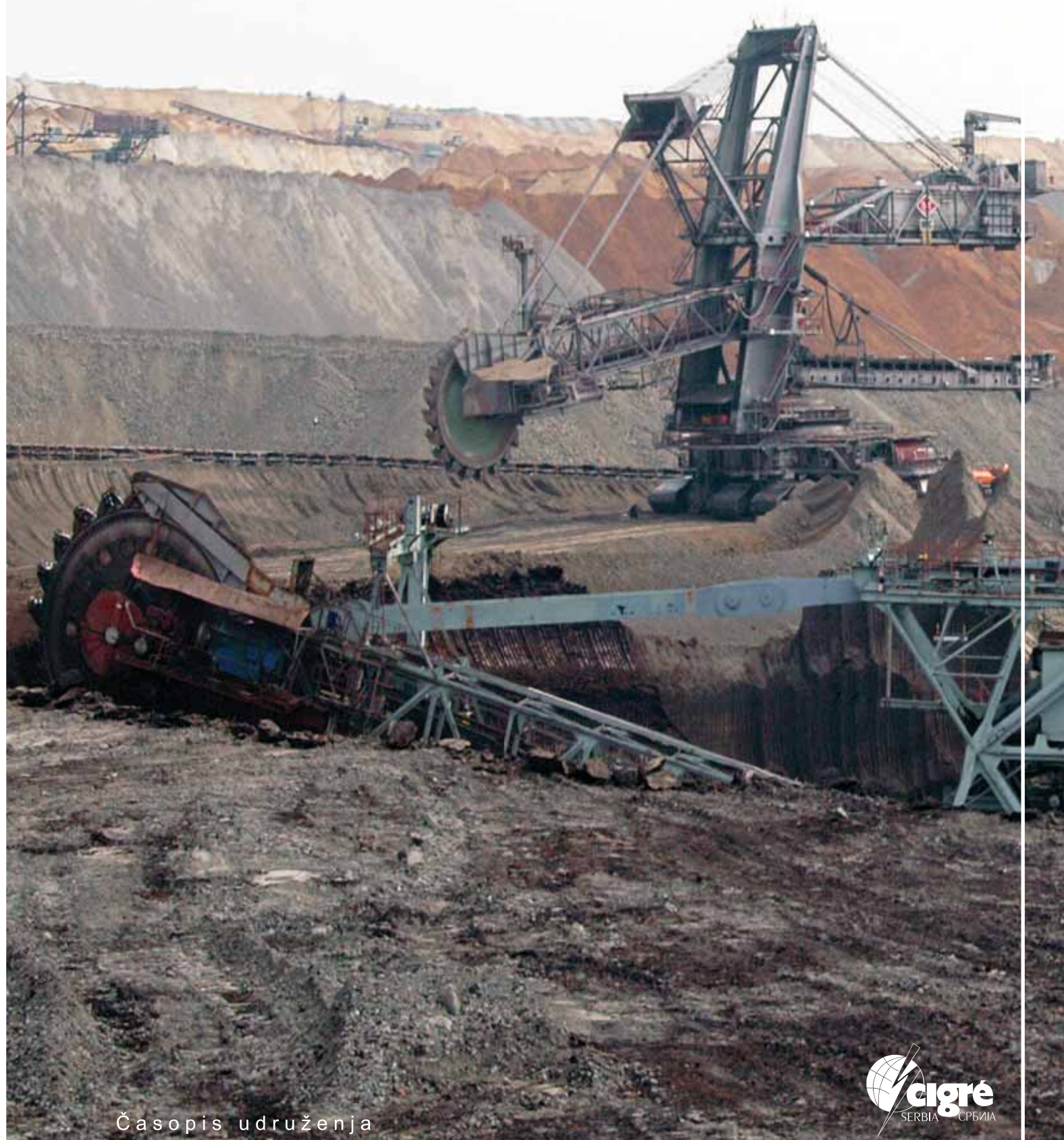
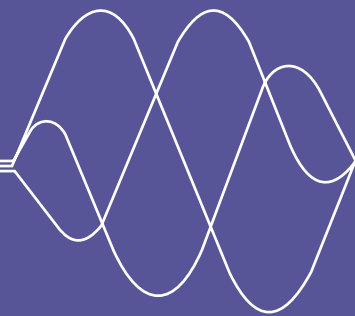


CIGRE_D

GODINA III / BROJ 5 / JANUAR-JUN 2017

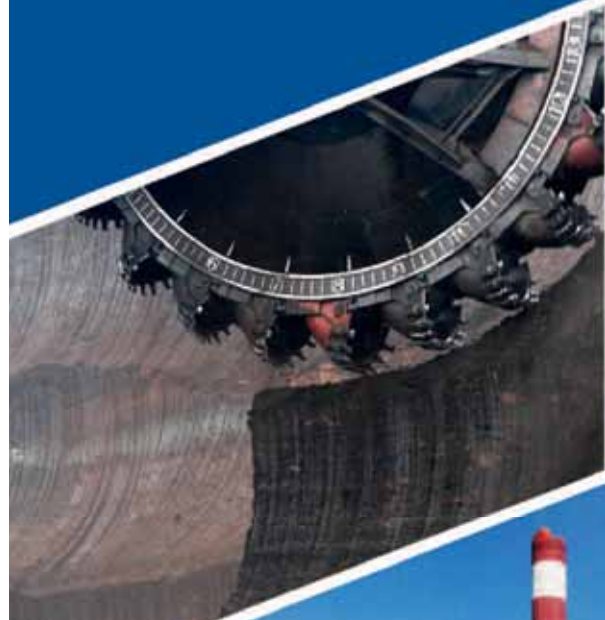


Časopis udruženja



EPS

ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ



WWW.EPS.RS



SADRŽAJ

Reč predsednika CIGRE Srbija	4
Počele pripreme za 2. savetovanje „regionalne CIGRE (SEERC)“	5-6
33. Savetovanje CIGRE Srbija Završene pripreme za Savetovanje	7-8
33. Savetovanje CIGRE Srbija Raspored rada na Savetovanju	9
33. Savetovanje CIGRE Srbija Oni su pomogli	10-13
Dobitnik priznanja CIGRE Srbija za životno delo 2017 Prof. dr Jovan Nahman	14-15
Skupština CIGRE Srbija 2017	16
Prvo obaveštenje i preferencijalne teme za 47. savetovanje međunarodne CIGRE	17-21
Radovi sa 17. simpozijuma upravljanje i telekomunikacije u elektroenergetskom sistemu Provera odziva primarne regulacije učestanosti tokom determinističkih odstupanja učestanosti	22-28
Automatski oporavak informacione infrastrukture u slučaju katastrofe	29-35



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. 2, br. 5 (jan./jun 2017)-
. - Beograd : Srpski nacionalni komitet CIGRE,
2017- (Beograd : Press centar plus). - 30 cm

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

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

REČ PREDSEDNIKA CIGRE Srbija

Posle dve godine saradnje, Izvršni odbor CIRED Srbija je u novembru 2016. godine doneo odluku da od 2017. godine više ne učestvuje u izdavanju časopisa **CI⁶RE_D**. Razlozi su jasni, ovo je skup "projekat", a nije ispunio očekivanja članova CIRED Srbija da preraste u naučni časopis. Nedostatak naučnog časopisa za oblast elektroenergetike naročito se osećao u stručnoj javnosti Srbije posle prestanka izdavanja časopisa *Elektroprivreda* (nije objavljivan od 2012).

