su na nekim od navedenih savetovanja Nacionalnih komiteta CIGRE u regionu prezentovani radovi stručnjaka iz Srbije (ukupno 17 radova):

STK	Br. rada	Naziv rada - Autori
5. savetovanje Crnogorskog komiteta CIGRE		
A2	R A2 02	PCB dekontaminacija energetskih transformatora i trajno rešavanje problema korozivnog sumpora primenom patentirane tehnologije dehlorinacije i desulfurizacije ulja – Jelena Lukić, Valentina Vasović, Draginja Mihajlović, Jelena Janković, Neda Kovačević, Vladimir Ivančević, Srđan Milosavljević - Elektrotehnički institut "Nikola Tesla" Beograd
A2	R A2 04	Metode zaproduženje životnog veka transformatora - od dijagnos-tike stanja do postupaka revitalizacije – Draginja Mihajlović, Jelena Janković, Valentina Vasović, Jelena Lukić - Elektrotehnički Institut Nikola Tesla, Beograd
B2	R B2 02	Principi višekriterijumskog izbora tipa stuba za razvoj 400 kV mreže prenosnog sistema – Nada Curović - JP Elektromreža Srbije; Ivan Milanov - PD Elektroistok projektni biro, Beograd
B3	R B3 02	Hidraulička modelska ispitivanja HE Riga – Danica Starinac, Dragiša Žugić, Predrag Vojt, Dimitrije Mladenović - Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd
C1	R C1 01	Upravljanje osnovnim sredstvima sa posebnim osvrtom na dalekovode – Maja Adamović, Ivan Milićević - JP Elektromreža Srbije, Beograd
C2	R C2 01	Interakcija SRAAMD i SCADA/EMS sistema u cilju obavljanja funkcije operatora prenosnog sistema i razvoja tržišta električne energije u Srbiji – Vladimir Grujić, Mirela Đurđević - JP Elektromreža Srbije, Beograd

C2	R C2 03	Minimizacija gubitaka u prenosnoj mreži Srbije uticajem na tokove reaktivne snage – Vladimir Bečejac, Miloš Mosurović, Branko Šumonja, Duško Aničić - JP Elektromreža Srbije, Beograd
C4	R C4 10	Određivanje parametara za potrebe procene adekvatnosti u Regionalnim koordinacionim centrima – Andrijana Đalović, Bojan Stamenković - SCC d.o.o. Beograd; Stefan Tirnanić - JP Elektromreža Srbije, Beograd; Duško Tubić - SCC d.o.o. Beograd
C5	R C5 03	Iskustva i izazovi u radu organizovanog tržišta električne energije u Srbiji (SEEPEX) sa osvrtom na perspektivu kreiranja integrisanog regionalnog tržišta – Dejan Stojčevski, Miloš Mladenović - SEEPEX a.d. Beograd
C5	R C5 11	Novi koncept razmene podataka u cilju povezivanja sa panevropskim tržištem električne energije – Vladica Nikolić, Srđan Mladenović, Ivan Vasiljević, Strahinja Spasić - JP Elektromreža Srbije, Beograd
C5	R C5 14	Uticaj uvođenja tržišta emisije CO2 na tržište električne energije u Srbiji – Ivan Milenković, Irena Savković, Radomir Živić - JP Elektromreža Srbije, Beograd
D2	R D2 01	Određivanje stanja elektroenergetskih mreža u realnom vremenu bazirano na topološkoj analizi – Goran Stefanović, Miloš Stojić, Ivana Kršenković, Goran Jakupović, Ninel Čukalevski, Igor Bundalo - Institut Mihajlo Pupin, Beograd
13. savetovanje Bosanskohercegovačkog komiteta CIGRE		
B2	R B2 06	Metoda za dijagnostiku stanja visokonaponskog nadzemnog voda – Aleksandar Simović, Zlatan Stojković
C1	R C1 03	Analiza mogućeg uticaja upravljanja potrošnjom na prenosni sistem – Goran Vukojević, Miloš Rakić, Bogdan Kosanović
C1	R C1 05	Smernice za povećanu saradnju operatora prenosnog i distributivnog sistema – Tomo Martinović, Goran Vukojević, Miloš Rakić
D1	R D1 05	Statističko ocenjivanje izolacione sposobnosti koaksijalne komore izolovane plemenitim gasom na potpritisku – Koviljka Stanković, Edin Dolićanin, Irfan Fetahović, Uroš Kovačević, Đorđe Lazarević, Miladin Jurošević
13. savetovanje Hrvatskog ogranka CIGRE		
C2	R C2 02	Razvoj i implementacija novog poglavlja Operativnog priručnika POLICY 2 ENTSO – ERG CE – Đordan Miličić, Dejana Vrbičić Tenđera, Nela Bilčar, Ivan Ubrekić, Marko Janković

Od svih učešća predstavnika iz Srbije treba izdvojiti nastup dr Koviljka Stanković (ETF Beograd) – predsednika studijskog komiteta D1 CIGRE Srbija na 13. savetovanju Bosanskohercegovačkog komiteta CIGRE, čiji je rad *Statističko ocenjivanje izolacione sposobnosti koaksijalne komore izolovane plemenitim gasom na potpritisku* (R D1 05) proglašen za najzapaženiji rad u okviru STK D1. Pored toga, dr Koviljki Stanković je ispred Bosanskohercegovačkog komiteta CIGRE uručeno priznanje u znak zahvalnosti za izuzetan stručni i naučni rad u BH K CIGRE i aktivnostima na afirmaciji BH K CIGRE.



Ako treba tražiti zajedničku karakteristiku svih održanih savetovanja Nacionalnih komiteta CIGRE u regionu, onda je to jedinstvena ocena da je na svim savetovanjima bio izvanredan odziv učesnika, sponzora i izlagača. To su pozitivni signali za budući rad.





Druga konferencija Regionalne CIGRE za Jugoistočnu Evropu – SEERC

(Kijev – Ukrajina, 12.- 13. jun 2018)

U organizaciji Nacionalnog komiteta CIGRE Ukrajina, od 12. do 13. juna 2018. godine u Međunarodnom izložbenom centru u Kijevu (Ukrajina), održće se 2. Konferencija Regionalne CIGRE za Jugoistočnu Evropu – SEERC. Registraciju za učešće na ovoj konferenciji moguće je izvršiti preko sajta <http://seerc-kyiv2018.cigre.org/>

SEERC

SECOND SEERC CONFERENCE
Kyiv, Ukraine
The International Exhibition Centre
12th June – 13th June 2018

**ENERGY TRANSITION AND INNOVATIONS IN
ELECTRICITY SECTOR**

Organized by NC CIGRE of Ukraine
Email: cigre.ukraine@ukr.net

Termini u vezi sa prijavom i dostavljanjem stručnih radova su

Dostavljanje sinopsisa:	15. januar 2018.
Obaveštavanje o prihvatanju sinopsisa:	15. februar 2018.
Dostavljanje radova:	20. april 2018.
Obaveštavanje o prihvatanju radova:	10. maj 2018.

Za konferenciju su predložene i odabrane su sledeće preferencijalne teme:

Topic 1: Regional aspects of electricity market development and transition

Vision of future Central and South East European Energy Market, metering issues in the Region, new Trading issues, new interconnections (OHL and cable lines, submarine cables, HVDC), Demand side involvement in the marketing process.

This topic will be coordinated with CIGRE Study Committees C5, C2, D2, B1 and B2.

Topic 2: Resilience issues of Electric Power Systems in SEERC region

Examples of the Electricity system outages (Ice storms, Floods and Storm surge, Cyber-attacks, Major operation errors, Physical attacks, Wildfires, Earthquakes), management of resilience issues taking in account novel grid codes, preparation programs, examples of good practice.

This topic will be coordinated with CIGRE Study Committees B2, B5, C2, C5, and D2.

Topic 3: Innovation in electric power infrastructure of the Region

Technical and non-technical innovations in electricity sector in region, Microgrids and Smart grids projects, Demand side readjustments, penetration of Electrical vehicles, inovations in system operation processes, new business frameworks, intelligent utilities.

This topic will be coordinated with CIGRE Study Committees C1, C6, A2, A3, and D1.

CIGRE Srbija je aktivno uključena u organizacione pripreme za 2. konferenciju Regionalne CIGRE- SEERC. Naši članovi Savetodavnog tehničkog komiteta (*Advisory Technical Committee - ATC*) za ovo savetovanje su dr Ninel Čukalevski – potpredsednik CIGRE Srbija i predsednik STK C2 i mr Nenad Stefanović – predsednik STK C5. Pozivamo sve članove CIGRE Srbija da učestvuju sa svojim stručnim radovima, panel prezentacijama i diskusijama na ovom prestižnom savetovanju.



47. savetovanje međunarodne CIGRE

(Pariz, 26. – 31. avgust 2018)



**General Programme
Programme Général**



CIGRE SESSION
August 26-31, 2018
Paris - Palais des Congrès
Porte Maillot - 75017 Paris

47

**Register from
mid-January 2018**
Open to CIGRE Members
and Non-Members

**Inscrivez-vous
à partir de mi-janvier 2018**
Ouvert aux Membres du CIGRE
et aux Non-Membres



www.cigre.org

Version Final 04 2017

2018 REGISTRATION FEES * REDUCED RATE FOR PAID REGISTRATIONS RECEIVED BEFORE APRIL 30th, 2018			
<i>All prices in Euros</i>	Members	Non-members	Companies
RATE 1: until 30/04/2018	€ 930	€1150	€180
RATE 2: until 31/07/2018	€1076	€1296	€180
RATE 3: until 10/08/2018	€1108	€1359	€ 180
* Rates applicable to registration through CIGRE Central Office. National Committees may charge different rates and include additional services.			

Sekretarijat CIGRE Pariz je još u decembru 2016. godine objavio Prvi poziv i preferencijalne teme PS (*Preferential Subjects*) za učestvovanje na 47. savetovanju CIGRE (Pariz, 26. – 31. avgust 2018). Stiglo je 5 prijava (sinopsisa), od kojih je Izvršni odbor CIGRE Srbija odabrao 3 i prosledio kancelariji CIGRE u Parizu, a u oktobru 2018. je dobijeno obaveštenje da su sva 3 rada prihvaćena, s tim da će Studijski komitet B1 za rad pod rednim brojem 3 doneti konačnu odluku o prihvatanju po dobijanju rada, jer se iz sinopsisa nije moglo zaključiti da li u dovoljnoj meri sadrži nove (odnosno neobjavljene) informacije. Na 112. sednici IO CIGRE Srbija određeni su recenzenti radova.

Radovi prijavljeni za 47. savetovanje CIGRE Pariz ispred Nacionalnog komiteta CIGRE Srbija su:

- **SK C6: Risk-based Planning of Radial Distribution Networks with Distributed Generation and Demand Response in the Presence of Uncertainty** – Željko Popović, Stanko Knežević, Branislav Brbaklić, Scott Koehler

Recenzenti su mr Vladimir Ostraćanin (JP EPS Distribucija) – sekretar STK C6 i Radovan Lekić (JP EPS Distribucija).

- **SK A2: The influence of the oil viscosity on the oil and conductor temperatures in oil immersed power transformers at extreme ambient temperatures** – prof Zoran Radaković, Uroš Radoman, Glišo Klasnić, Radisav Matić

Recenzenti su mr Aleksandar Popović (EMS AD) – predsednik STK A2 i Đorđe Jovanović (INT).

- **SC B2: Factors affecting the load current and losses in the elements of the single-core underground power cables** - J.Kušić, A.Đorđević, D. Milošević

Recenzentisu mr Biljana Stojanović (JP EPS Distribucija) – predsednik STK B2 i mr Aleksandra Popovac Damljanović (JP EPS Distribucija)

Radove autori treba da dostave Sekretarijatu CIGRE Srbija do 29. decembra 2017. godine, a rok za dostavu recenzija je 15. januar 2018. Rok za dostavu recenziranih, odnosno konačnih verzija radova Sekretarijatu CIGRE Pariz je 15. februar 2018.



Najava održavanja 18. simpozijuma CIGRE Srbija

Upravljanje i telekomunikacije u EES

Na 112. sednici Izvršnog odbora CIGRE Srbija, koja je održana 24. novembra 2017. godine, donesena je odluka da se u oktobru 2018. godine održi 18. simpozijum CIGRE Srbija – *Upravljanje i telekomunikacije u EES*. Tačan datum i mesto održavanja odrediće se naknadno.

Priprema i organizacija 18. simpozijuma biće u skladu sa odlukama IO, Statutom i Pravilnikom o radu simpotijuma/kolokvijuma CIGRE Srbija. U tom cilju, formiran je Organizacioni odbor u sledećem sastavu:

- mr Danilo Lalović (predsednik STK D2 – predsednik Organizacionog odbora
- dr Ninel Čukalevski (predsednik STK C2) – potpredsednik Organizacionog odbora
- mr Jovanka Gajica (STK D2) – član Organizacionog odbora
- Nada Turudija (STK C2) – član Organizacionog odbora

Zadatak Organizacionog odbora je da izradi predlog koncepcije 18. simpozijuma, finansijski plan za organizaciju i održavanje 18. simpozijuma, terminski plan aktivnost, predlog podele poslova između Sekretarijata, Organizacionog odbora i eventualno trećih lica i da sva ta dokumenta dostavi Izvršnom odboru CIGRE Srbija na usvajanje.

Kao što se vidi, 18. simpozijum CIGRE Srbija – *Upravljanje i telekomunikacije u EES* organizuju članovi dva studijska komiteta C2 i D2, s tim što je u odluci navedeno da je poželjno i učesće drugih studijskih komiteta. Tu se pre svega misli na STK B5 i STK C5 koji su već učestvovali kao organizatori ovog simpozijuma (STK B5 na 12. i 13. simpozijumu 2004. i 2006. godine, a STK C5 na 13. simpozijumu 2006. godine). Studijskim komitetima B5 i C5 je ostavljen rok do kraja decembra 2017. godine da se izjasne da li će se pridružiti u organizaciji 18. simpozijuma CIGRE Srbija – *Upravljanje i telekomunikacije u EES*, što podrazumeva i izbor preferencijalnih tema koje su po tematici bliske koncepciji simpozijuma.



Pokrenut postupak za izbor novog predsednika CIGRE Srbija

Na 112. sednici Izvršnog odbora CIGRE Srbija koja je održana 24. novembra 2017. godine, donesena je odluka o pokretanju postupka, kao i program aktivnosti, za izbor novog predsednika CIGRE Srbija u mandatu 2018. – 2022. godina.