Međutim, inicijative stručne javnosti i institucija da se ponovno pokrene izdavanje naučnog časopisa *Elektroprivreda*, izgleda da su konačno urodile plodom početkom 2017. godine. Inicijativu predvodi prof. dr Branko Kovačević, redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu (nekadašnji dekan ETF i rektor Univerziteta u Beogradu), kao predsednik Nadzornog odbora JP Elektroprivreda Srbije i predsednik Predsedništva Akademiji inženjerskih nauka Srbije. U tom smislu već je dobijena saglasnost JP JP Elektroprivreda Srbije o finansiranju časopisa, s tim da tehničku podršku obezbedi Akademija. Izabran je je Uređivački i Redakcioni odbor, a objavljivanje prvog broja obnovljenog naučnog časopisa *Elektroprivreda* očekuje se u drugom kvartalu 2017. godine.

Poštovani čitaoci, u sklopu gore navedenih okolnosti, CIGRE Srbija nastavlja da samostalno izdaje periodični časopis pod nazivom **CI⁶RE_D**, i to u obliku glasila (ili informatora) strukovnog udruženja CIGRE Srbija, kao što to radi CIGRE Pariz (časopis ELECTRA), neki nacionalni komiteti CIGRE u regionu (Slovenija), neka strukovna udruženja i komore u Srbiji, kao i neke kompanije u Srbiji (EMS AD, JP EPS, Energoprojekt AD, itd.). Smatramo da su reakcije stručne javnosti Srbije na prva četiri broja časopisa **CI⁶RE_D** vrlo dobre i da tu praksu treba nastaviti. Naravno, za CIRED Srbija vrata su i dalje širom otvorena za obnovu saradnje i objavljivanje zajedničkog časopisa.

Ovaj broj sadrži izveštaje o važnijim skupovima održanim u drugoj polovini 2016. godine i najavu važnijih skupova CIGRE Srbija u prvoj polovini 2017. godine. Najveći broj priloga odnosi se na predstojeće 33. savećtovanje CIGRE Srbija (Zlatibor, 5.- 8. jun 2017. godine). Pored niza informacija iz oblasti rada i delovanja nacionalnog komiteta CIGRE Srbija, uvršćeni su i stručni radovi sa 17. simpozijuma CIGRE Srbija - *Upravljanje i telekomunikacije u EES* (Vršac, 16. – 18. oktobar 2016).

Nadamo se da ćemo čitaoce petog broja časopisa **CI⁶RE_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 – CIGRESrbija.



**Predsednik CIGRE Srbija,
mr Gojko Dotlić**



Forum of South East European
electric power experts

SEERC

Počele pripreme za 2. savetovanje „regionalne CIGRE (SEERC)“

U organizaciji češkog i slovačkog nacionalnog komiteta CIGRE u Pragu (Češka) je u periodu 15.-16. marta 2017. godine održan treći sastanak Savetodavnog tehničkog komiteta - ATC (*Advisory Technical Committee*) regionalne CIGRE (SEERC). Na sastanku je kao član ATC ispred CIGRE Srbija prisustvovao prof. dr Ninel Čukalevski – potpredsednik CIGRE Srbija i predsednik Studijskog komiteta C2 CIGRE Srbija.



Dogovoreno je da se Drugo savetovanje regionalne CIGRE (SEERC) održi od 22. do 25. maja 2018. godine u Međunarodnom izložbenom centru u Kijevu (Ukrajina). Prva dva dana razmatraće se prezentirani radovi po unapred utvrđenim preferencijalnim temama, a treći dan je predviđen za tehničku posetu. Namera je da se u toku savetovanja održi Akademski forum, kao i skup mladih članova CIGRE u formi poster prezentacija.

Na sastanku ATC definisane su sledeće preferencijalne teme za savetovanje:

Topic 1. Innovations in energy infrastructures of the SEERC

Topic 2. Regional aspects of electricity market development

Topic 3. Resilience and management of power systems in SEERC region

Konačni naslovi preferencijalnih tema i poziv za dostavljanje radova dobiće se uz prvo obaveštenje koje će na sajtu SEERC biti objavljeno do septembra 2017. godine.

S obzirom da su na sastanku Savetodavnog tehničkog komiteta bili prisutni i predsednici Nacionalnih komiteta koji su članovi SEERC i predsedavajući radnih grupa SEERC (RWG No. 1 - 4), sastanak je iskorišćen i za razmatranje tekućih aktivnosti SEERC kao što su prikupljanje i ažuriranje odgovora na upitnik o osnovnim podacima o elektroenergetskim sistemima zemalja članica SEERC, rezultati dvogodišnjeg rada radnih grupa SEERC i program rada SEERC u 2017/2018. Takođe je prezentovano i nekoliko interesantnih velikih investicionih zahvata u EES (ugradnja transformatora snage 2×850 MVA sa promenom faznog stava na interkonektivnoj vezi između Češke i Nemačke, razvojne aktivnosti APG Austrija i važnijih događaja u elektroenergetskim sistemima zemalja članica SEERC koji su se dogodili u toku zime 2016/2017 godine kao što su efekti ledeno snežne oluje na sistem TERNA u januaru 2017, posledice uticaja bure i posolice na rad prenosne mreže HOPS u toku zime 2016/2017.

Posebno je bio interesantan prilog o cyber security napadu na elektroenergetski sistem u Ukrajini u decembru 2016. godine. Alexander Denisenko, član Nacionalnog komiteta CIGRE Ukrajina dao je opšti prikaz problematike informacione bezbednosti upravljačke opreme elektroenergetskih objekata, kao i kraći opis događaja u prenosnoj mreži 330 kV kompanije Kijevenergo od 17. decembra 2016. godine, koji je kvalifikovan kao cyber security napad. Tog dana došlo je do napada na državne i vladine institucije, ali i elektroenergetski sistem, što se manifestovalo tako što je došlo do

- virusne infekcije sistema za upravljanje TKS Energia i SAS servera (*Statistical Analysis System*), kao i MMS komunikacionog servisa (*Manufacturing Message Specification*) koji se koristi za razmenu podataka po protokolu IEC 61850,
- nekontrolisane prorade prekidača,
- prekida napajanja grada Kijeva (145 MW) i okoline Kijeva (48 MW).

Treba napomenuti da je ukrajinski distributivni sistem Oblenenergo sličan cyber security napad doživeo i u decembru 2015. godine kada je 227.500 potrošača ostalo bez napajanja električnom energijom. Već tada je uočeno da privatne kompanije svoje upravljačke sisteme ugrađuju bez unapred propisanih opštih i obaveznih zahteva elektroprivrede u pogledu IT zaštite, kao i da su odgovarajući telekomunikacioni protokoli (IEC 61850 i dr.) vrlo ranjivi na cyber security napade.

Do sličnih zaključaka došli su i istraživači sa Kraljevskog univerziteta u Belfastu (Irska) i Austrijskog instituta za tehnologiju (AIT), Centar za energetiku – Elektroenergetski sistemi u Beču (Austrija), što je objavljeno i u radu *Investigating Cyber Physical Attacks against IEC 61850 Photovoltaic Inverter Installations* koji je prezentovan na 20. IEEE savetovanju na temu *Emerging Technologies & Factory Automation* (ETFA) koje je održano 2015. godine na Kraljevskom univerzitetu u Belfastu (*Queen's University, Belfast*). Zaključak autora (na koji se pozivaju i ukrajinski stručnjaci) je sledeći: *The experiments have demonstrated the capability to cause a physical effect on the electrical devices and underlying system operation. This was achieved via malicious manipulation of power limits, thus changing the physical operation of PV inverter devices, or indeed to cause them to switch off, without the knowledge of the operator at the SCADA system.*



33. SAVETOVANJE CIGRE SRBIJA

Završene pripreme za savetovanje

Završene su organizacione pripreme za održavanje 33. savetovanja CIGRE Srbija (Zlatibor, 5. - 8. jun 2017), najvećeg skupa elektroenergetičara u Srbiji. Očekuje se učešće preko 1.000 stručnih i naučnih radnika i poslovnih ljudi iz elektroprivrednih preduzeća, naučno-istraživačkih i obrazovnih institucija, projektantskih, izvođačkih i konsultantskih kompanija i elektroindustrije iz Srbije, Republike Srpske i zemalja iz okruženja.

Novosti u koncepciji savetovanja

Izvršni odbor CIGRE Srbija odlučio je da se u organizaciji 33. savetovanja u određenoj meri odstupi od tradicionalne koncepcije savetovanja. Usvojene izmene u koncepciji savetovanja su sledeće:

- Svečano otvaranje savetovanja pomeren je sa uobičajenog nedeljnog termina na termin ponedeljak uveče (5. jun 2017). Smatramo da je učesnicima lakše da se za dolazak organizuju radnim danom nego nedeljom. Isto tako, svečano otvaranje je rasterećeno glomaznog umetničkog programa.
- Savetovanje je za plenarni rad po studijskim komitetima skraćeno sa četiri na dva i po efektivna radna dana i to utorak popodne (6. jun 2017), sreda (7. jun 2017) i četvrtak (8. jun 2017) ceo dan. Što se tiče samog stručnog dela rada 33. savetovanja, odvijaće se tradicionalno kroz prezentacije radova i razmene mišljenja, informacija i iskustava u okviru 16 Studijskih komiteta.
- Skupština CIGRE Srbija za 2017. godinu održana je izvan termina savetovanja (Beograd, 17. maj 2017) kako bi se što više prostora oslobodilo za rad studijskih komiteta na skraćenom 33. savetovanju.
- Uručivanje zahvalnica sponzorima je izmešteno iz termina svečanog otvaranja i prebačeno u termin otvaranja Tehničke izložbe prvog radnog dana savetovanja (6. jun 2017), prilikom obilaska štandova sponzora od strane predsednika i članova OO CIGRE Srbija.
- Uručivanje Priznanja za životno delo za rad u organizaciji CIGRE Srbija obaviće se na svečanom otvaranju 33. savetovanja, u skladu sa Pravilnikom o priznanjima CIGRE Srbija, umesto dosadašnje prakse da se dodela ovog značajnog priznanja obavlja na Skupštini CIGRE Srbija.
- U znak priznanja za rad u organizaciji CIGRE Srbija, na 33. savetovanje su pozvani brojni istaknuti bivši i aktivni članovi CIGRE Srbija, ukupno njih 20. Troškove njihovog učešća na savetovanju snosiće organizatori.

- U cilju promocije strukovne organizacije CIGRE Srbija među mladima, organizatori su pozvali 30 studenata elektrotehnike – energetski odsek da učestvuju na 33. savetovanju o trošku organizatora. Na kraju je predviđeno održavanje Studentskog foruma gde će se sumirati efekti njihovog učešća na savetovanju.

Aktuelne teme, radionice i predavanja po pozivu

Prvog radnog dana 33. savetovanja CIGRE Srbija (utorak, 6. jun 2017) u okviru dve odvojene panel diskusije razmatraće se dve aktuelne teme:

1. *Naponsko-reaktivna problematika u elektroenergetskom sistemu Srbije*
Organizator je STK C2, a moderator panela biće dr Ninel Čukalevski, predsednik STK C2. Izlaganja će podneti dr Jasna Dragosavac (INT), prof. dr Jovica Milanović (University of Manchester, UK), Petar Petrović (EMS AD), Milan Đorđević (JP EPS) i Ljupko Teklić (HOPS)
2. *Projekti uspostavljanja regionalnog tržišta električne energije u Jugoistočnoj Evropi i njegovo integrisanje u panevropsko tržište*
Organizator je STK C5. Moderator panela biće mr Nenad Stefanović (AERS), a učesnici Branislav Đukić (EMS AD) i Miloš Mladenović (SEEPEX).

Studijski komitet C2 organizovao je dolazak prof. dr Mladena Kezunovića (Texas A&M University, USA) koji će u okviru sesija STK C2 prvog radnog dana (utorak, 6. jun 2017) održati predavanje na temu *Synchrophasorski sistemi (prednosti i problemi u eksploataciji)*.

U cilju ostvarivanja saradnje sa drugim strukovnim udruženjima, CIGRE Srbija je ustupila prostor za održavanje radionice održenu IEEE PES – Ogranak za Srbiju. Radionica će se održati takođe prvog radnog dana (utorak, 6. jun 2017), a tema je:

TSO-DSO cooperation on Grid code amendment due to newest transmission system challenges.

Organizator je IEEE PES – Ogranak za Srbiju. Moderator radionice biće dr Žarko Janda (INT), a učesnici Nebojša Petrović (EMS AD), Petar Petrović (EMS AD), dr Željko Đurišić (ETF) i Aca Vučković (AERS).

Saradnja sa preduzećima, institutima i fakultetima

Kada govorimo o saradnji CIGRE Srbija sa preduzećima, institutima i fakultetima u organizaciji 33. savetovanja, postoje dve komponente te saradnje, finasijska i stručna. Najbolja je kombinacija jednog i drugog što se gotovo redovno realizuje kroz saradnju sa generalnim pokroviteljima CIGRE Srbija Elektromreža Srbije AD i JP Elektroprivreda Srbije. Naime, pored značajne finasijske podrške, stručnjaci zaposleni u EMS AD i JP EPS (i njihovim "kompanijama - ćerkama") učestvuju sa gotovo 50% radova koji će biti prezentovani na 33. savetovanju, a u 9 STK su predsednici STK.

Značajnu finasijsku i stručnu podršku u organizaciji 33. savetovanja CIGRE Srbija dao je i MH Elektroprivreda Republike Srpske. Poznato je da su brojni stručnjaci iz Republike Srpske članovi CIGRE Srbija i da aktivno učestvuju u radu IO, OO i STK. Na ovom savetovanju oko 5% radova prezentovaće stručnjaci iz Republike Srpske.

Inače, u stručnim aktivnostima veoma je važan odziv članova CIGRE Srbija iz naučno-istraživačkih i razvojnih instituta, odnosno elektrotehničkih fakulteta u Beogradu, Novom Sadu, Nišu i dr. Od 16 Studijskih komiteta CIGRE Srbija u 6 STK su predsednici baš stručnjaci iz instituta i sa fakulteta.