U odluci se između ostalog pozivaju institucije i preduzeća koja doprinose i učestvuju u radu CIGRE Srbija na stručnom i finansijskom planu, da nominuju svoje kandidate za predsednika. Kandidature za predsednika CIGRE Srbija se podnose u pisanoj formi, sa kratkom radnom biografijom i obrazloženjem. Naravno, jedan od osnovnih kriterijuma za izbor biće dosadašnji rad i aktivnosti kandidata u organizaciji CIGRE, kako na domaćem tako i na inostranom planu.

S obzirom da postupak kandidovanja i izbora predsednika po Statutu CIGRE Srbija podrazumeva nekoliko faza, usvojen je sledeći terminski plan aktivnosti:

DATUM	IZVRŠAVA	AKTIVNOST
24.11.2017.	IO	Pokreće se postupak za izbor predsednika CIGRE Srbija.
31.01.2018.	Sekretarijat	Prikupljaju se kandidature za izbor predsednika CIGRE Srbija.
01.02.2018.	IO	Utvrđivanje liste kandidata za predsednika CIGRE Srbija i dostavljanje iste Studijskim komitetima na razmatranje i izjašnjenje.
28.02.2018.	STK	Izjašnjenje Studijskih komiteta.
01.03.2018.	IO	Utvrđivanje konačne liste kandidata za predsednika CIGRE Srbija i zakazivanje Izborne skupštine 2018.
10. 04.2018.	Izborna skupština	Izbor predsednika CIGRE Srbija za mandat 2018 – 2022.



R A1 07

PRAKTIČNO RASPOLOŽIVI REAKTIVNI OPSEZI SINHRONIH GENERATORA U TE “NIKOLA TESLA” I NJIHOV DOPRINOS ODRŽANJU NAPONSKE STABILNOSTI PRENOSNOG SISTEMA

Bojan Radojičić, Nemanja Mijailović, Goran Lukić*

Jasna Dragosavac, Žarko Janda**

***Javno preduzeće „Elektroprivreda Srbije“, Ogranak TENT Obrenovac**

**** Elektrotehnički institut “Nikola Tesla”, Univerzitet u Beogradu**

BEOGRAD

SRBIJA

Kratak sadržaj -

U toku poremećaja u prenosnom sistemu od ključnog značaja su dinamička reaktivna podrška i automatska kontrola napona. Sinhroni generatori su jedini elementi u prenosnoj mreži Srbije koji pružaju dinamičku reaktivnu podršku. U tom smislu u Termoelektranama (TE) „Nikola Tesla“ kontinuirano se sprovode mere za maksimizaciju učešća sinhronih generatora u regulaciji napona u prenosnoj mreži. Te mere obuhvataju praćenje i stalno unapređivanje opreme za primarnu regulaciju napona (generatori, sistemi za regulaciju pobude, itd), opreme za regulaciju napona u tački priključenja generatora, monitoring reaktivnih rezervi. U radu će kroz kvantifikovanje praktično raspoloživih reaktivnih opsega sinhronih generatora u TE “Nikola Tesla” biti prikazani rezultati mera za povećanje njihovog doprinosa održanju naponske stabilnosti prenosnog sistema.

Ključne reči – sistemske usluge, održavanje napona, sinhroni generator, naponska stabilnost, reaktivna snaga.

* bojan.radojicic @eps.rs

1 UVOD

Naponska nestabilnost/slom je složena pojava obično vezana za niz kaskadnih poremećaja u prenosnom sistemu [1]. Može se smatrati da je glavni uzrok pojave naponske nestabilnosti u prenosnom sistemu nemogućnost sistema da odgovori na povećane zahteve za reaktivnom snagom. Prenosni sistem se može podeliti u naponske zone [2] koje predstavljaju delove prenosnog sistema koji su grupisani oko dominantnih čvorova prenosne mreže i koji su uglavnom samodovoljni u smislu reaktivne snage. Da bi se povećala otpornost prenosnog sistema na varijacije zahteva za reaktivnom snagom, potrebno je održavati dovoljne rezerve reaktivne snage u okviru svake naponske zone. Rezerva reaktivne snage (RRS) predstavlja raspoložive reaktivne kapacitete u prenosnom sistemu koji mogu doprineti kontroli napona i koji su adekvatno raspoređeni po čvorovima. RRS se može nalaziti u statičkim i dinamičkim izvorima. Nedovoljna i neadekvatna reaktivna rezerva može dovesti do naponske nestabilnosti i najčešći je uzrok raspada elektroenergetskog sistema u poslednjih 20 godina (Francuska, Belgija, Švedska, Nemačka, Japan i SAD). Dovoljno Q izvora treba da je raspoređeno po celom prenosnom sistemu uz odgovarajuću ravnotežu između statičkih i dinamičkih izvora. Statički izvori su jeftiniji: kapacitet dalekovoda, redne i paralelne kondenzatorske stanice. Dinamički izvori su skuplji: sinhroni generatori, SVC (Static VAR Compensator), STATCOM, itd. i bolje se odazivaju pri propadu napona u mreži.

Dinamički izvori reaktivne snage (DIRS) se na propad napona u prenosnoj mreži odazivaju u tranzijentnom vremenskom intervalu, na takav način da ubrizgavaju tranzijentnu Q u prenosni sistem u tački priključenja. Statički izvori reaktivne snage (SIRS) su snažno zavisni od napona u tački priključenja na prenosnu mrežu i u tranzijentnom periodu daje negativni diferencijalni doprinos u tački priključenja. Kada su tiristorski kontrolisane baterije kondenzatora (TSC) u pitanju, neophodno je brzo uključenje dodatnog kapaciteta, ako postoji u datom trenutku [3]. Izvori DIRS po pravilu rade u režimu automatske regulacije napona tako da ukupna reaktivna rezerva, koja se može dobiti u tranzijentnom periodu, predstavlja zbir raspoloživih reaktivnih rezervi svih izvora u posmatranoj naponskoj zoni. Uticaj dinamičke reaktivne snage svih izvora u posmatranoj naponskoj zoni kao i u susednim naponskim zonama se može oceniti upotrebom koncepta regulacionog uticaja sinhronih generatora, budući da su u nacionalnom prenosnom sistemu Srbije sinhroni generatori jedini izvori DIRS. Regulacioni uticaj je, za potrebe ovih analiza, definisan kao količnik normalizovanog električnog rastojanja [4] i normalizovane reaktivne mogućnosti generatora, odnosno multi-mašinske elektrane. U opštem slučaju, ispitivanjem osetljivosti injektiranja reaktivne snage na varijacije napona na krajevima generatora, ustanovljena je sledeća podela [2]: *i*) izvori koji dominantno utiču na formiranje naponskog profila elektroenergetskog sistema, *ii*) izvori koji se prilagođavaju naponu mreže, *iii*) izvori koji se nalaze između ovih kategorija, *iv*) izvori mogu menjati svoju kategoriju prema ovoj podeli iz dana u dan. Učešće generatora u pružanju sistemskih usluga dominantno je određeno ovom podelom pa bi i nadoknada za pružene sitemske usluge regulacije napona trebalo da kroz odgovarajući koeficijent integriše prethodnu podelu. Regulacioni uticaj je bitan pokazatelj doprinosa generatora regulaciji napona u sistemu koji u sebi objedinjuje snagu i položaj tačke priključenja kao i raspoloživ regulacioni opseg generatora i može se koristiti za procenu veličine ulaganja u opremu za regulaciju napona i RRS ali i za cenu sitemske usluge regulacije napona koju ovi generatori pružaju.

Sinhroni generator kao dinamički izvor reaktivne snage definišu sledeći elementi: pogonska karta generatora, sistem za regulaciju pobude, automatski regulator napona (ARN) u okviru sistema za regulaciju pobude, podešenja zaštita, koordinisana regulacija svih generatora vezanih u istu tačku priključenja. U radu će biti opisane sve aktivnosti i investicije koje su kontinuirano sprovedene u Termoelektranama (TE) „Nikola Tesla“ (TENT), na prethodno


pobrojanim elementima koji definišu generator kao izvor dinamičke reaktivne snage, i kvatifikovani njihovi efekti.


2 PREGLED MERA ZA SPREČAVANJE POJAVE NAPONSKE NESTABILNOSTI


Mere za sprečavanje pojave naponske nestabilnosti obuhvataju: kontrolu delovanja automatskih regulatora napona regulacionih transformatora pri velikim poremećajima u sistemu, naponski inicirano rasterećenje i razdvajanje sistema, rad sa visokim naponima pri formiranju jutarnjeg maksimuma, automatsko upravljanje radom kompenzatora, primenu automatske zonski orijentisane sekundarne regulacije napona i reaktivnih snaga. Sprovođenje ovih mera odvija se u periodima razvoja prenosnog sistema, planiranja i prognoze, u okviru upravljanja prenosnim sistemom u realnom vremenu, dejstva različitih regulacionih i zaštitnih uređaja, tabela 1.

TABELA 1 Mere koje se preduzimaju u cilju povećanja naponske stabilnosti i vremenski domeni u okviru kojih se dešavaju [1]

1. Razvoj EES	1.1. Nove prenosne linije između generatorskih i potrošačkih čvorova;
	1.2. Izgradnja elektrana u blizini potrošačkih centara;
	1.3. Redna kompenzacija
	1.4. Shunt (paralelna) kompenzacija itd.
2. Uređaji i regulatori	2.1. Automatski regulatori napona na krajevima generatora
	2.2. Statizam u okviru ARN
	2.3. Kontrola blok-transformatora;
	2.4. Automatsko uključenje/isključenje kompenzacione opreme;
	2.5. Koordinisana regulacija napona.
3. Akcije u fazi planiranja	3.1. Procena naponske sigurnosti;
	3.2. Rezervisanje manje ekonomičnih proizvodnih jedinica
4. Akcije u realnom vremenu	4.1. Monitoring i upravljanje naponskim profilima i reaktivnim rezervama;
	4.2. Procena naponske sigurnosti;
	4.3. Preraspodela generisane snage;
	4.4. Preventivno rasterećenje
5. Akcije zaštita EES	5.1. Havarijsko dejstvo na transformatore sa promenljivim odnosom pod teretom;
	5.2. Havarijsko rasterećenje

*  Mere koje preduzima operator prenosnog sistema

 Mere koje preduzimaju proizvođači električne energije

 Mere koje preduzima operator prenosnog sistema

3 PODELA NACIONALNOG PRENOSNOG SISTEMA NA ZONE NAPONSKE REGULACIJE

Izračunavanjem električnih rastojanja potrošačkih čvorova i njihovim grupisanjem oko najbližih proizvodnih kapaciteta, koristeći kao kriterijum minimalni zbir i minimalnu standardnu devijaciju sabiraka, dobijena je podela nacionalnog prenosnog sistema na pet zona naponske regulacije kao što je to prikazano u Tabeli 2 [5]. Nomenklatura značajnih čvornih tačaka u nacionalnom prenosnom sistemu je data u Tabeli 2. Pri tome je određen regulacioni uticaj pojedinih elektrana u odnosu na pojedine zone.

Kada se prenosni sistem Srbije izdela na zone i odrede karakteristični čvorovi kao čvorovi kojima odgovaraju najmanji dijagonalni elementi matrice osetljivosti i izračuna regulacioni uticaj generatora vezanih na 400kV rezultati se mogu sumirati u tabeli 2

Posebnost generatora TENT i tačke priključenja u RP Mladost je da se regulacioni uticaj TENT B i TENT A oseća u najvećem delu nacionalnog prenosnog sistema.

Tabela 2 Regulacioni uticaj generatora vezanih u 400 kV mreži prenosnog sistema Srbije

Zona	Čvor	Regulacioni uticaj
1	1,10	TENT A TENT B
2	7,8,9	TE Drmno TENT B HE Đerd 1 TENT A
3	2,3,4,5,6	HE Đerd 1 TENT B
4	12	TENT B
5	13,14,15	TENT B

Generatori u TENT su najveći generatori u prenosnoj mreži Srbije i kao takvi najveći DIRS. U Tabeli 3 je prikazana relativna osetljivost promene napona u relevantnim čvorovima 400 kV nacionalnog prenosnog sistema prema promenama reaktivne snage TENT B, odnosno u tački ubrizgavanja reaktivne snage RP Mladost.

Iz Tabele 3 se vidi da su sinhroni generatori u TENT izvori koji dominantno utiču na formiranje naponskog profila prenosnog sistema, pri čemu je potrebno istaći da TENT B dominantno utiče na naponske prilike i pokriva celu, inače slabo naponski regulisanu, južnu i jugoistočnu Srbiju i celu Vojvodinu.

Tabela 3 Zone i pripadajući karakteristični čvorovi prenosnog sistema Srbije

Broj čvora	Čvorne tačke koje pripadaju zoni TS (trafo stanica) RP (razvodno postrojenje)	Relativna osetljivost napona čvora prema promeni Q, normalizovano prema RP Mladost	Broj zone
1	TS Obrenovac A	0,988	1
10	RP Mladost	1	
7	RP 400 kV TE Kostolac B	0,854	2
8	TS Pančevo 2	0,897	
9	TS Beograd 8	0,916	
2	TS Kragujevac 2	0,686	3
3	TS Jagodina 4	0,573	
4	TS Niš 2	0,255	
5	TS Bor 2	0,440	
6	RP 400 kV HE Đerdap 1	0,592	
11	TS Leskovac 2	0,255	
12	TS Sremska Mitrovica 2	0,238	4
13	TS Novi Sad 3	0,704	5
14	TS Subotica 3	0,175	
15	TS Sombor 3	0,175	

Urađena je delimična analiza 220 kV prenosne mreže koja je pokazala da TS „Obrenovac“, TS „Beograd 3“ i TS „Beograd 8“ čine jednu naponsku celinu koja više zavisi od prilika u 400 kV prenosnoj mreži nego od TS „Bajina Bašta“ [6].

4 MERE PREDUZETE NA NIVOU OSNOVNE OPREME U CILJU POVEĆANJA RASPOLOŽIVE REAKTIVNE SNAGE U TAČKI PRIKLJUČENJA GENERATORA NA MREŽU

Zbog značaja generatora za isporuku aktivne snage i regulacije napona u prenosnoj mreži JP EPS je preduzeo čitav niz mera u smislu investicionog i tekućeg održavanja kako bi podigao nivo pouzdanosti opreme, povećao sigurnost i pouzdanost snabdevanja potrošača električne energije po pristupačnim cenama i kako bi se stvorio prostor za ostvarivanje veće dobiti kroz cenu električne energije i kompenzacije po osnovu pružanja sistemskih usluga. U ovom radu je dat pregled radova izvršenih na nezi postojeće opreme, zameni postojeće opreme i ugradnji savremenih sistema regulacije koji poboljšavaju funkciju regulacije napona u prenosnom sistemu. U procesu odlučivanja o veličini ulaganja u revitalizaciju blokova u TENT razmatrani su tehnički zahtevi koji proizilaze iz veličine i položaja elektrana TENT A i TENT B.