Na kraju (ali ne manje važno) treba istaći da CIGRE Srbija ima višegodišnju podršku velikih kompanija čija je osnovna delatnost vezana za elektroenergetiku kao što su ABB, ELNOS, General Electric, ALSTOM, LOGO, SCHNEIDER Electric, SIEMENS, ELNOS BL, itd. Njihova ne mala finasijska pomoć kroz ugovore o sponzorstvu, kao i stručne prezentacije novih proizvoda i sistema i novih rešenja i referenci, tradicionalno su sastavni deo svih skupova CIGRE Srbija.

CIGRE Srbija je bila i ostaje otvorena za sve oblike saradnje sa preduzećima, institutima i fakultetima. Eto, da navedemo i primer saradnje sa preduzećem BEOGRADSKI SAJAM, čiji predstavnici će u okviru Marketing programa 33. savetovanja, pozvati izlagače koji učestvuju na Tehničkoj izložbi da učestvuju i na 13. međunarodnom sajmu energetike (Beograd, 4.-6. oktobar 2017).

Nerealizovani planovi

Svaku organizaciju nekog skupa, pa i organizaciju 33. savetovanja CIGRE Srbija prati određen broj planiranih, ali nerealizovanih aktivnosti. Tako, iako je CIGRE Srbija uredno i na vreme podnela zahtev Upravnom odboru Inženjerske komore Srbije da se i ovo, 33. savetovanje uvrsti u Program permanentnog usavršavanja članova Komore u 2017. godini za lične licence 350, 351, 352, 353, 450, 451 i 453, najverovatnije zbog nerešene situacije u Komori i odnosa sa Ministarstvom za građevinarstvo, saobraćaj i infrastrukturu, od toga nažalost neće biti ništa.

33. SAVETOVANJE CIGRE SRBIJA

Raspored rada na Savetovanju

DAN	VREME	SALA		
		A (Mona I)	B (Mona II)	C (Palisad)
PONEDELJAK 05.jun 2017	08.00 – 18.00	Registracija učesnika savetovanja		
	18:00	SVEČANO OTVARANJE		
	19:00	Koktel dobrodošlice		
	20:00	Veče velikog sponzora		
UTORAK 06.jun 2017	08:30 – 10:45	AKTUELNA TEMA br.1 (A+B) <i>Naponsko-reaktivna problematika u EES Srbije</i>		
	11:00 – 12:30	AKTUELNA TEMA br.2 (A+B) <i>Projekti uspostavljanja regionalnog tržišta električne energije u Jugoistočnoj Evropi i njegovo i ntegrisanje u panevropsko tržište</i>		
	11:00 – 12:00	OTVARANJE TEHNIČKE IZLOŽBE (Palisad) (Dodela zahvalnica sponzorima)		
	12:00 – 15:00	Workshop IEEE PES - Chapter for Serbia (C) <i>TSO-DSO cooperation on Grid code amendment due to newest transmission system challenges</i>		
	12:00 – 15:00	Poslovne prezentacije sponzora (Palisad)		
	15:00 – 16:30	C3	C4	D1
	17:00 – 18:30	B4	C4	A3
	18:30 – 20:00	Poslovne prezentacije sponzora (Palisad)		
	20:00	Veče velikog sponzora		
SREDA 07. jun 2017	08:30 – 10:00	B1	C5	A2
	10:30 – 12:00	C2	C5	A2
	12:00 – 15:00	Poslovne prezentacije sponzora (Palisad)		
	15:00 – 16:30	C2	C5	B2
	17:00 – 18:30	C2	B3	B2
	18:30 – 20:00	Poslovne prezentacije sponzora (Palisad)		
	20:00	ZAJEDNIČKA VEČERA (CIGRESrbija)		
ČETVRTAK 08. jun 2017	08:30 – 10:00	C6	B5	D2
	10:30 – 12:00	C6	B5	D2
	12:00 – 15:00	Poslovne prezentacije sponzora (Palisad)		
	15:00 – 16:30	C1	Studentski forum	A1
	17:00 – 18:30			A1

33. SAVETOVANJE CIGRE SRBIJA

Oni su pomogli

Generalni pokrovitelji	
<p>EMS AD Kneza Miloša 11, 11000 Beograd, Srbija www.ems.rs</p>	
<p>JP EPS Balkanska 13, 11000 Beograd, Srbija www.eps.rs</p>	
Veliki sponzori	
<p>ABB, d.o.o. Bulevar Peka Dapčevića 13, 11010 Beograd, Srbija http://new.abb.com/rs</p>	
<p>SIEMENS d.o.o. Omladinskih brigada 21, 11070 Beograd, Srbija www.siemens.com/entry/rs/sr/</p>	
<p>Schneider Electric Srbija d.o.o. Vladimira Popovića 38-40, 11070 Beograd, Srbija www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/rs/</p>	
<p>General Electric Global Substation Solutions Milentija Popovica 9, 11070 Beograd, Srbija www.gegridsolutions.com/multilin/offices/serbia.htm</p>	
<p>LOGO d.o.o. Bulevar kralja Aleksandra 261, 11000 Beograd, Srbija www.logo.rs</p>	
<p>ELNOS BL d.o.o. Majora Zorana Radosavljevića 372, 11273 Batajnica, Srbija http://elnosgroup.com/</p>	

Sponzori	
MH ERS AD Stepe Stepanovića bb, 89101 Trebinje, RS (BiH) www.ers.ba	
IMP Automatika Volgina 15, 11060 Beograd, Srbija http://www.pupin.rs/organizacija-imp/imp-automatika/	
OMICRON electronics GmbH Oberes Ried 1, 6837 Klaus, Austrija www.omicron.at	
Orbico d.o.o. Partizanske avijacije 4, 11070 Beograd, Srbija www.orbico.rs/	

Izlagači i donatori	
Comel d.o.o. Autoput za Zagreb 5z, 11070 Beograd, Srbija http://comel.rs/	
Sigmatech d.o.o. Milutina Milankovića 1, 11070 Beograd, Srbija www.sigmatech.co.rs/	
Elektrotehnički institut DEC d.o.o. Kej 2. oktobra 13, Zrenjanin, Srbija http://dec.rs/en/home-2/	
Saturn Electric d.o.o. Inženjera Kapusa 6, 11080 Zemun www.saturnelectric-sr.com/	
Gross Janka Veselinovića 19, 11000 Beograd, Srbija https://gross-uvoz-izvoz.ls.rs/rs/	

<p>Tectra d.o.o. Begejska 2A, 11050 Beograd, Srbija www.tectra.co.rs/</p>	
<p>ENEL PS Zelengorska 1G, 11070 Beograd, Srbija www.enelps.com</p>	
<p>MILAN VIDMAR Electric Power Research Institute Hajdrihova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija www.eimv.si/</p>	
<p>Minel Trafo d.o.o. Kralja Petra I br. 332, 11400 Mladenovac, Srbija www.minel-trafo.com/</p>	
<p>Minel Energy d.o.o. Zrenjanin, Srbija http://minelfepo.com</p>	
<p>PIFFNER Instrument transformers Ltd. Lindenplatz 17, 5042 Hirschthal, Švajcarska www.pmw.ch/</p>	
<p>SNE ENERGY d.o.o. Bilećka 20, 11000 Beograd, Srbija http://sneenergy.rs/</p>	
<p>Mins elektro d.o.o. Humaska 28, 26000 Pančevo, Srbija http://minselektro.com/</p>	
<p>Kaldera Company d.o.o. Kobatovci bb, 78250 Laktaši, RS (BiH) www.kalderacompany.com/</p>	
<p>Elektromontaža d.o.o. Aerodromska 7, 36000 Kraljevo, Srbija http://elektromontaza.rs/en/home/</p>	