Nakon višedecenijske eksploatacije blokova izvršena je revitalizacija opreme na svim nivoima: osnovna oprema, krugovi zaštita i regulacije i upravljanje kompletnim blokovima i elektranom. Revitalizacijom generatora i blok-transformatora proširene su ukupno raspoloživi opsezi reaktivnih snaga, unapređenjem generatora i otklanjanjem konstruktivnih ograničenja. Konkretno, na bloku A3 je ugrađen novi blok-transformator snage 400MVA i zamenjeni su generatori na TENT A3 i B2. Ovim izmenama postignuta su značajna proširenja reaktivnih opsega. Nazivna snaga starog generatora A3 je bila 308MW/367MVA, a nazivna snaga novog

je 328MW/382MVA. Takođe, nazivna snaga starog generatora B2 je bila 618,4 MW/727,5 MVA, a nazivna snaga novog je 650 MW/800 MVA. Tako je preduzeta aktivnost 1.2 iz Tabele 1. Podignuta je aktivna snaga bloka A6 sa 308MW na 348,5MW uz povećanje nazivne snage generatora sa 367MVA na 389MVA. Rezultati povećanja osnovnih reaktivnih opsega prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Podešenja limitera minimalne pobude, posle izvršenih revitalizacija blokova

Podešenja limitera minimalne pobude, Sabirnice 220 kV												Ukupno proširenje opsega pri Pnom
A1			A2			A3			A4			
Staro	Novo		Staro	Novo		Staro	Novo		Staro	Novo		
P (MW)	Q (MVar)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)	Q (MVar)	Q (MVar)
0	-50	-120	0	-50	-120	0	-80	-171	0	-58	-161	
180	31	-14	180	31	-14	328	-27	-72	308.5	-23	-53	103
210	47	33	210	47	33							

Podešenja limitera minimalne pobude, Sabirnice 400 kV												Ukupno proširenje opsega pri Pnom
A5			A6			B1			B2			
Staro	Novo		Staro	Novo		Staro	Novo		Staro	Novo		
P (MW)	Q (MVar)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)	Q (MVar)	Q (MVar)
0	-60	-161	0	-60	-172	0	-69	-69	0	-69	-270	
339	-20	-42	348.5	-19	-66	620	0	0	620	0	-60	187
						650	70	70	650	70	-50	

U okviru tačke 2.1 iz Tabele 1 u proteklom periodu zamenjeni su svi pobudni sistemi i regulatori napona generatora u TENT. Posebna pažnja je posvećena limiterima pobude, pri čemu su poštovani zahtevi iz standarda. Podešenja limitera maksimalne struje statora i rotora su postavljena iza granica pogonskog dijagrama i obezbeđuju podršku prenosnom sistemu Srbije pri niskim naponskim prilikama, sve do graničnih temperatura koje ne ugrožavaju namotaj i gvožđe generatora. Podešenja limitera minimalne pobude su primaknuta bliže granicama pogonskih karata i pojedine pogonske karte su značajno izmenjene. Izvršena je potpuna koordinacija limitera minimalne pobude automatskog regulatora napona i zaštite od gubitka pobude sa praktičnim granicama stabilnosti odnosno dopuštenim graničnim temperaturama. Limiter minimalne pobude je realizovan kao regulator granične vrednosti. Rezime prethodnih aktivnosti i ukupan doprinos prikazan je u Tabeli 4.

Ukupan dobitak reaktivne snage na nivou generatora treba ceniti i u svetlu činjenice da trofazna neregulisana prigušnica snage 100 MVA na naponskom nivou 400 kV košta 2,5 miliona evra, bez građevinskih radova, obezbeđenja zemljišta uz ispunjenje ekoloških zahteva i razvodnog polja sa prekidačima.

U okviru tačke 2.2 Tabele 1 statizmi ARN su podesivi i u skladu sa Pravilima o radu prenosnog sistema i mogu biti podešeni u granicama od -2% do -7%.

Takođe, ugrađeni su sistemi za grupnu regulaciju, GRRS, na TENT A i TENT B koji regulišu napon VN sabirnica dejstvom na pobude generatora na takav način da su relativne reaktivne rezerve generatora, uključenih u grupnu regulaciju, jednake. Na taj način se direktno

maksimizuje naponska stabilnost prenosnog sistema u tom i električno bliskim čvorovima. Pri tome algoritam uzima u obzir i jednakost raspodele terminalnih napona generatora. U realnom vremenu dostavlja operatoru sistema trenutno raspoložive reaktivne opsege svih generatora s obzirom na trenutne uslove u tački priključenja na prenosni sistem. Na taj način sistemi za grupnu regulaciju ispunjavaju zahteve 2.5, 4.1 i 4.3 iz Tabele 1 kao multifunkcionalni nadzorno-upravljački sistemi koji deluju na pobude generatora. GRRS se lako može uključiti u bilo kakav sistem za sekundarnu regulaciju napona prenosne mreže kao izvršni organ, na primer može biti upravljani od strane Voltage Var Dispatching sistema realizovanog na bilo kojoj platformi.

5 STVARNE REGULACIONE MOGUĆNOSTI GENERATORA U TENT A I B

Termoelektrane „Nikola Tesla“ raspolažu najsavremenijim sistemima za monitoring rada blokova. Podaci arhivirani u okviru ovih sistema se periodično analiziraju u cilju nadzora nad opremom i provere podešenja zaštita i opreme za upravljanje i regulaciju i utvrđivanja eksploatacionih mogućnosti blokova. Zbog različite starosti pojedinih delova opreme i različite prirode i prioriteta kvarova, u pojedinim periodima se snaga bloka ograničava i kvar „toleriše“ do prvog zastoja. To prouzrokuje kraće ograničenje eksploatacionih mogućnosti. Međutim kada do kvarova dođe na skupim delovima opreme čije otklanjanje iziskuje i vreme i velike investicione troškove, smanjenje eksploatacione moći se može javiti u dužem periodu. Tipičan primer je pojava pregrevanja krajnjih paketa limova statora koja se manifestovala kod više generatora jednog od najvećih svetskih proizvođača. Naznaka takvih oštećenja na starom generatoru B2 rezultirala je ograničenjem eksploatacionih mogućnosti i sam proizvođač je elektrani dostavio nove pogonske dijagrame koji značajno umanjuju mogućnost pojave oštećenja. Uslovi savremenog tržišta i zahtev da se krajnjem potrošaču električna energija isporučuje po pristupačnim cenama uslovljavaju korišćenje postojeće opreme i u slučajevima promenjenih eksploatacionih mogućnosti uz obostranu saglasnost proizvođača i operatora sistema.

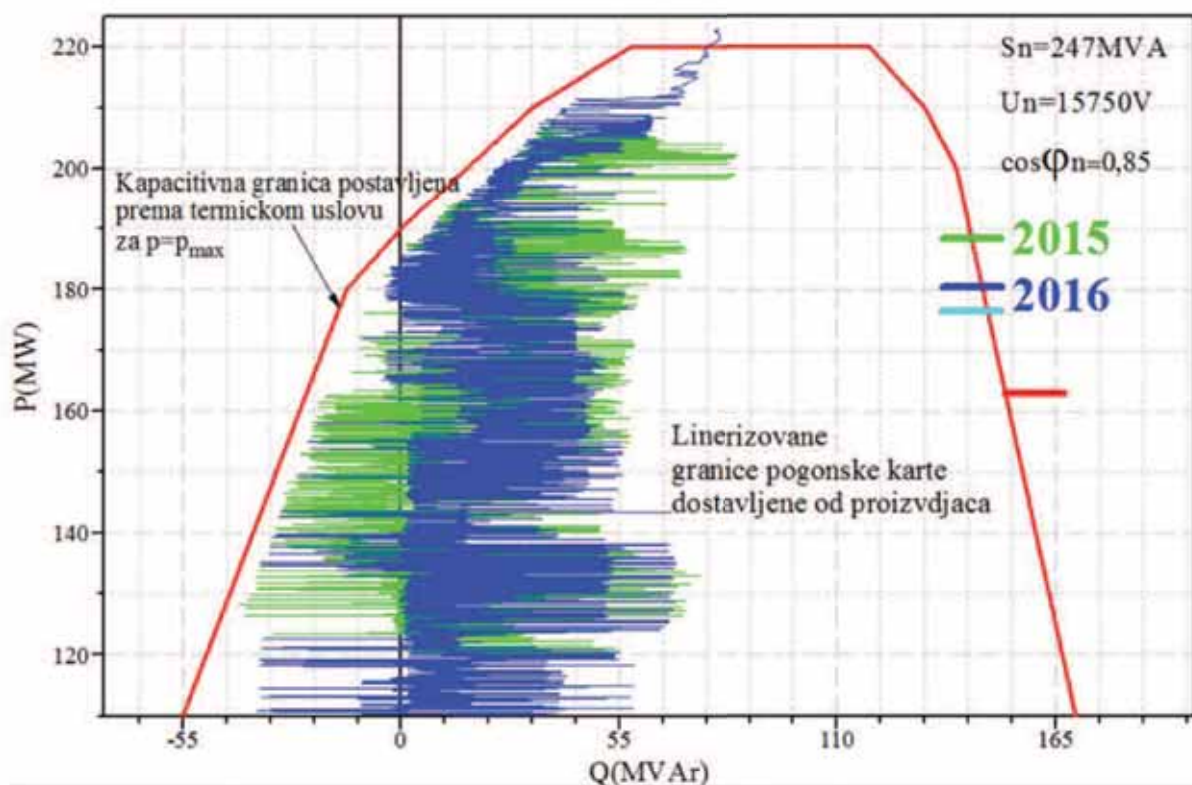
S obzirom da su, prema pravilima o radu prenosnog sistema, generatori u obavezi da rade u režimu regulacije napona i da daju punu statičku i dinamičku reaktivnu podršku prenosnoj mreži, izvršena je analiza radnih režima svih blokova u TENT u radu sa grupnim regulatorom reaktivne snage. Na slikama 1 do 8 prikazani su P-Q parovi realizovanih radnih tačaka generatora u 2015, 2016. godini i delom u 2017. godini.

Slike pokazuju sledeće rezultate:

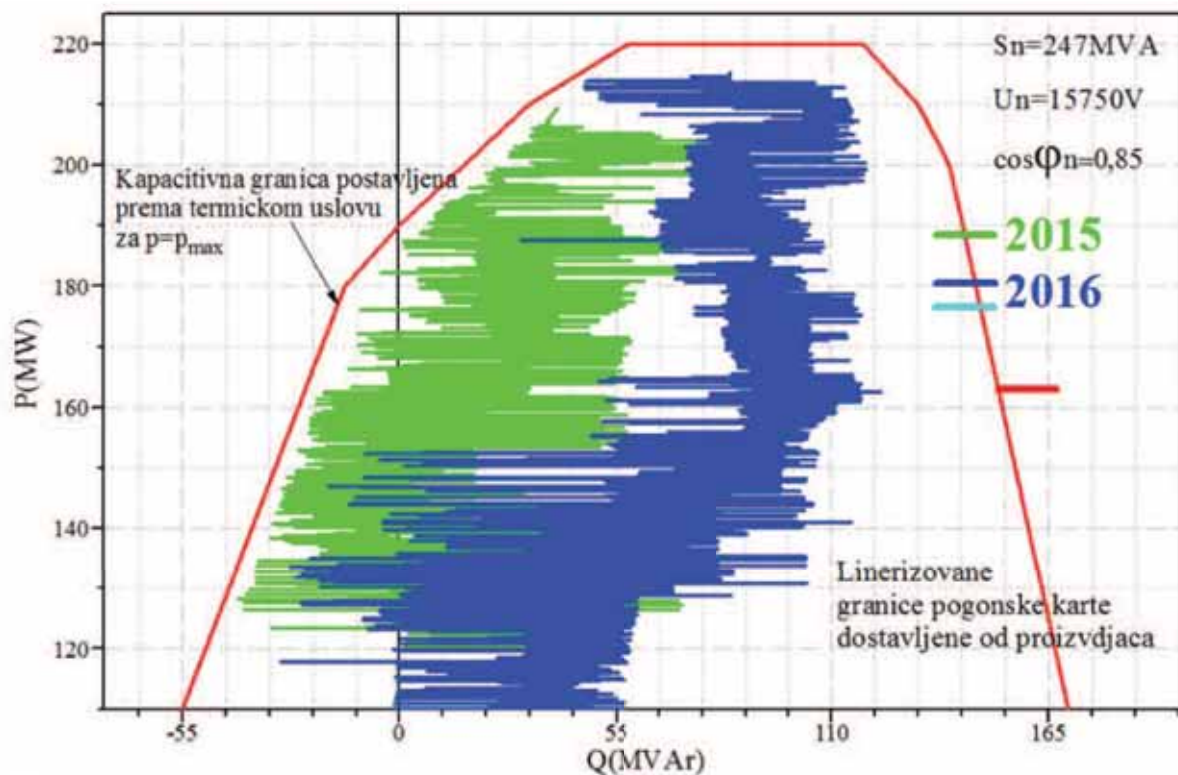
- korišćeni su celokupni raspoloživi reaktivni opsezi i popunjeni su praktično svi delovi pogonskog dijagrama uz napomenu da su pomenute godine okarakterisane visokim naponskim prilikama pa je popunjenost induktivnih režima slabija;
- na svim slikama je uočljivo da radne tačke dodiruju granicu praktične granice stabilnosti (generatori A3, A4, A5, A6, B2_{novi}) ili granicu termički dozvoljenih radnih režima (generatori A1, A2 i B1). To znači da ne postoje mere koje bi omogućile proširenje reaktivnih opsega u kapacitivnoj oblasti. Takođe, dodirivanje granice statičke stabilnosti ili termičkih ograničenja označava da u tim kapacitivnim radnim režimima naponi na krajevima generatora nisu bili limitirajući faktor po pitanju isporuke kapacitivne reaktivne snage,
- podešenja limitera minimalne pobude i zaštita od gubitka pobude nisu bila ograničavajući faktor u isporuci reaktivne snage.

Specifičnosti pojedinih blokova:

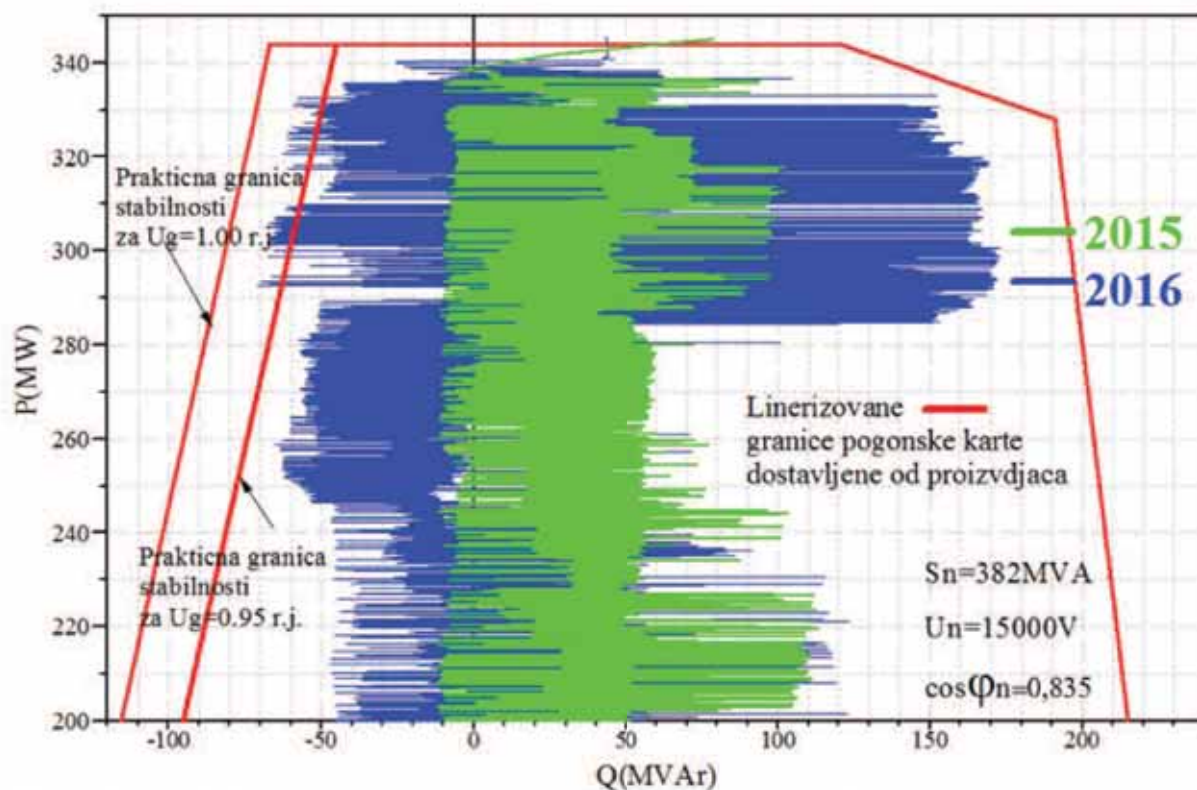
- glavna karakteristika generatora A1 i A2 je ograničenje rada zbog problema sa lokalnim pregrevanjem krajnjih paketa statora. Na slikama 1 i 2 su prikazane radne tačke generatora u 2015, 2016. godini,
- sužavanje pogonskog dijagrama generatora B1 izvršeno je na osnovu preporuke proizvođača generatora i znakova pregrevanja na starom generatoru B2. Radi se o seriji generatora sa konstrukcijom kod koje su uočeni problemi sa lokalnim pregrevanjem statora.
- Na slici 8 prikazane su i radne tačke generatora B2 nakon revitalizacije i ugradnje novog generatora. Prikazane su granice pogonskog dijagrama starog i novog generatora. Novi generator B2 omogućava rad generatora na praktičnoj granici stabilnosti i uočljivi je značajno proširenje reaktivnih opsega.



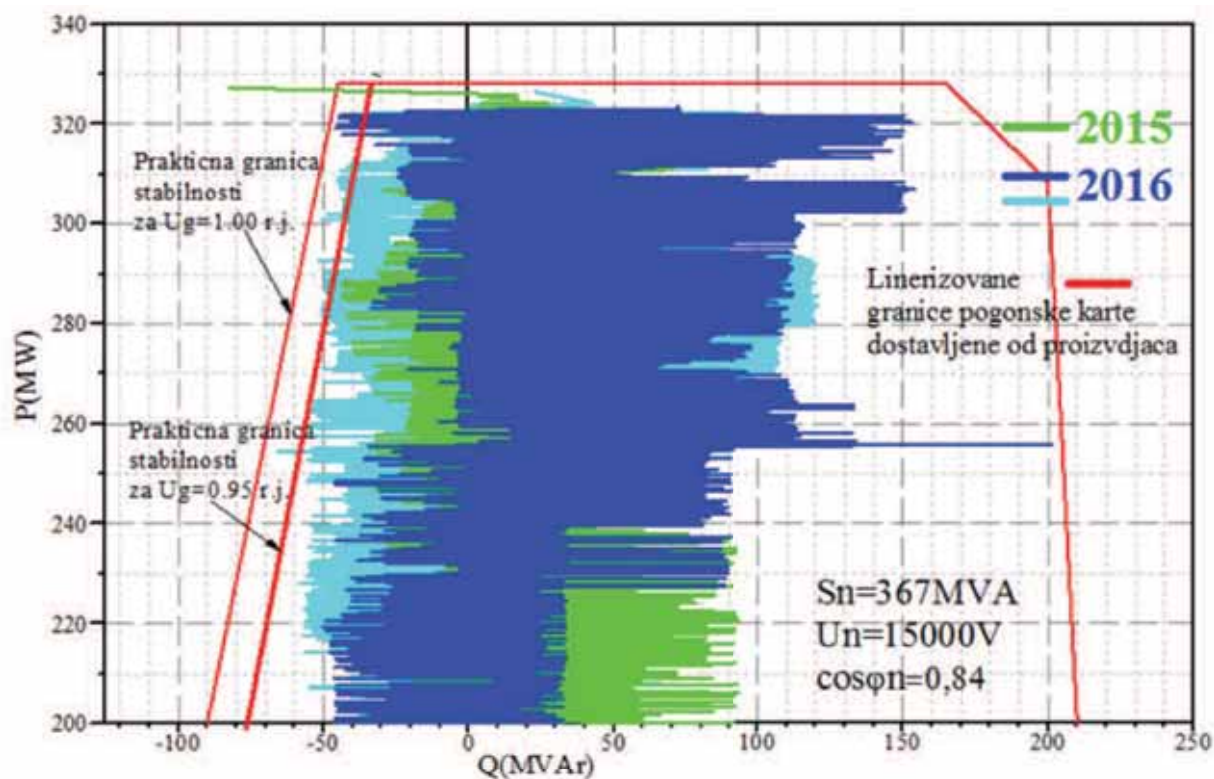
Slika 1 Pogonski dijagram sinhronog generatora i realizovani P-Q režimi na krajevima generatora za generator A1 u TENT A



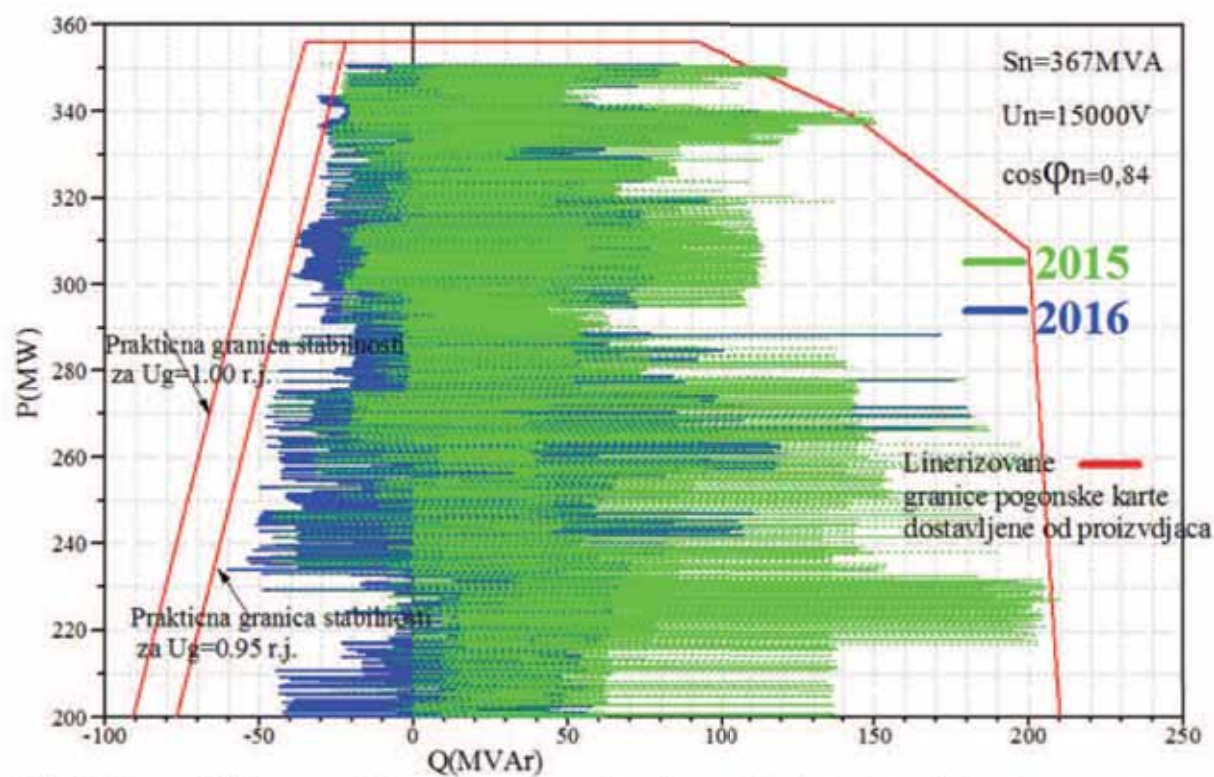
Slika 2 Pogonski dijagram sinhronog generatora i realizovani P-Q režimi na krajevima generatora za generator A2 u TENT A



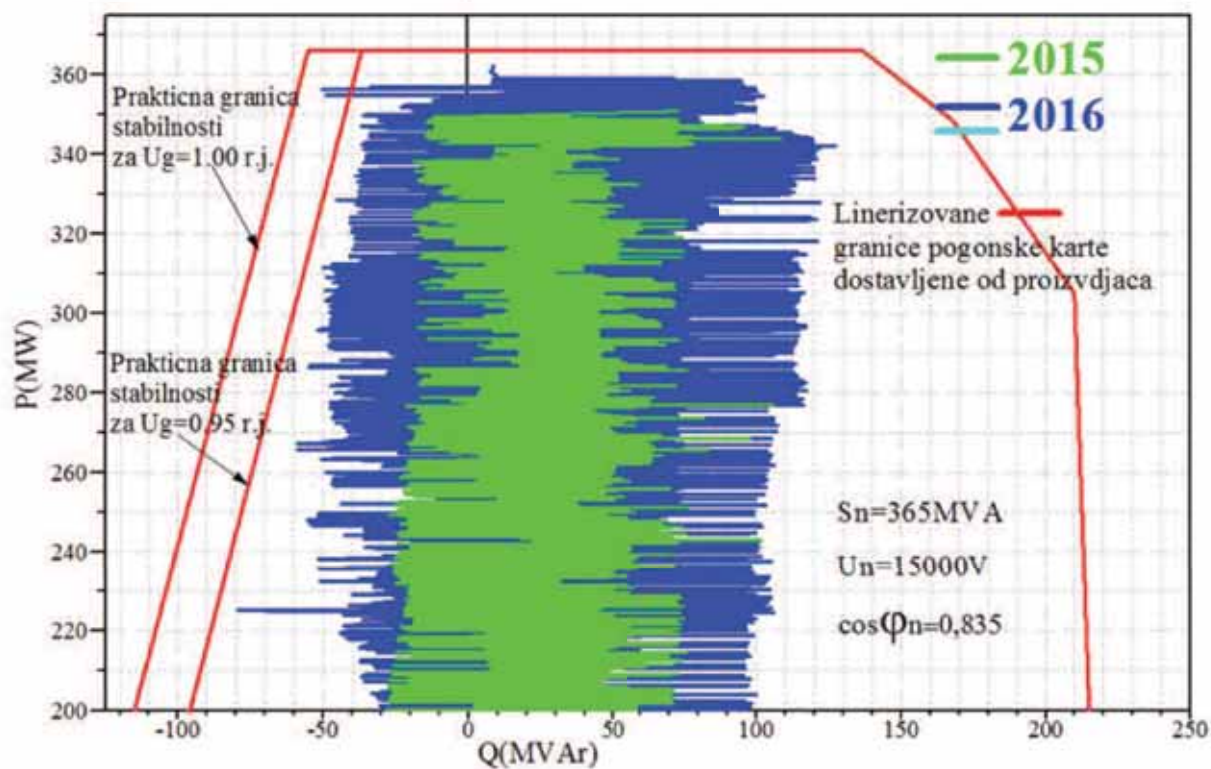
Slika 3 Pogonski dijagram sinhronog generatora i realizovani P-Q režimi na krajevima generatora za generator A3 u TENT A



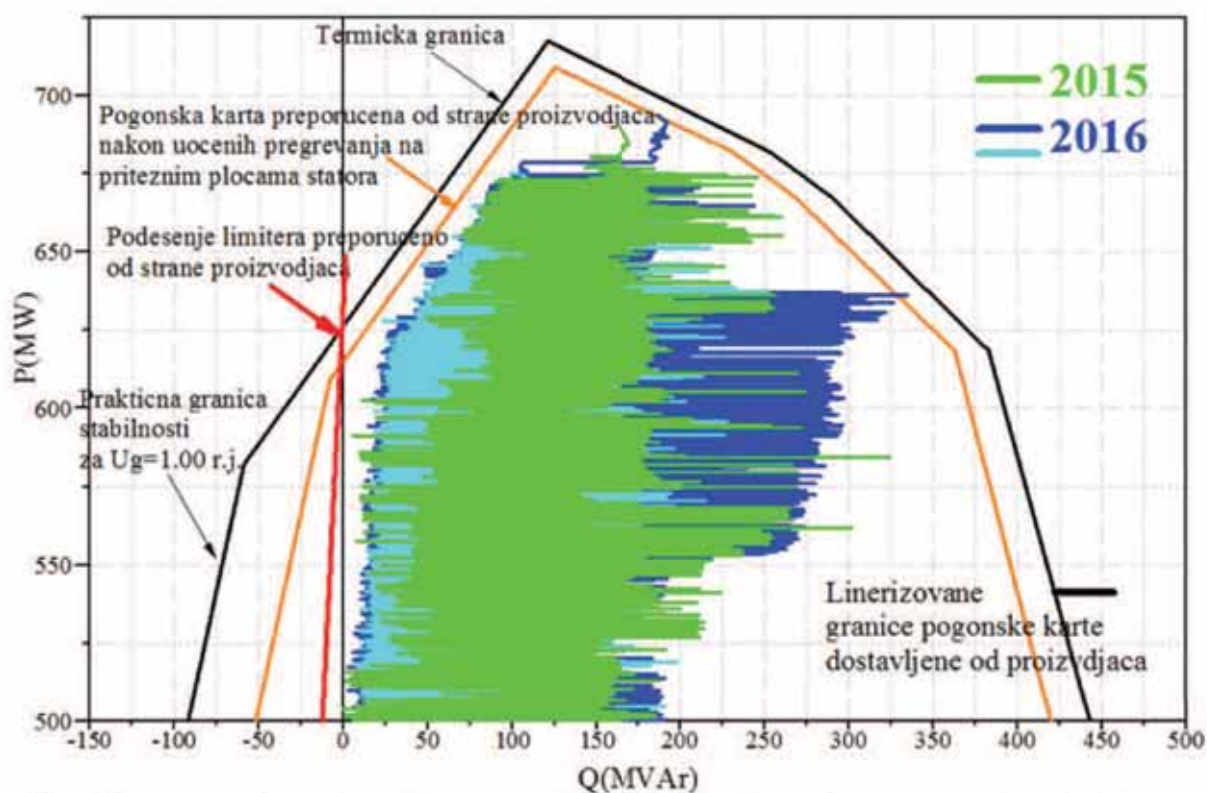
Slika 4 Pogonski dijagram sinhronog generatora i realizovani P-Q režimi na krajevima generatora za generator A4 u TENT A