<p>ELTEC Export-Import d.o.o. Radnička 53, 11030 Beograd, Srbija www.eltec.rs/</p>	
<p>TeleGroup d.o.o. Svetozara Miletića 9a, 11000 Beograd, Srbija www.telegroup.rs/</p>	
<p>ELEM & ELGO d.o.o. Vinodolska 21, 11030 Beograd, Srbija http://elemelgo.rs/sr/</p>	
<p>Konvex Electric d.o.o. Autoput za Novi Sad 110b, 11080 Beograd, Srbija http://www.konvex.rs/</p>	
<p>ENERGOMONT d.o.o. Segedinski put 89, 24415 Bački Vinogradi, Srbija http://www.energomont.rs/</p>	

Ostali učesnici

<p>Miroscable Engineering d.o.o. Braće Jerković 72/22, 11000 Beograd, Srbija www.miroscable.com</p>	
<p>KONČAR Elektroindustrija d.d. Fallerovo šetalište 22, 10000 Zagreb, Hrvatska www.koncar.hr/</p>	
<p>Nynas-Technol Handels GmbH Grieskai 16, 8020 Graz, Austrija www.nynas.com/</p>	

Dobitnik priznanja CIGRE Srbija za životno delo 2017

Prof. dr Jovan Nahman

Na predlog Studijskog komiteta B3 (predsednik prof. dr Dragutin Salamon), Izvršni odbor CIGRE Srbija je na 109. Sednici održanoj 6. aprila 2017. godine doneo odluku da se priznanje za životno delo za 2017. godinu dodeli prof. dr Jovanu Nahmanu u znak priznanja i zahvalnosti za dugogodišnju saradnju i doprinos razvoju JUKO CIGRE i CIGRE Srbija. Profesor Nahman je član JUKO CIGRE i CIGRE Srbija gotovo 50 godina. U CIGRE Srbija bio je Predsednik STK 23 (danas B3), a na skupovima CIGRE Srbija objavio je preko 60 radova (2 puta su mu radovi proglašeni za najzapaženije).



Prof. dr Jovan M. Nahman, redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu u penziji, rođen je u Beogradu 1936. godine. Diplomirao je na Energetskom odseku Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu 1960. godine. Doktorsku disertaciju odbranio je na istom fakultetu 1969. god. Kao stipendista fondacije A. Humbolt u školskoj 1965/66 godini boravio je na Tehničkoj visokoj školi u Štutgartu. Za redovnog člana Akademije inženjerskih nauka Srbije (AINS) izabran je 1999. godine.

Na Elektrotehničkom fakultetu bio je prodekan za nastavu, u više navrata bio je šef Energetskog odseka, šef Katedre za elektroenergetske sisteme i predsednik Komisije za naučni rad Fakulteta. Rukovodio je izradom 24 doktorske disertacije i 41 magistarskog rada, kao i velikog broja diplomskih radova.

Po odlasku u penziju nastavio je stručnu i naučnu saradnju sa Elektrotehničkim fakultetom i Elektrotehničkim institutom "Nikola Tesla" na izradi više studija i projekata iz oblasti elektroenergetskih postrojenja i mreža.

Celokupna naučna i stručna aktivnost prof. Nahmana odvijala se u oblasti planiranja i optimizacije rada mreža i postrojenja visokog napona u vidu razvoja matematičkih modela i eksperimentalnih istraživanjima na fizičkim modelima i realnim objektima. Neki od postignutih rezultata našli su praktičnu primenu i značajno su uticali na inženjersku praksu kod nas.

Istraživan je uticaj kablova i nadzemnih vodova na raspodelu struja kvarova i na uslove opasnosti, posebno u urbanim sredinama. Na osnovu ovih istraživanja, izrađeni su jugoslovenski propisi o

zaštiti niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica, kao i propisi o tehničkim normativima za uzemljenje postrojenja napona iznad 1000 V koji se zasnivaju na originalnim kriterijumima opasnosti. Pomenuti propisi bitno su pojednostavili projektovanje i omogućili prelazak gradskih niskonaponskih mreža na TN sistem zaštite. Usvojeno je niskoomsko uzemljenje sredjenaponskih distributivnih mreža sa vrednostima struja zemljospoja koje su optimalno prilagođene karakteristikama kablova. Razvijen je originalni koncept uzemljenja gradskih TS 110 kV/10 kV (20 kV) mreža prema kome se maksimalno uvažava udležujući uticaj kablova kao uzemljivača. Sva navedena rešenja usvojena su kao tipska i primenjena u našim mrežama.

Prof. Nahman je sa svojim saradnicima intenzivno radio i na razvoju praktičnih projektantskih metoda u oblasti uzemljenja neutralne tačke distributivnih mreža i uzemljenja postrojenja i mreža. U sklopu ovih istraživanja razvijen je originalni matematički model i odgovarajući softver za proračun karakteristika uzemljivača u homogenom i višeslojnom tlu, kao i softver za interpretaciju rezultata merenja specifične električne otpornosti tla. Pomenute softvere koristilo je nekoliko vodećih elektroprivrednih i projektnih organizacija i njihovom primenom projektovano je više uzemljivačkih sistema u zemlji i inostranstvu. Predloženi su praktični postupci za proračune karakteristika tipskih uzemljivača postrojenja. Metoda za proračun otpora uzemljivača, koju je razvio sa saradnicima, preporučuje se u američkom standardu ANSI/IEEE 80 1986 za primenu kod izrazite nehomogenosti tla. Predložena su i poboljšanja u proračunu uzemljenja gasom izolovanih postrojenja u okviru navedenog standarda.

U oblasti pouzdanosti, prof. Nahman je sa saradnicima proučavao stohastičke procese i njihove primene u analizama rada, održavanju i planiranju elektroenergetskih sistema i tehničkih sistema generalno. U postignute rezultate treba ubrojiti razvoj metoda za aproksimativno izračunavanje stacionarnih verovatnoća stanja Markovljevih sistema i razvoj metoda za proračun pouzdanosti postrojenja i mreža izloženih višestrukim kvarovima. Razvijeni softver poslužio je za tipizaciju projektnih rešenja TS 400 kV/110 kV u mreži Srbije. Razvijene su i metode za planiranje i analizu sigurnosti i pouzdanosti elektroenergetskih sistema, metode za optimalno planiranje rezervne opreme i vremena remonta i metode za aproksimativnu analizu pouzdanosti složenih elektroenergetskih sistema.

U oblasti distributivnih mreža prof. Nahman je sa saradnicima radio na istraživanjima u oblasti optimalnog planiranja izgradnje distributivnih mreža. Posebno je zapažen rad iz ove oblasti u kome se predlaže način nalaženja optimalne konfiguracije radijalnih mreža na osnovu raspoloživih trasa koji je u inostranoj literaturi citiran 54 puta. Značajan je i razvijeni algoritam za posthavarijsko obnavljanje rada sistema koji je u inostranoj literaturi citiran 53 puta. Analiziran je i optimalni način polaganja i opteretljivost kablova distributivne mreže. Posebno je analizirana moguća opteretljivost kablova 110 kV distributivne mreže Beograda u različitim uslovima na trasi i klimatskim prilikama. Neki od dobijenih rezultata provereni su i eksperimentalno.

Rezultati istraživanja prezentovani su naučnoj i stručnoj javnosti u obliku monografija, udžbenika, radova u časopisima, referata na konferencijama i softverskih paketa. Rezultate istraživanja prof. Nahman je objavio u okviru 11 monografija na srpskom jeziku i 5 inostranih monografija, 80 radova u inostranim i 42 rada u domaćim časopisima. Na inostranim konferencijama prikazao je 25 radova, a na domaćim 67, od čega 10 po pozivu. Jedan referat prezentiran je 1980. godine na savetovanju CIGRE Pariz u grupi 23. Prof. Nahman je rukovodio i izradom 7 tehničkih rešenja i 78 studija i projekata. Ukupan broj citata radova u periodu od 1996. godine do danas prema SCOPUS je 702, prema Reserch Gate je 878, a prema Google Scholar je 1200. Prof. Nahman je recenzent u časopisima IEEE Transactions on Power Delivery, IEEE Transactions on Power Systems, IEEE Transactions on Reliability, Microelectronic and Reliability, IEE Proceedings Pt.C, IET Proceedings Pt.C, Electric Power Systems Research, I.J. Electrical Power and Energy Systems, European Transactions on Electrical Power (ETEP) i Emerald, Compel.

U toku svoje duge i plodne naučne i stručne karijere prof. Nahman je dobio i više priznanja i nagrada kao što su:

- Nagrada Nikola Tesla za naučna ostvarenja u tehničkim i prirodnim naukama,
- Nagrada IEEE PES iz SAD za rad na propisima iz uzemljenja postrojenja,
- Godine 1984. odlikovan je Ordenom rada sa zlatnim vencem,
- Godine 1984. dobio je Povelju Zajednice jugoslovenske elektroprivrede "Priznanje za izuzetan doprinos u izgradnji 380 kV mreže Jugoslavije", povodom završetka II faze izgradnje ove mreže,
- Počasno članstvo IEEE (SAD) društva za industrijsku elektroniku 1993. godine,
- Počasno članstvo IET (Vel. Britanija) za 2006. godinu,
- Plaketa JUKO CIGRE 2001. godine.

Prof. Nahman je bio i član mnogih profesionalnih naučnih i stručnih organa:

- Član Komiteta STK 23 – Postrojenja CIGRE Paris,
- Član IEEE Substation Committee (postrojenja),
- Član Radne grupe 78.1 IEEE za reviziju standarda iz uzemljenja i član radne grupe D7 IEEE u istoj oblasti,
- Predsednik Studijskog komiteta 23 Razvodna postrojenja u JUKO CIGRE,
- Član radnih grupa JUGEL za oblast kratkih spojeva, uzemljenja i uticaja na telekomunikacije i za sigurnost i pouzdanost EES,
- Rukovodilac grupe jugoslovenskih eksperata na izradi jugoslovenskih propisa iz oblasti uzemljenja postrojenja visokog napona,
- Član i izvestilac stručnih saveta "Elektrodistribucije" Beograd, EPS Beograd, "Elektroistok" Beograd, JUGEL Beograd, a u više navrata i "Elektre" Zagreb, "Elektroprenosa" Sarajevo i "Elektrostopanstva" Skopje,
- Član Odbora za energetiku Ministarstva za nauku i tehnologiju Srbije,
- Ekspert Saveznog komiteta za nauku i tehnologiju,
- Član međunarodne radne grupe koja je za vladu Srbije uradila studiju *Electrical power emergency reconstruction project* (Foundation of Serbian Energy Policy), Beograd, 2003.

Kao cenjeni stručnjak prof. Nahman je bio uključen u najveći broj svih zbivanja i tehničkih rasprava kod razvoja prenosne i distributivne mreže i stručnih ocena studija za modernizaciju elektroenergetskih postrojenja. Prezentirao je veći broj radova na domaćim savetovanjima, a sa tom aktivnošću nastavio je i po odlasku u penziju.

Svojim stručnim i organizacionim radom u okviru JUKO CIGRE i CIGRE Srbija prof. Nahman je svakako zaslužio ovo značajno priznanje.

Skupština CIGRE Srbija 2017



Redovna Skupština CIGRE Srbija održana je 17. maja 2017. godine u prostorijama Doma inženjera „Nikola Tesla“ u Beogradu. Na Skupštini su razmatrani i usvojeni sledeći materijali:

- Zapisnik sa prethodne skupštine održane 23. juna 2016. godine u Beogradu,
- Izveštaj o radu predsednika i Izvršnog odbora CIGRE Srbija između dve skupštine,
- Izveštaj o finansijskom poslovanju CIGRE Srbija u 2016. godini,
- Plan finansijskog poslovanja CIGRE Srbija u 2017. godini,
- Program rada CIGRE Srbija za period 2017 – 2018. godina.

Svi prezentovani materijali usvojeni su bez veće polemike. U diskusiji su istaknuti dobri poslovni rezultati, komentarisana je opravdanost razloga za odustajanje udruženja CIRED Srbija u projektu izdavanja zajedničkog časopisa **CIGRE**, iznesene su pohvale pozitivnom odnosu prema zaslužnim članovima CIGRE Srbija i pažnji prema studentima kao potencijalnim budućim članovima CIGRE Srbija (pozvani gosti na 33. savetovanju).

Odziv članova CIGRE Srbija je bio vrlo skroman, tako da je iz dnevnog reda izbačena tačka u kojoj je bila predviđena rasprava i usvajanje Predloga izmena i dopuna Statuta CIGRE Srbija. Naime, u odnosu na aktuelan broj članova u momentu zakazivanja Skupštine (120 individualnih i 10 kolektivnih koji mogu da delegiraju po 3 predstavnika), u skladu sa važećim Statutom CIGRE Srbija minimalano potreban broj prisutnih za kvorum bio je 50 članova. Svi individualni i kolektivni članovi su bili pozvani slanjem pisanog poziva preko pošte, a na sajtu CIGRE Srbija su bili dostupni i svi materijali. Na žalost, Skupštini je prisustvovalo 40-ak članova, tako da je usvajanje izmena i dopuna Statuta CIGRE Srbija odloženo za narednu Skupštinu.

Na kraju, u svečanom delu Skupštine, uručene su Plakete za rad u organizaciji CIGRE Srbija za 2017. godinu sledećim članovima:

- Nebojši Petroviću (EMS AD),
- Desimiru Bogićeviću (JP EPS),
- mr Nikoli Obradoviću (EMS AD),
- mr Aci Vučkoviću (AERS),
- Dr Dušanu Arnautoviću (INT) – posthumno.

Predloge za kandidate za dodelu plaketa podneli su u skladu sa Pravilnikom o priznanjima CIGRE Srbija studijski komiteti, a odluku o dodeli plaketa doneo je Izvršni odbor CIGRE Srbija na 109. sednici održanoj 6. aprila 2017. godine.