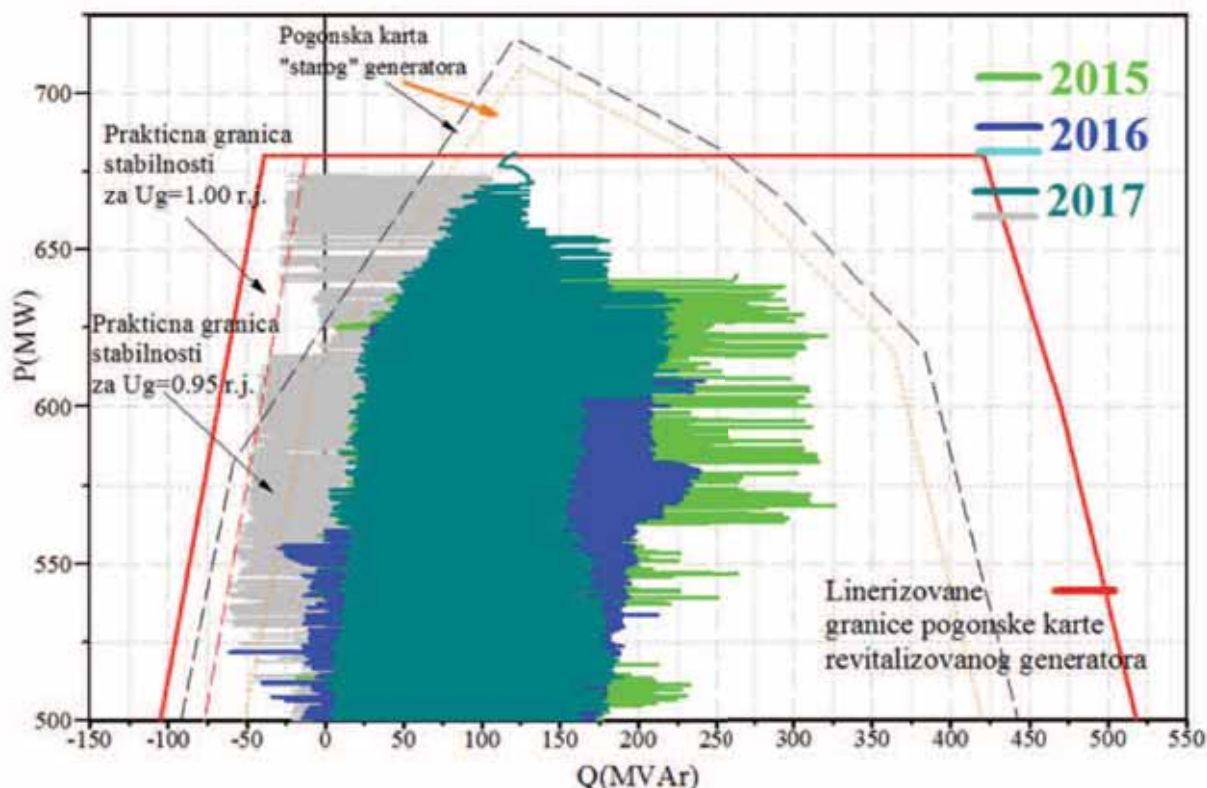
Slika 5 Pogonski dijagram sinhronog generatora i realizovani P-Q režimi na krajevima generatora za generator A5 u TENT A



Slika 6 Pogonski dijagram sinhronog generatora i realizovani P-Q režimi na krajevima generatora za generator A6 u TENT A



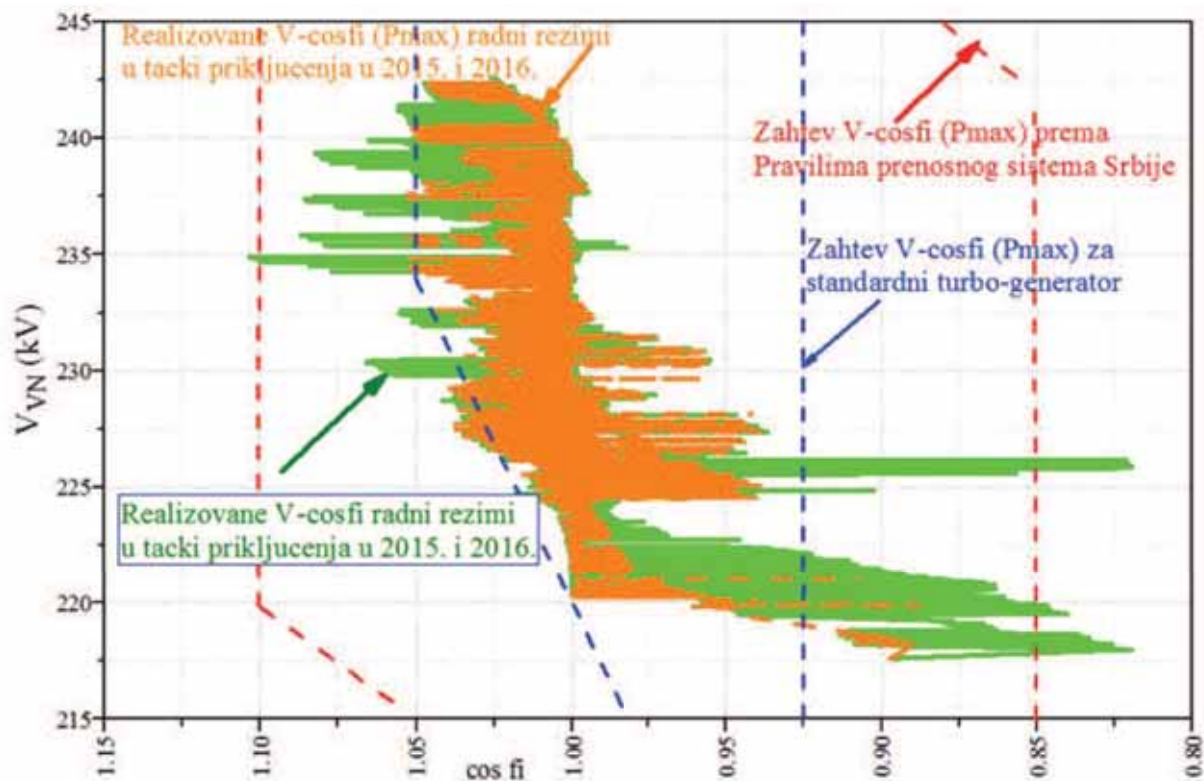
Slika 7 Ostvareni radni režimi u P-Q ravni u 2015., 2016. i 2017. godini. generator B1 u TENT B



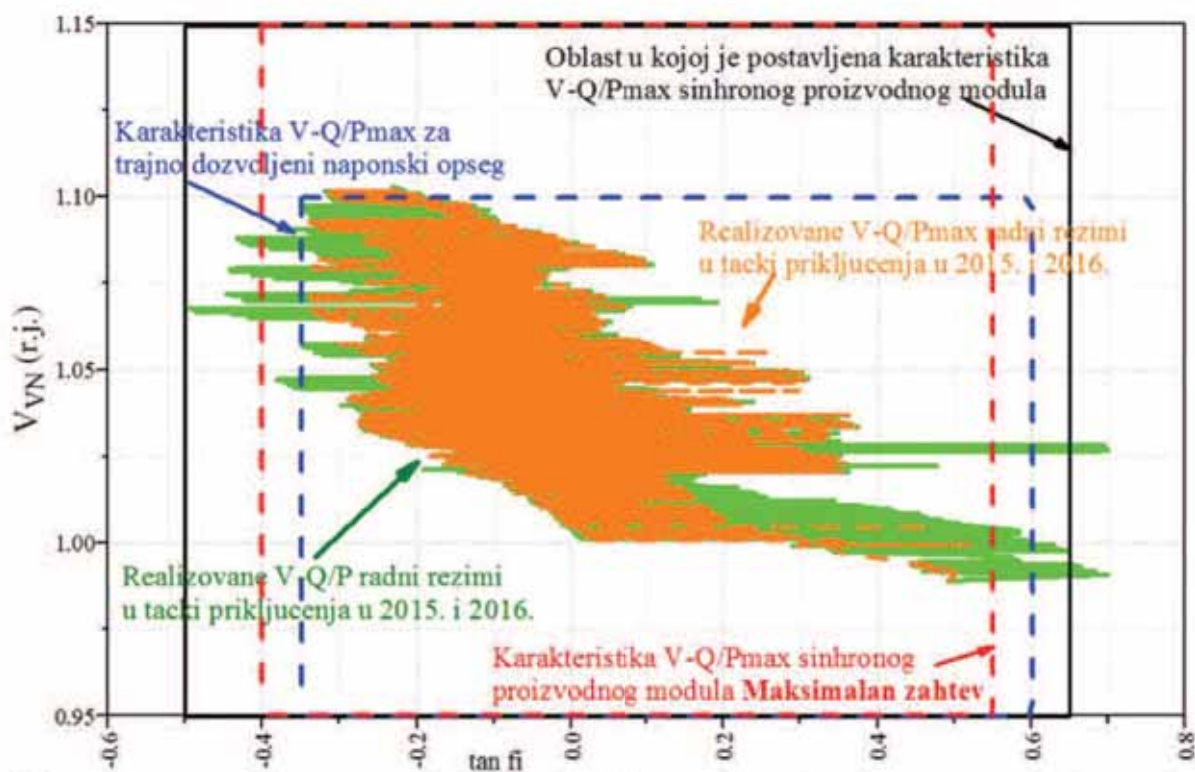
Slika 8 Ostvareni radni režimi u P-Q ravni u 2015., 2016. i 2017. godini, generator B2 u TENT B. Sivi trag se odnosi na ispitivanje granica pogonske karte.

Merenja sačuvana u arhivama termoelektrana omogućavaju i proveru ostvarenih radnih režima u tački priključenja na prenosni sistem i to u $V_{VN}\text{-}\cos\varphi$ ravni odnosno $V_{VN}\text{-}\tan\varphi$ ravni. $V_{VN}\text{-}\cos\varphi$ odnosno $V_{VN}\text{-}\tan\varphi$ odzivima direktno se proverava učešće generatora u regulaciji napona za date naponske prilike u tački priključenja. Dvodimenziona P-Q ravan sa krajeva generatora postaje trodimenziona V_{VN} -P-Q ravan. Za ove potrebe analizirani su odzivi generatora čija je kapacitivna granica određena praktičnom granicom stabilnosti tj. koji nisu naknadno dodatno ograničavani. Za ilustraciju je izabran generator A4.

Na slici 9 su dati realizovani $V_{VN}\text{-}\cos\varphi$ režimi. Zelenom bojom prikazani su svi radni režimi, a narandžastom samo režimi pri kojima je aktivna snaga bila bliska naznačenoj. Slika 9 pokazuje da se oblast realizovanih radnih režima poklapa sa $V_{VN}\text{-}\cos\varphi$ zahtevima koje može da ispuni standardni generator (izrađen prema tehničkim preporukama [7] i čija cena obezbeđuje da cena električne energije bude prihvatljiva za potrošača i proizvođača). Bitno je napomenuti da je naznačeni $\cos\varphi$ jednak 0,84 i niži je od $\cos\varphi$ generatora koji se danas proizvode (0,85 minimalna standardana vrednost $\cos\varphi$ za nove turbogeneratore [7]). Takođe se uočava da je moguće postići niže $\cos\varphi$ pri nižim aktivnim snagama. Zato je za sagledavanje reaktivne sposobnosti generatora neophodno paralelno posmatrati uslove na niskonaponskoj i visokonaponskoj strani blok-transformatora. Oblast ograničena crvenom isprekidanom linijom na slici 9 je naponski regulacioni zahtev iz Pravila o radu prenosnog sistema Srbije. Na slici 10 učešće generatora A4 u naponskoj regulaciji ilustrovano je u $V_{VN}\text{-}\tan\varphi$ ravni u skladu sa ENTSO-E preporukama [8].



Slika 9 Ostvareni radni režimi u $V\text{-}\cos\phi$ ravni u 2015. i 2016. godini, generator A4 u TENT A



Slika 10 Ostvareni radni režimi u $V\text{-}\tan\phi$ ravni u 2015. i 2016. godini, generator A4 u TENT A

6 ZAKLJUČAK

U radu su prikazane aktivnosti koje je Javno preduzeće „Elektroprivreda Srbije“, Ogranak TENT preduzelo radi ispunjenja regulacionih zahteva prenosnog sistema i povećanja naponske stabilnosti. Određen je stvarni doprinos generatora i njihov značaj za održavanje naponskih prilika u prenosnom sistemu Srbije. Prvo je prenosni sistem podeljen na naponske zone, a zatim je određen domet uticaja generatora TENT. Na osnovu kvantifikovanja značaja generatora u TENT izvršena su ulaganja u osnovnu opremu, opremu regulacije i zaštite i opremu upravljanja i nadzora. Za ilustraciju veličine ulaganja služi podatak da je dobijeno 290 Mvar u kapacitivnoj oblasti rada generatora. Proširenje reaktivnog opsega se uvek može dodatno postići odgovarajućim investicijama ali se time povećava cena električne energije i ugrožava konkurentnost proizvođača na tržištu. Zbog toga je vrlo važno da proizvođač sistemске usluge bude srazmerno opterećen u ostvarivanju date sistemске usluge i adekvatno finansijski kompenzovan u cilju obezbeđenja cene električne energije koja je pristupačna potrošaču uz održanje minimalne margine prihoda u poslovanju.