Prvo obaveštenje i preferencijalne teme za 47. savetovanje međunarodne CIGRE

(Pariz, 26. – 31. avgust 2018)

CALL FOR PAPERS

Within the framework of these preferential subjects, CIGRE encourages the submission of papers representing all aspects of the electric power system, including, but not limited to: *Generation, Transmission, Distribution, Storage and End Use.*

CIGRE SESSION
Paris / France
August
26-31, 2018

47

RECEIPT OF SYNOPSES AT CENTRAL OFFICE: 30TH JUNE 2017 *

NOTIFICATION OF ACCEPTANCE: 12TH OCTOBER 2017

RECEIPT OF FULL PAPERS AT CENTRAL OFFICE: 15TH FEBRUARY 2018

* Please contact your National Committee to know by which date they need to receive your synopsis for a prior screening.

- > **There is no individual presentation** of Papers during Group Discussion Meetings.
- > **Special Reports** give the essence of Papers with questions for the audience.
- > Authors will have the opportunity to present their Paper during **Poster Sessions**.
- > **If your Paper is accepted, then you must attend both meetings.**

See full information page 4.

INTERNATIONAL COUNCIL ON LARGE ELECTRIC SYSTEMS
Conseil International des Grands Réseaux Electriques

<http://www.cigre.org>



SC A1 - ROTATING ELECTRICAL MACHINES**PS 1 / GENERATION MIX OF THE FUTURE**

- > Design improvements and technological developments required for machines to withstand cycled operation due to fluctuating feed-in of renewable energy and variable load demand.
- > Impact and effect of increasing renewable power mix on existing legacy generators, generator auxiliaries and motors.
- > Evolution and trends in designs of machines for renewable generation.

PS 2 / ASSET MANAGEMENT OF ELECTRICAL MACHINES

- > Experience with refurbishment, replacement, power up-rating and efficiency improvement of aged generators.
- > Novel techniques to overcome known operational and design problems.
- > Optimised condition monitoring, diagnosis, prognosis and maintenance practices to improve reliability and extend operational life at conventional plant and in new volatile grid conditions.

PS 3 / DEVELOPMENTS OF ROTATING ELECTRICAL MACHINES AND OPERATIONAL EXPERIENCE

- > Latest design, specification, materials, manufacture, maintenance and performance and efficiency improvements in generators and motors.
- > Operational experience: failures, root cause analysis, recovery options, cost and time reduction initiatives.

SC A2 - TRANSFORMERS**PS 1 / THERMAL CHARACTERISTICS OF POWER TRANSFORMERS**

- > Determination of winding hot-spot temperature rise by modelling and direct measurements.
- > Determination of temperature rise for core, tank, and other parts by modelling and direct measurements.
- > Effect of overload requirements on design and component selection.

PS 2 / ADVANCES IN DIAGNOSTICS AND MODELLING

- > High frequency modelling for power transformers and shunt reactors, including comparison with measurements.
- > Interpretation and modelling of winding frequency response results.
- > Experience with different methods of measuring partial discharge, at the factory and at site.

PS 3 / SITE COMMISSIONING TESTS

- > Required site commissioning tests for transformers and reactors.
- > Additional site commissioning tests for transformers and reactors, depending on circumstances.
- > Trial operation of transformers and reactors, including requirements for additional monitoring.

SC A3 - HIGH VOLTAGE EQUIPMENT**PS 1 / REQUIREMENTS FOR AC AND DC TRANSMISSION & DISTRIBUTION EQUIPMENT**

- > Requirements for DC equipment for multi-terminal HVDC grids.
- > Mitigation measures to facilitate higher reliability.
- > Developments in testing and verifications for AC and DC equipment.

PS 2 / LIFETIME MANAGEMENT OF TRANSMISSION & DISTRIBUTION EQUIPMENT

- > Diagnostics and prognostics of equipment.
- > Influence of environmental and operating conditions on lifetime.
- > Experience and countermeasures for overstresses and overloads.

PS 3 / NOVEL DEVELOPMENTS OF TRANSMISSION & DISTRIBUTION EQUIPMENT

- > New switching devices and emerging equipment.
- > Switching with SF6 alternatives, equipment with new materials.
- > Incorporation of intelligence into AC and DC equipment. ■

SC B1 - INSULATED CABLES**PS 1 / RECENT EXPERIENCES WITH UNDERGROUND AND SUBMARINE AC AND DC CABLE SYSTEMS**

- > Design, manufacturing, installation techniques and operation.
- > Advances in testing and relevant experience.
- > Safety, health, environmental and quality considerations.
- > Lessons learnt from permitting, consent and implementation.

PS 2 / BEST USE OF EXISTING UNDERGROUND AND SUBMARINE AC AND DC CABLE SYSTEMS

- > Condition assessment and diagnostic testing of T&D cable systems.
- > Innovative tools for monitoring cables and accessories.
- > Upgrading methodologies and related experiences, including AC to DC conversion.
- > Trends in maintenance strategies, asset management and remaining life methodologies.

PS 3 / AC AND DC UNDERGROUND AND SUBMARINE CABLE SYSTEMS IN THE NETWORK OF THE FUTURE

- > New functionalities expected from cable systems.
- > Innovative cables and systems.
- > Environmental challenges for future cable systems.
- > Higher voltage levels for AC and DC cables.

SC B2 - OVERHEAD LINES**PS 1 / OVERHEAD LINES AND INFORMATION TECHNOLOGY**

- > Recent developments in geographic information systems for line routing, environment mapping, data collection and analysis.
- > Transmission lines as a communication network: monitoring and operation, Internet of things, fiber optics and antennas.
- > Dynamic line rating and forecasting.

PS 2 / EXPERIENCES LEADING TO IMPROVEMENTS OF OHL

- > Failures: excessive climatic conditions, line and hardware defects, component ageing.
- > Reliability: condition assessment and monitoring, residual life criterion, life extension methods.
- > Availability: corridor encroachments; maintenance access limitations; solutions for inspection, repair and construction.

IPS B2 & C3 / TECHNICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF OHL

- > Advantages and challenges of reducing environmental impacts.
- > Public acceptance (including psychological elements).
- > Innovative design.
- > Multi-material structures.
- > Compact lines.
- > Mitigation and design for external impacts.

SC B3 - SUBSTATIONS**PS 1 / ADVANCES IN SUBSTATION TECHNOLOGY AND DESIGN**

- > GIS and GIL developments including HVDC.
- > Adapting substations to meet emerging power system requirements and optimised availability including modular, fast deployment substations and live working.
- > Changing roles and opportunities for substations including challenges for medium voltage and integration of storage systems.

PS 2 / EVOLUTION IN SUBSTATION MANAGEMENT

- > Advanced technologies for substation management, new information technologies, robotics and the application of 3D techniques.
- > Risk quantification and optimised asset decision-making, substation economics, maintenance management and life cycle management.
- > Substation asset performance, residual life, health and condition metrics.
- > Operations and maintenance of offshore substations.

PS 3 / HEALTH, SAFETY, ENVIRONMENTAL AND QUALITY ASSURANCE CONSIDERATIONS IN SUBSTATIONS

- > Customer and stakeholder interaction to reduce substation impact including aesthetics, noise and fire management.
- > Design for safety, eco-design / recycling and product development
- > Physical and cyber-security considerations for substations.
- > Managing the implementation of health, safety and environmental requirements for substations, including training.

SC B4 - HVDC AND POWER ELECTRONICS**PS 1 / HVDC SYSTEMS AND THEIR APPLICATIONS**

- > Planning and implementation of new HVDC projects including, need, justification, design, integration of wind generation, environmental and economic assessment.
- > Application of new technologies in HVDC, HVDC grids / multi-terminal HVDC.
- > Refurbishment and upgrade of existing HVDC systems.
- > Service and operating experience of converter stations including off shore platforms.