7 ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u okviru projekta “Povećanje energetske efiksnosti HE i TE EPS-a razvojem tehnologije i uređaja energetske elektronike za regulaciju i automatizaciju”, evidencioni broj TR 33020.

8 LITERATURA

- [1] Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations, U.S.-Canada Power System Outage Task Force
- [2] M. S. Čalović, *Regulacija elektroenergetskih sistema, Tom 2, Regulacija napona i reaktivnih snaga*, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1997.
- [3] T.J. Miller, (Editor) "Reactive Power Control in Electric Systems". John Wiley & Sons, New York, 1982.
- [4] P. Lagonotte, J. C. Sabonnadiere, J. Y. Leost, J. P. Paul, "Structural analysis of the electrical system : application to the secondary voltage control in France," *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 2, pp. 479-484, 1989.
- [5] J. Dragosavac, Ž. Janda, D. Arnautović, Lj. Mihailović, "Prepoznavanje i vrednovanje doprinosa sinhronih generatora pružanju pomoćne sistemске usluge održavanja napona u tržišnom okruženju", CIGRE Srbija, Grupa R C2 09, Zlatibor, 2015.
- [6] IEEE Std C50.12™-2005
- [7] <https://www.entsoe.eu/>

PRACTICAL REACTIVE RANGE OF SYNCHRONOUS GENERATORS IN TE
"NIKOLA TESLA" AND THEIR CONTRIBUTION TO THE CONSERVATION OF
VOLTAGE STABILITY OF POWER TRANSMISSION SYSTEM

Bojan Radojičić, Nemanja Mijailović, Goran Lukić*

Jasna Dragosavac, Zarko Janda **

* Public Enterprise "Electric Power Industry of Serbia", TENT Obrenovac

** Electrical Engineering Institute "Nikola Tesla", University of Belgrade

BELGRADE
SERBIA

Summary

Dynamic reactive support and automatic voltage control are critical during the disturbances in the transmission system. Synchronous generators are the only elements of the transmission network in Serbia that provide dynamic reactive support. In this sense, the thermal power plants "Nikola Tesla" continuously implement measures to maximize the participation of synchronous generator in voltage regulation off the transmission network. These steps include monitoring and permanent improvement of the equipment for the primary voltage control (generator excitation system, etc.), equipment for voltage control at point of common coupling, monitoring in the real-time of reactive reserves. The paper shows the results of the undertaken measures in TE "Nikola Tesla" to increase their contribution to the stability of the power transmission system.

The real contribution of synchronous generators and their impact to voltage control in serbian power transmission system have been determined. The Serbian transmission system is divided into voltage control zones. Based on the generator importance and contributions, TENT made the investment in basic equipment, control and protection equipment and control management systems. To illustrate the size of the investment, it is shown that extended reactive ranges have been achieved, in total 290 Mvar. Additional reactive ranges can always be achieved by appropriate additional investments, but it increases the price of electricity and threatens the competitiveness of manufacturers in the market. It is therefore very important that the manufacturers are proportionally loaded and adequately financially compensated in proportion to their contribution to the auxiliary system services in order to provide electricity price that is affordable to the consumer while maintaining minimum revenue margins in the business.

Keywords – auxiliary system services, voltage control, synchronous generator, voltage stability, reactive power.



R A1 07

EVROPSKI KONCEPT JEDINSTVENOG BALANSNOG TRŽIŠTA

MARKO JANKOVIĆ^{*1}, TONČI TADIN²
¹EMS AD BEOGRAD, ²HOPS D.O.O ZAGREB

¹BEOGRAD, ²ZAGREB

¹SRBIJA, ²HRVATSKA

Kratak sadržaj — U radu je predstavljen mogući evropski model jedinstvenog balansnog tržišta, odnosno strateški pravci razvoja balansnog tržišta električne energije u Evropi u narednom periodu u skladu sa ENTSO-E mrežnim kodom za balansiranje, odnosno Uredbom Komisije EU o uspostavljanju smernica za balansiranje čije se usvajanje očekuje do kraja 2017. godine. Opisan je značaj uvođenja standardnih produkata, razlozi za njihovo uvođenje, kao i specifičnosti jedinstvenog tržišta sekundarne (aFRR) i tercijarne regulacije (mFRR и RR), odnosno koncept uspostavljanja zajedničkog Imbalance Netting procesa od strane evropskih operatora prenosnih sistema. Poseban deo u radu odnosi se na implementaciju novog koncepta finansijskog poravnanja između operatora prenosnih sistema usled neželjenih odstupanja regulacionih oblasti. U kratkim crtama izvršeno je poređenje CoBA koncepta sa Single Balancing Platform konceptom koji je predložen kao target model jedinstvenog evropskog balansnog tržišta.

Ključne reči — Jedinstveno evropsko balansno tržište – Sekundarna regulacija – Tercijarna regulacija – Standardni produkti – Zajednička platforma za balansiranje – Operator prenosnog sistema

1 UVOD

Imperativ energetske politike savremenog društva svakako predstavlja potpuno liberalizovano tržište električne energije zasnovano na čvrstim principima transparentnosti i nedskriminarnosti. Liberalizacija tržišta električne energije, u svim svojim segmentima zapravo je počela deregulacijom energetskog sektora na nacionalnom nivou, što je podrazumevalo odvajanje tržišnih funkcija od regulisanih. U tom trenutku bilo je teško predvideti da je proces deregulacije (razdvajanja) u stvari bila uvertira, odnosno put u centralizaciju (ukrupnjavanje) energetskog sektora i to na mnogo višem nivou nego što je bio slučaj pre početka deregulacije.

* EMS AD Beograd, Kneza Miloša 11, Beograd, marko.jankovic@ems.rs

Trenutno, u nadležnosti operatora prenosnih sistema, članica *ENTSO-E*, a u skladu sa uredbama Komisije EU, su u toku procesi implementacije projekata koji za cilj imaju centralizaciju energetske, pre svega tržišnih funkcija, koje su doskoro bile neprikosnovenno u nadležnostima operatora prenosnih sistema i u okvirima nacionalnog zakonodavstva. Povezivanje organizovanih tržišta električne energije (Market Coupling), harmonizacija aukcionih pravila i njihova raspodela preko jedinstvene evropske aukcione platforme (Single Allocation Platform) ili uspostavljanje regionalnih centara za koordinaciju sigurnosti (RSCi - Coreso, TSCNET, SCC) svakako predstavljaju najbolje primere pomenute prakse.

Usvajanjem konačnog nacrtu mrežnog koda za balansiranje (GL EB), odnosno Uredbe Komisije EU o uspostavljanju smernica za balansiranje električne energije [1] čije se usvajanje očekuje do kraja 2017. godine trasiran je put uspostavljanju jedinstvenog evropskog balansnog tržišta električne energije.

2 OPŠTI PRINCIPI JEDINSTVENOG EVROPSKOG BALANSNOG TRŽIŠTA

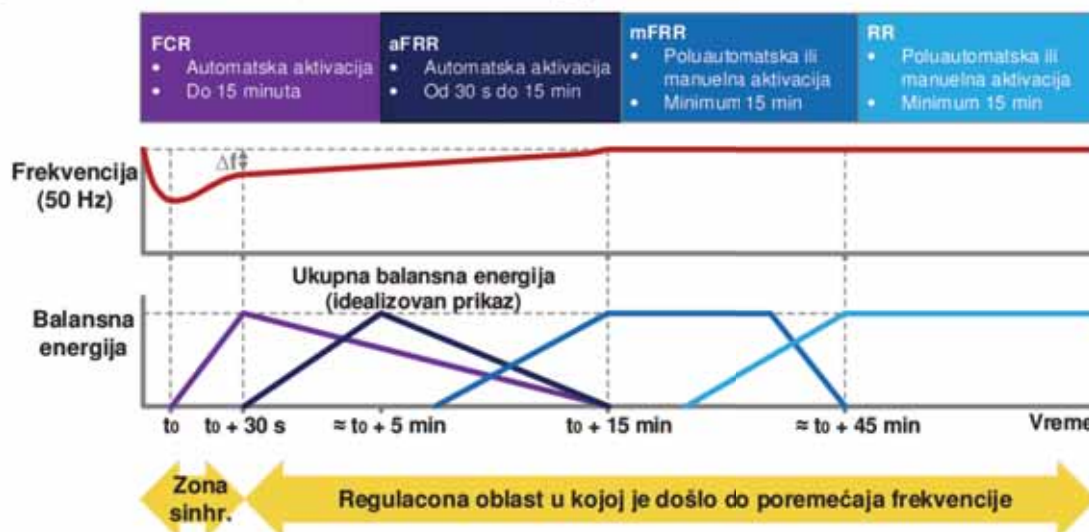
Šta podrazumeva pojam jedinstveno evropsko balansno tržište električne energije?

Na ovo pitanje se svakako ne može dati jednoznačan odgovor, niti se zbog kompleksnosti prirode balansnog tržišta i složenih tehničkih i tržišnih ograničenja koja ga prate može izvršiti poređenje sa već implementiranim jedinstvenim evropskim rešenjima u pogledu dodele prekograničnih prenosnih kapaciteta ili spajanja veleprodajnih tržišta električne energije.

Balansni procesi u Evropi organizovani su u 5 koraka:

1. FCR (*Frequency Containment Reserves*) - primarna balansna rezerva sa vremenom aktivacije do 30 sekundi od nastanka poremećaja frekvencije.
2. IN (*Imbalance Netting*) – proces razmene odstupanja prenosnih sistema u realnom vremenu.
3. aFRR (*Automatic Frequency Restoration Reserve*) – odnosno automatska sekundarna regulaciona rezerva sa ciljanim vremenom aktivacije od 5 minuta.
4. mFRR (*Manual Frequency Restoration Reserves*) – tercijarna rezerva sa vremenom aktivacije od 15 minuta.
5. RR (*Replacement Reserve*) – spora tercijarna rezerva sa vremenom aktivacije od 30 minuta.

Karakteristike navedenih balansnih procesa kroz prizmu vremena potrebnog za njihovo sprovođenje prikazani su na slici 1 (bez Imbalance Netting procesa).



sl. 1 - Vremenski horizonti aktivacije balansnih procesa (bez Imbalance Netting procesa)

S obzirom na specifičnosti koje sa sobom nose navedeni balansni procesi, i u tehničkom i u ekonomskom smislu, svaki od njih predstavlja zapravo vid balansnog tržišta koji će u okviru koncepta evropskog balansnog tržišta biti centralizovan, odnosno za svaki od navedenih procesa biće uspostavljeno jedinstveno balansno tržište na evropskom nivou.

U tehničkom smislu, ciljni model evropskog balansnog tržišta električne energije predstavlja uspostavljanje jedinstvene zajedničke evropske platforme za balansiranje (Single Balancing Platform) pojedinačno za svaki od navedenih balansnih procesa, u skladu sa odrednicama definisanim mrežnim kodom za balansiranje. Iako još uvek nije u potpunosti razrađen koncept zajedničke platforme, nesporno je da bi vlasnička struktura trebalo da bude u nadležnosti operatora prenosnih sistema. Uloga operatora zajedničke platforme za balansiranje može biti realizovana na više načina – od koncepta da platformom upravlja jedan od operatora prenosnih sistema do uspostavljanja nezavisne kompanije koja bi to radila. Ne treba isključiti ni mogućnost da ovu ulogu preuzme i neki od uspostavljenih regionalnih centara za koordinaciju sigurnosti čime bi on praktično evaluirao u regionalni operativni centar (ROC).

Međutim koncept jedinstvene platforme za balansiranje nije bio zastupljen od početka implementacije jedinstvenog evropskog balansnog tržišta. Njemu je prethodio koncept koji je bio zasnovan na uspostavljanju regionalnih balansnih oblasti (Coordinated Balancing Area – CoBA) za svaki od navedenih balansnih procesa (vidova balansnog tržišta). CoBA bi bile formirane uz poštovanje geografskog položaja zemalja/regulacionih oblasti i uz mogućnost uspostavljanja jedinstvenih balansnih pravila (definisanje istih produkata, obračunskog perioda, cene poravnanja itd.). Ovakav koncept je podrazumevao da bi za isti vid balansnog tržišta (recimo tržište mFRR) bilo moguće na nivou evropske interkonekcije uspostaviti više CoBA pri čemu se ne bi insistiralo da u svim CoBA-ma važe identična tržišna pravila. CoBA konceptom akcenat je više bio na uspostavljanju regionalne saradnje, a ne apsolutne centralizacije na evropskom nivou. U drugoj fazi implementacije, ukoliko bi to bilo moguće, vršilo bi se spajanje CoBA, odnosno predviđeno je bilo uspostavljanje balansnog tržišta između CoBA kroz usaglašavanje tržišnih produkata, *settlement* pravila itd.

Međutim, od ovog koncepta se odustalo 2016. godine, kada je praktično i počela implementacija projekta jedinstvenog evropskog balansnog tržišta, odnosno koncepta uspostavljanja zajedničke platforme za balansiranje. Potrebno je istaći da je veliki uticaj na donošenje ovakve odluke imao prethodno uspešno uspostavljen koncept jedinstvene evropske aukcione platforme za dodelu prekograničnih prenosnih kapaciteta.

Puna implementacija jedinstvenog evropskog balansnog tržišta predviđena je do 2025. godine. Posmatrano u vremenskom domenu dinamika uspostavljanja navedenih balansnih procesa je prikazana u tabeli 1.

Tabela 1 - Dinamika uspostavljanja jedinstvenog evropskog balansnog tržišta

Obaveze	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023							
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
RR																																
Imbalance netting																																
mFRR / aFRR																																
Poravnanje odstupanja																																
TSO Predlož																																
Usklađivanje																																

Prelazni period
Legenda
Prelazni
Rok
Derogacije

Strategija uspostavljanja jedinstvenog balansnog tržišta se može predstaviti sledećim fazama:

- 1) verifikacija i stupanje na snagu mrežnog koda za balansiranje (GL EB) i njegovo transponovanje u nacionalno zakonodavstvo, u slučaju zemalja koje nisu članice EU
- 2) uspostavljanje opštih principa mrežnih kodova od strane operatora prenosnih sistema,
- 3) razvijanje implementacionih okvira za uspostavljanje jedinstvenog balansnog tržišta (*Implementation Frameworks*)
- 4) harmonizacija glavnih resursa balansnog tržišta (definisane standardnih produkata, harmonizacija obračunskog perioda, uspostavljanje pravila za poravnanje između operatora prenosnih sistema itd.)
- 5) uspostavljanje subjekta koji će upravljati jedinstvenom zajedničkom evropskom platformom za balansiranje
- 6) implementacija jedinstvene zajedničke evropske platforme za balansiranje
- 7) pristupanje operatora prenosnih sistema jedinstvenoj zajedničkoj platformi za balansiranje

U konceptualnom smislu funkcionisanje zajedničkog balansnog tržišta može biti zasnovano na primeni TSO-TSO ili TSO-BSP modela. Oba modela su predviđena mrežnim kodom za balansiranje. Sagledavajući opštu sliku, sa trenutnog aspekta, realniji koncept jeste primena TSO-TSO modela, pri čemu upravljanje i aktivacija, odnosno komunikacija sa učesnicima na balansnom tržištu (Balancing Service Provider (BSP)) ostaje u nadležnosti lokalnih operatora prenosnih sistema. Način upravljanja BSP od strane operatora prenosnih sistema može biti zasnovan na primeni "central-dispatching" ili "self-dispatching" koncepta.

U funkcionalnom smislu jedinstvena zajednička evropska platforma za balansiranje bi za cilj imala koordinaciju zahteva za aktivaciju balansne energije, dostavljenim od strane operatora prenosnih sistema, uvažavajući pri tom ograničenja u skladu sa mrežnim kodom za balansiranje (GL EB) i mrežnim kodom za upravljanje prenosnim sistemom (SO GL), odnosno Uredbom Komisije EU o uspostavljanju smernica za upravljanje prenosnim sistemom [2]. Pored navedenih ograničenja, jedan od bitnih preduslova za funkcionisanje jedinstvenog balansnog tržišta svakako jeste i rezervacija prekograničnih prenosnih kapaciteta za potrebe balansiranja, međutim ovaj segment još uvek nije u potpunosti razrađen niti je konceptualno usaglašen. Naime, prilikom pokušaja definisanja ovog procesa stiče se utisak da su se na globalnom tržištu električne energije zapravo polarizovale interesne strane i to sa jedne strane operatori organizovanih tržišta električne energije i učesnici na veleprodajnom tržištu električne energije, a sa druge provajderi usluga za balansiranje i operatori prenosnih sistema. Dodela prekograničnih prenosnih kapaciteta za potrebe balansiranja, u konceptu jedinstvenog evropskog balansnog tržišta, je od izuzetne važnosti i bez ispunjenja ovog uslova se ne može govoriti o punoj implementaciji posmatranog koncepta.

Na slici 2 je prikazan pojednostavljen funkcionalni model evropskog balansnog tržišta električne energije zasnovan na konceptu zajedničke platforme za balansiranje:



sl. 2 - Funkcionalni model evropskog balansnog tržišta električne energije zasnovan na konceptu zajedničke platforme za balansiranje

Operator zajedničke platforme za balansiranje bi ujedno trebalo da bude i *settlement* operator jedinstvenog balansnog tržišta u smislu finansijskog poravnanja između operatora prenosnih sistema po osnovu angažovane balansne energije, na osnovu razmenjenih produkata evropskog balansnog tržišta i principima tržišnog fer pleja.

Funkcionalnosti i obaveze operatora zajedničke platforme će biti usklađene sa zahtevima jedinstvenog evropskog balansnog tržišta i uspostavljene od strane operatora prenosnih sistema.

3 RESURSI JEDINSTVENOG EVROPSKOG BALANSNOG TRŽIŠTA

Resursi balansnog tržišta generalno posmatrano jesu kapacitet (balansna rezerva) i balansna energija.

Pravila za određivanje iznosa potrebne rezerve za regulaciju frekvencije i snage razmene (FCR, aFRR i mFRR) koju jedan TSO u kontinentalnoj interkonekciji treba da obezbedi su definisana mrežnim kodom za upravljanje (SO GL) i ENTSO-E Operational Handbook Policy 1 [3].

Potreban nivo rezerve u primarnoj regulaciji učestanosti (FCR) se u prvom koraku određuje na nivou celokupne kontinentalne interkonekcije kao najveća moguća aktivna snaga koja se gubi nakon ispada jednog elementa u interkonekciji. U ovom trenutku to je 3000MW jer je to snaga dva bloka nuklearne elektrane u Francuskoj koji su priključeni na jedan sistem sabirnica. U drugom koraku ovih 3000 MW se jednom godišnje raspodeljuje na operatore prenosnih sistema, srazmerno njihovoj veličini, to jest srazmerno ukupnoj godišnjoj proizvodnji električne energije u njihovim regulacionim oblastima.

Nivo potrebne rezerve u sekundarnoj (aFRR) i tercijarnoj (mFRR) regulaciji učestanosti i snage razmene svaki operator prenosnog sistema određuje u dva koraka. U prvom koraku se određuje ukupna FRR kao suma aFRR i mFRR. Ona mora biti jednaka najvećoj mogućoj promeni aktivne snage nakon ispada jednog generatora, potrošača ili dalekovoda unutar regulacione oblasti datog operatora prenosnog sistema. Najčešće je to najveći proizvodni blok. Posebno se na ovaj način određuje rezerva naviše i naniže. Ukupno potrebna FRR mora se izračunati statističkom metodom. Potrebno je, za najmanje godinu dana, izračunati srednje petnaestominutne vrednosti ACEol prema formuli:

$$ACE_{ol} = ACE + aFRR + mFRR$$

Gde su:

- ACEol - Ukupno odstupanje TSO pre aktiviranja rezerve;
- ACE - Trenutna regulaciona greška TSO;
- aFRR - Aktivirana rezerva u sekundarnoj regulaciji;
- mFRR - Aktivirana rezerva u tercijarnoj regulaciji.

Potrebna rezerva odgovara iznosu koji je veći ili jednak 99% gore dobijenih vrednosti ACEol. Posebno se računa rezerva naviše i rezerva naniže. Ukoliko se na ovaj način dobije vrednost niža od snage najveće proizvodne jedinice, može se usvojiti statistička vrednost. Smanjenje rezerve naviše ne sme biti veće od 30% snage najveće proizvodne jedinice.

TSO u drugom koraku treba da odredi koliko će potrebne rezerve imati sekundarnoj (aFRR) a koliko u tercijarnoj (mFRR) regulaciji. U suštini ova odluka leži na samom operatoru prenosnog sistema i zavisi od specifičnosti njegovog elektroenergetskog sistema. Trenutno važeća, stara verzija ENTSO-E Operational Handbook Policy 1, daje formulu na osnovu koje se određuje minimalni iznos rezerve u sekundarnoj regulaciji:

$$R = \sqrt{a \cdot L_{max} + b^2} - b$$

Gde su:

- R - Potrebna rezerva u sekundarnoj regulaciji;
 - L - Očekivana maksimalna potrošnja za dati period.
- a i b su empirijski koeficijenti i iznose: a = 10 MW, b = 150 MW.

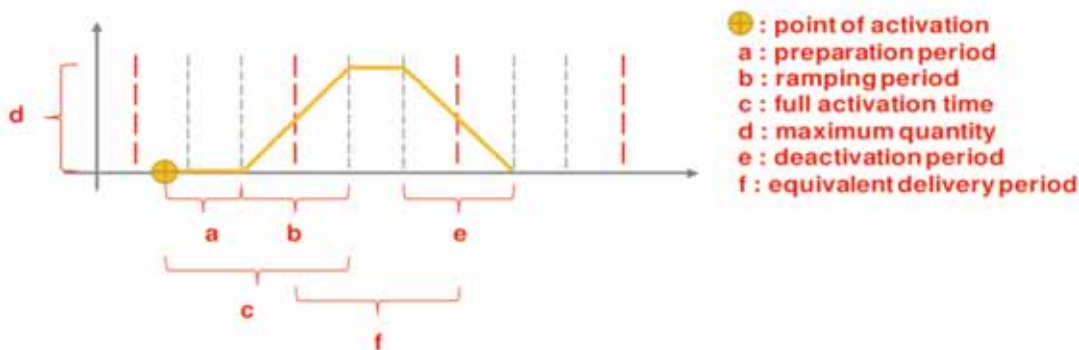
Mrežni kod za balansiranje nije definisao obavezu harmonizacije i zajedničkog zakupa balansne rezerve na nivou Evrope, ali je ostavio mogućnost operatorima prenosnih sistema da u skladu SO GL mogu vršiti zajedničko dimenzionisanje i nabavku balansne rezerve. Jedan od preduslova navedenih u SO GL u pogledu zajedničkog dimenzionisanja rezerve, unutar kontrolnog bloka, jeste uspostavljen imbalance netting proces između regulacionih oblasti članica kontrolnog bloka. S obzirom na ovu činjenicu, u ovom trenutku, balansnu rezervu nećemo posmatrati kao resurs jedinstvenog evropskog balansnog tržišta.

Sa druge strane balansnu energiju najbolje je posmatrati kroz prizmu definisanja standardnih produkata jedinstvenog evropskog balansnog tržišta električne energije.

4 STANDARDNI PRODUKTI EVROPSKOG BALANSNOG TRŽIŠTA

Od izuzetne važnosti za funkcionisanje jedinstvenog evropskog balansnog tržišta jeste harmonizacija nacionalnih produkata. Harmonizovani balansni produkti, usklađeni od strane svih operatora prenosnih sistema, predstavljaju standardne produkte jedinstvenog evropskog balansnog tržišta. Samo standardni produkt može biti korišćen u procesu balansiranja koji će se sprovoditi preko zajedničke evropske platforme za balansiranje.

Glavne karakteristike standardnog produkta najjednostavnije je objasniti grafičkim prikazom (sl.3):



sl.3 – Karakteristike standardnog produkta

gde:

- (a) predstavlja vreme od podnošenja zahteva za aktivaciju do početka isporuke energije (*pripremni period*),
- (b) predstavlja vreme između početka isporuke energije i odgovarajuće potpune aktivacije predmetnog produkta (*period rampiranja*),
- (c) predstavlja period između zahteva za aktivaciju od strane operatora prenosnog sistema i odgovarajuće pune aktivacije predmetnog produkta (*puno vreme aktivacije*),
- (d) predstavlja snagu (ili promenu snage) koju BSP nudi u ponudi, a koji će biti postignut na kraju punog vremena aktivacije (minimalna i maksimalna količina energije predviđena jednom ponudom),
- (e) predstavlja vreme otkazivanje naloga, od pune isporuke ili povlačenje/smanjenje na novu zadatu vrednost (*vreme deaktivacije*),
- (f) predstavlja minimalni (maksimalni) vremenski period isporuke tokom koga BSP pruža punu uslugu predaje ili povlačenja balansne energije iz prenosne mreže (*ekvivalentni period isporuke*).

Analizom produkata koji se koriste u nacionalnim balansnim tržištima ili uspostavljenim regionalnim inicijativama, definisano je nekoliko mogućih standardnih produkata za svaki od vidova balansnog tržišta električne energije (aFRR, mFRR i RR tržište). Međutim, može se postaviti pitanje potrebe postojanja više standardnih produkata, odnosno da li benefit predstavlja manji ili veći broj standardnih produkata. Da li postoji potreba za postojanjem petominutnog, desetominutnog i petnaestominutnog produkta tercijarne regulacije ili postojanja više produkata sekundarne regulacije. Prve analize su

pokazale da veći broj produkata ne predstavlja nužno i bolji kvalitet regulacije niti veći stepen sigurnosti.

Sa druge strane, smanjenjem broja standardnih produkata može se povećati likvidnost balansnog tržišta (tržište jednog produkta u odnosu na više tržišta na kojima ne postoji podjednaka potreba za svim produktima). Takođe, smanjenjem broja standardnih produkata operatori prenosnih sistema ne bi morali implementirati i administrirati proizvod koji se suštinski ne bi koristio, što bi imalo pozitivan efekat sa aspekta efikasnijeg upravljanja balansnim tržištem.

Uzimajući u obzir navedeno, operatori prenosnih sistema u ovoj fazi implementacije evropskog modela balansnog tržišta su postigli dogovor da se za sva pojedinačna balansna tržišta (aFRR, mFRR i RR) definiše po jedan standardni produkt.

Glavne karakteristike definisanih standardnih produkata su prikazane u tabeli 2.

Tabela 2 – Glavne karaktersitike definisanih standardnih produkata

	aFRR produkt	mFRR produkt	RR produkt
Pripremni period (a)	≤ 30 s (SOGL)	Od 0 do X min	Od 0 do 30 min
Ramping period (b)	Nije relevantno	Od 0 do X min	Od 0 do 30 min
Puno vreme aktivacije (c)	5 min (7.5min)	X min ($10 < X < 15$ min)	30 min
Min (Max) vrednost bida (d)	1 MW (9999MW)	1 MW (9999MW)	1 MW (9999MW)
Ekvivalentno vreme isporuke Min (Max) (f)		15 min (30min)	15 min (60min)

5 JEDINSTVENI EVROPSKI IMBALANCE NETTING PROCES

Operatori prenosnih sistema u cilju regulacije frekvencije i snage razmene koriste različite, gore navedene, mehanizme za balansiranje sistema (FCR, aFRR, mFRR). Najefikasniji, ali svakako i najskuplji resurs balansnog tržišta jeste aktivacija sekundarne balansne rezerve, koja u realnom vremenu, na osnovu odstupanja frekvencije i odstupanja snage razmene definiše regulacioni zahtev koji se direktno prosleđuje na regulatore generatorskih jedinica. U prošlosti je svaki operator upravljao nezavisno svojim regulatorom što je rezultiralo, posmatrano na nivou interkonekcije, delovanjem regulacije kontrolnih (regulacionih) oblasti u suprotnim smerovima. Naime, u realnom vremenu, za isti posmatrani trenutak, regulacija u pojedinim kontrolnim oblastima bi bila pozitivna dok je u drugim kontrolnim oblastima bila u suprotnom smeru (negativna), odnosno zahtev za angažovanje sekundarne regulacije je u prvom slučaju bio pozitivan, a u drugom negativan. Posmatrano sa aspekta interkonekcije ravnoteža jeste održana, međutim posmatrano lokalno, sa aspekta svake kontrolne oblasti, svaki operator prenosnog sistema je angažovao sopstvene resurse u cilju otklanjanja sopstvenih grešaka.

Povezivanjem sekundarnih regulatora kontrolnih oblasti izbegnuto je aktiviranje sekundarne regulacione rezerve u slučaju različitog predznaka regulacionih grešaka posmatranih kontrolnih oblasti. Glavne prednosti ovakvog načina rada jesu podizanje sigurnosti u radu elektroenergetskog sistema i smanjenje aktivacije energije za balansiranje, što za rezultat svakako ima ozbiljne finansijske uštede. Cilj uspostavljanja zajedničke Imbalance Netting platforme na nivou cele interkonekcije, jeste iskoristiti ove benefite i izvršiti optimizaciju na najvišem mogućem nivou. Navedenim pristupom, koji podrazumeva ne korišćenje balansnih resursa sve dok to nije neophodno, osigurava se veći ukupni raspoloživi opseg balansne rezerve sa jedne strane i finansijska ušteda, kako za operatore prenosnih sistema, tako i posledično za sve ostale učesnike na tržištu.

Imbalance Netting proces je prvi puta uveden između operatora prenosnih sistema Nemačke 2008. godine, a od 2011. godine postepeno se širio u formi IGCC (*International Grid Control Cooperation*). Trenutan broj članica (operatora prenosnih sistema) u IGCC je 11 iz 8 evropskih zemalja.

Ostali evropski operatori prenosnih sistema su u prethodnom periodu uspostavili i druge vidove saradnje na sličnom principu kao IGCC. U pitanju je saradnja operatora prenosnih sistema Austrije, Slovenije i Hrvatske (INC) ili Češke, Slovačke i Mađarske (e-GCC). Rezultati rada uspostavljenih evropskih Imbalance Netting procesa su u potpunosti opravdali njihovo uvođenje. U cilju veće optimizacije usledilo je povezivanje ovih inicijativa (e-GCC sa IGCC preko Češke i INC sa IGCC preko Austrije) pri čemu su prethodno definisani prioriteti u pogledu netovanja regulacionih grešaka (najpre se nezavisno zatvaraju procesi u okviru EGCC i INC, a sa preostalim greškama se pristupa IGCC).

Upravo zbog ove činjenice proces uspostavljanja jedinstvenog evropskog balansnog tržišta je počeo i najviše napredovao u projektu centralizacije ovog balansnog procesa. IGCC je konceptualno izabran kao referenti projekt Imbalance Netting evropske platforme. Trenutno je u toku je analiza potencijala i potreba nacionalnih balansnih tržišta u cilju pridruživanja IGCC.

Ukoliko bi se ovaj projekat posmatrao fazno, u prvoj fazi bi zajednička platforma bila primenjena na kontinentalnom delu interkonekcije, sa ciljem budućeg širenja na celu sinhronu zonu.

Koncept finansijskog poravnanja između operatora prenosnih sistema po osnovu razmenjenih odstupanja nije do kraja razvijen, zbog specifičnosti i razlike u cenama balansne energije. Mogući koncept po kome bi se vršilo ovo poravnanje varira u opsegu od ponderisane cene električne energije sa spot tržišta do ponderisanih cena balansne energije na nacionalnim balansnim tržištima.

Na slici 4 su prikazane trenutno uspostavljene IN saradnje i ciljni model evropske IN platforme



sl. 4 - Imbalance Netting (IN) procesi u Evropi i ciljano stanje jedinstvenog evropskog IN procesa

6 JEDINSTVENA EVROPSKA PLATFORMA ZA AFRR, MFRR I RR

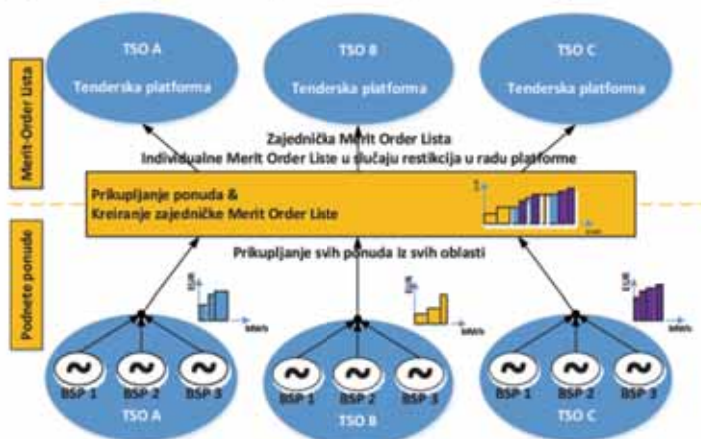
Za razliku od Imbalance Netting procesa, koji se može tretirati kao multi/primarni proces u funkcionisanju evropskog balansnog tržišta, u smislu razmene grešaka regulacionih oblasti u cilju ne angažovanja regulacije, u slučaju aFRR, mFRR i RR se radi o uspostavljanju tržišta standardnih balansnih produkata. Cilj centralizacije ovih balansnih procesa je isti – najoptimalnije korišćenje balansnih resursa i sigurniji rad evropske interkonekcije.

U skladu sa mrežnim kodom za balansiranje 19 operatora prenosnih sistema je 5. aprila 2017. godine potpisalo memorandum o razumevanju u cilju uspostavljanja zajedničke mFRR platforme za balansiranje (MARI). Ovim sporazumom formalno je ozvaničen dosadašnji rad evropskih operatora prenosnih sistema na implementaciji jedinstvenog balansnog tržišta tercijarne regulacije. Kada je u pitanju jedinstveno balansno tržište spore tercijarne regulacije (RR) konceptualno gledano to bi trebalo da bude uspostavljeno kroz završetak TERRE projekta koji trenutno obuhvata 6 prenosnih sistema (engleski, francuski, španski, portugalski, švajcarski i italijanski). Projekat uspostavljanja jedinstvenog

balansnog tržište sekundarne regulacije (aFRR) u ovom trenutku se nalazi na samom početku i njemu su uključeni svi operatori prenosnih sistema koji trenutno rade na uspostavljanju zajedničkog evropskog Imbalance Netting koncepta.

U procesnom smislu sva navedena tržišta bi trebalo da funkcionišu po istom principu. Nacionalne balansne ponude standardnih produkata dostavljaju se na zajedničku evropsku platformu. Platforma vrši agregaciju svih ponuda. Dostavljene ponude rangiraju prema cenama po uzlaznom redosledu od najniže ka najvišoj. Aktivacija balansne energije temelji se na zajedničkoj listi angažovanja (Common Merit Order List – CMOL) koja ima za cilj da maksimizuje zajedničke ekonomske benefite, uvažavajući ograničenja prekograničnih prenosnih kapaciteta. Pre samog aktiviranja balansne energije radi se netovanje naloga pojedinih operatora prenosnih sistema koji su u suprotnom smeru (AOF). Ovo podrazumeva da se aktiviraju ponude samo za neponišteni deo tražene balansne energije. Posebnu analizu zahteva način angažovanja balansne energije u slučaju da postoji potreba da se određene ponude aktiviraju za potrebe ugrožene sigurnosti rada elektroenergetskog sistema. U slučaju operativnih ograničenja, kao što je recimo kvar zajedničke platforme, aktivacija balansne energije se bazira na odgovarajućim nacionalnim MOL listama sa kojima su operatori učestvovali u kreiranju CMOL-a.

Na slici 5 je prikazan pojednostavljen koncept aktivacije balansnih ponuda na zajedničkoj platformi:



sl. 5 - Aktivacija ponuda putem zajedničke platforme za balansiranje

Proces finansijskog poravnanja na osnovu angažovanja standardnih produkata (aFRR, mFRR, RR) na jedinstvenom balansnom tržištu uzročno-posledično se sprovodi na relacijama BSP-TSO (za angažovani standardni produkt), TSO-TSO (za isporučeni standardni produkt u oblast pogođenu poremećajem) i TSO-BRP (na osnovu obračuna odstupanja balansnih grupa koja je prouzrokovala poremećaj).

7 FINANSIJSKO PORAVNANJE OPERATORA PRENOSNIH SISTEMA USLED NEŽELJENIH Odstupanja REGULACIONIH OBLASTI (FSUE)

FSUE je skraćena za finansijsko poravnanje neželjenih odstupanja (engl. financial settlement of unintended exchange).

Trenutno, neželjena odstupanja regulacionih oblasti nadoknađuju se naturalnom razmenom električne energije, kroz kompenzacione programe. Ovo podrazumeva da se rezultat rada regulacije kontrolnih oblasti u jednom periodu (prošlom) nadoknađuje razmenom energije sa suprotnim predznakom u drugom periodu (budućem). Pitanje koje bi se ovde moglo postaviti u smislu ispravnosti dosadašnjeg koncepta, posmatrano iz tržišnog ugla, jeste pitanje razlike u vrednosti električne energije u trenutku u kome se desio uzrok nastanka kompenzacionih programa i trenutku u kome se vrši realizacija istih.

Mrežnim kodom za balansiranje, kao uslov uspostavljanja i evropskog balansnog tržišta električne energije i njegovog optimalnog funkcionisanja, predviđeno je da se u slučaju neželjenih odstupanja

regulacionih oblasti napusti dosadašnja praksa i pređe na finansijsko poravnanje između operatora prenosnog sistema. Rok za implementaciju ovog zahteva je 18 meseci od usvajanja GL EB.

Kontradiktornost koja se javlja u slučaju tumačenja ΔP , gde se podrazumeva da u programu kompenzacija se on zapravo sastoji od namerne i nenamerne razmene energije, je upravo rešena mrežnim kodom za balansiranje u kome se ΔP odvajaju na namenjenu, odnosno predviđenu razmenu energije ($k\Delta f$ i Ramping Period) i neželjenu, odnosno nepredviđenu razmenu energije (ACE).

$$\Delta P = ACE - k\Delta f + \text{Ramping Period}$$

U skladu sa mrežnim kodom za balansiranje operatori prenosnih sistema su u obavezi da donesu metodologiju na osnovu koje će biti vršeno finansijsko poravnanje za predviđenu i nepredviđenu razmenu energije.

Ovo podrazumeva određivanje cena i perioda obračuna posebno za:

- Ramping period – koji rezultira predviđenom razmenom energije.
- $k\Delta f$ – koji rezultira predviđenom razmenom energije,
- ACE – koji rezultira nepredviđenom razmenom energije.

Tokom analiza koje su rađene u cilju utvrđivanja optimalne metodologije izdvojeno je deset različitih metoda za utvrđivanje cena. Simulacije su rađene na podacima iz 2014. godine, a predložene metode su ocenjivane na osnovu devet postavljenih kriterijuma. Nakon završene procene najpre je urađena eliminacija metoda koje su dale ekstremne rezultate. Od preostalih sedam metoda na osnovu dodatne analize odabrane su tri metode kao potencijalna rešenja. Na osnovu sprovedene ankete, velikom većinom, operatori prenosnih sistema su odabrali sledeće:

- za Ramping period – predloženo je da se energija obračunava po ceni od 0, odnosno da po ovom osnovu nema finansijskog poravnanja.
- za ACE i $k\Delta f$ period – odabrana je metoda „NSP_RPM (2/20/Spot)“ koja podrazumeva da se finansijsko poravnanje između operatora vrši na osnovu jedinstvene cene za ACE i $k\Delta f$. Cena na osnovu koje će se vršiti poravnanje predstavlja ponderisanu cenu sa spot tržišta.

Potrebno je naglasiti da finansijsko poravnanje usled nepredviđene razmene između operatora prenosnih sistema predstavlja tzv "zero-sum game". Ovo predstavlja ograničavajući faktor sa aspekta "poštene" cene, budući da je nemoguće recimo da svi operatori prenosnih sistema moraju platiti, u slučaju ukoliko bi svi svojim radom pogoršavali frekvenciju.

Ovaj koncept će svakako biti dodatno analiziran u budućnosti, ali je bitno istaći da ovo poravnanje neće imati uticaja na cenu poravnanja, odnosno finansijsko poravnanje prema učesnicima na balansnom tržištu.

8 ZAKLJUČAK

Usvajanjem mrežnog koda za balansiranje od strane Komisije EU, završeno je uspostavljanje regulatornog okvira i definisanje tržišnih procesa u skladu sa trećim energetskeg paketa EU. Proces pune implementacije mrežnih kodova svakako će zahtevati ozbiljne resurse od operatora prenosnih sistema, u smislu ulaganja u infrastrukturu, posebno sa tehničkog i informacionog aspekta. Činjenica koja se nikako ne sme zanemariti jeste potencijalno različit period implementacije mrežnih kodova od strane operatora prenosnih sistema zemalja članica EU i onih koji to nisu. Za prvu grupu operatora usvajanje uredbe Komisije EU predstavlja obavezu direktne implementacije, dok za druge, operatore zemalja članica koje nisu u EU, neophodno je transponovanje evropske regulative u nacionalno zakonodavstvo pre primene. Ovo negativno može uticati na potrebu jednovremene implementacije određenih tržišnih procesa koji upravo to zahtevaju. Iako vremena za punu primenu mrežnog koda za balansiranje ima dovoljno potrebno je uspostaviti proaktivan pristup, koji zahteva dobru pripremu energetskeg sektora ali i spremnosti na rešavanje izazova koja nas očekuju u domenu zakonodavstva i finansija.

Centralizacija tržišnih procesa na evropskom nivou i integracija nacionalnih tržišta u jedinstveno evropsko tržište predstavlja uspešan završetak jedne faze liberalizacije tržišta električne energije. Predlog četvrtog energetskeg paketa (Clean Energy Package) koji je praktično već na "stolu" ENTSO-E-a, proširenje liste obaveza regionalnih centara za koordinaciju sigurnosti, kao i najava osnivanja regionalnih operativnih centara svakako predstavljaju izazove operatorima prenosnih sistema u njihovom budućem učešću u pripovedanju *Never Ending Story* tržišta električne energije.

LITERATURA

- [1] Commission Regulation (EU) establishing a guideline on electricity balancing (provisional) of 16 March 2017
- [2] Commission Regulation (EU) establishing a guideline on electricity transmission system operation (provisional) of 4 May 2016
- [3] ENTSO-E Operational Handbook Policy 1
- [4] Commission Regulation (EU) 2015/1222 of 24 July 2015 establishing a guideline on capacity allocation and congestion management

TARGET MODEL OF EUROPEAN BALANCING MARKET

MARKO JANKOVIĆ¹, TONČI TADIN²
¹EMS AD BEOGRAD, ²HOPS D.O.O ZAGREB

¹BELGRADE, ²ZAGREB

¹SERBIA, ²CROATIA

Abstract — The paper presents a possible European model of a single balancing market, i.e. the strategic directions for the development of a balancing market in Europe in the forthcoming period in accordance with the ENTSO-E Balancing Code, or the EU Commission Regulation on the Establishment of Balancing Guidelines whose adoption is expected by the end of 2017. The paper describes the importance of introducing standard products, the reasons for their introduction, as well as the specifics of the single market for secondary (aFRR) and tertiary regulation (mFRR and RR), the concept of establishing a common Imbalance Netting process by European transmission system operators (TSO). A special part of the paper deals with the implementation of a new concept of the financial settlement between TSO due to unintended exchange. A short comparison was made between CoBA concept and the single balancing platform concept, which was proposed as the target model of a single European balancing market..

Key words — Electricity balancing market – Imbalance Netting – Secondary regulation – Tertiary regulation – Standard products – Single Balancing platform – Transmission system operator



АКЦИОНАРСКО ДРУШТВО
ЕЛЕКТРОМРЕЖА СРБИЈЕ