PS 2 / MVDC / LVDC AND POWER ELECTRONICS FOR DISTRIBUTION SYSTEMS

- > Medium voltage DC technology deployed in distribution systems.
- > PE technologies applied in distribution projects including the economics and reliability.
- > New concepts and designs.
- > Power electronics interfacing generation and storage to the network.

PS 3 / FACTS

- > Planning and implementation of new projects including need, justification, FACTS devices for renewables, environmental and economic assessment.
- > Application of new technologies in FACTS and other PE equipment.
- > Refurbishment and upgrade of existing FACTS and other PE systems.
- > Service and operating experience.

SC B5 - PROTECTION AND AUTOMATION**PS 1 / PROTECTION UNDER SYSTEM EMERGENCY CONDITIONS**

- > Emergency loading, load shedding and islanding practices and experiences.
- > System oscillation detection and out of step / pole slipping techniques.
- > Thermal protection.

PS 2 / USER EXPERIENCE AND CURRENT PRACTICE WITH IEC61850 PROCESS BUS

- > Interoperability between merging units, stand alone and associated to NCIT, and Protection functions.
- > Experience from FAT, SAT, commissioning and maintenance of process bus based equipment and functions.
- > Use of process bus for metering and monitoring of HV equipment. ■

SC C1 - SYSTEM DEVELOPMENT AND ECONOMICS**PS 1 / EXPANDING ROLE OF SOCIAL FACTORS AND TRANSPARENCY IN TRANSMISSION INVESTMENT DECISION APPROACHES**

- > New elements in multi criteria evaluation.
- > New stakeholders in the decision making process.
- > Management of the scope of highly uncertain investments.

PS 2 / IMPACT OF CHANGING EXTERNAL FACTORS ON ASSET MANAGEMENT

- > Political, economic, regulation, weather, cyber and physical security factors.
- > Within-company strategy on grid modernization, e.g. monitoring, Big Data, asset analytics, security.
- > Asset usage and longevity effects from highly variable / non-schedulable generation.

PS 3 / COORDINATED PLANNING BETWEEN GRID OPERATORS ACROSS ALL VOLTAGE LEVELS

- > Methodologies for planning multiple interconnected transmission grids and for transmission-distribution interaction.
- > How cost sharing and / or company organization and strategy can improve or impact coordinated planning principles.
- > The evolution of planning methods to account for smart grids, distributed generation, demand response.

SC C2 - SYSTEM OPERATION AND CONTROL**PS 1 / ENSURING OPERATING RELIABILITY**

- > New concepts of system observability, controllability and flexibility.
- > New solutions for provision of ancillary services: frequency and voltage control.
- > Wide area control.
- > System restoration.

PS 2 / BIG DATA AND THEIR USE FOR SYSTEM OPERATIONS

- > Transformation of data into information for system operators.
- > Data exchange platforms with other entities: e.g. DSO, DG, among others.
- > Monitoring, visualization, awareness systems, decision support tools.
- > Forecasts.

SC C3 - SYSTEM ENVIRONMENTAL PERFORMANCE**PS 1 / EFFECTIVENESS OF ENVIRONMENTAL PREVENTION, MITIGATION AND COMPENSATION MEASURES**

- > Methodologies and procedures for evaluation.
- > Results (does it work)?
- > Experiences when the results are not in compliance with the expectations.

PS 2 / MITIGATION OF THE VISUAL IMPACTS OF ELECTRICAL ASSETS TO INCREASE PUBLIC ACCEPTANCE

- > Mitigating measures, for example:
 - Design, materials and camouflaging techniques.
 - Location, landscaping design and vegetation.
 - Design to hide the assets or show them off?
- > Communication methods for showing the visual impacts to stakeholders.
- > Do regulations and policies (including financial limits from regulators) promote or hinder visual impact?

JPS B2 & C3 / TECHNICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF OHL (See B2).**SC C4 - SYSTEM TECHNICAL PERFORMANCE****PS 1 / SYSTEM TECHNICAL PERFORMANCE ISSUES FOCUSING ON THE EFFECTS OF HIGH LEVEL INTEGRATION OF POWER ELECTRONICS BASED TECHNOLOGIES**

- > Power system stability control with particular emphasis on frequency and voltage control systems of converter based energy sources including their modelling and performance and challenges on series compensation and impact of microgrids.
- > Analysis, measurement, benchmarking and standardisation of power quality.
- > EMC aspects of future power networks including ELF exposures.

PS 2 / DEVELOPMENTS AND ADVANCES IN MODELLING AND EVALUATION OF LIGHTNING PERFORMANCE AND INSULATION COORDINATION INCLUDING:

- > Estimation of lightning performance of transmission lines including detection, evaluation of shielding analysis methods and effectiveness of line surge arresters.
- > Lightning protection of renewable and nuclear power plants including seasonal variations and risk management.
- > Evaluation of surges and overvoltages on OHL / cable systems, impact of harmonic resonances on temporary overvoltages.

PS 3 / COMPUTATIONAL ADVANCES IN TOOLS, MODELS, METHODOLOGY AND ANALYSIS OF POWER SYSTEM TECHNICAL PERFORMANCE RELATED ISSUES:

- > Frequency dependent modelling techniques for high frequency electrical transients and power quality assessments.
- > Developments in lightning surge studies with particular emphasis on FDTD method and advances in grounding electrode modelling.
- > Hybrid and real time simulation of system dynamic behaviour.

SC C5 - ELECTRICITY MARKETS AND REGULATION**PS 1 / THE NEED TO CHANGE BUSINESS AND REGULATORY MODELS DRIVEN BY INCREASE IN DISTRIBUTED RESOURCES, STORAGE AND DEMAND RESPONSE**

- > Evolution of regulatory models given reduction in revenue and negative load growth.
- > Evolution of regulatory models to accommodate distributed and / or renewable resources in a challenging economic situation.
- > Optimal evolution of markets at all levels.

PS 2 / IMPACT OF CLIMATE POLICY ON ELECTRICITY MARKETS

- > Methods to adapt electricity markets given the trend to zero marginal cost resources and feasibility of such evolution.
- > Market response to public policy driven intervention and methods by which markets can be utilized to implement public policy.
- > Market design or regulatory changes that can be considered to make markets more resilient to such intervention.

PS 3 / LOCALIZED MARKETS OR MICROGRIDS INTERACTING WITH WHOLESALE MARKETS

- > Methods to leverage markets for localized resources to provide system services.
- > Market signals and schemes that can be utilized to harmonize and coordinate resources across transmission / distribution interface.
- > Market design changes that can be considered at wholesale and retail level to manage localized resource interactions.

SC C6 - DISTRIBUTION SYSTEMS AND DISPERSED GENERATION**PS 1 / ACHIEVING FLEXIBILITY THROUGH STRATEGIC DISTRIBUTION PLANNING**

- > Managing resilience and congestion using distributed energy resources.
- > Implementing demand response, customer empowerment and technologies for transactive markets.
- > Distributed resources asset management.

PS 2 / ENERGY STORAGE IN DISTRIBUTION SYSTEMS

- > Deploying and managing energy storage, including but not limited to electrical and thermal applications.
- > Advances in transportation electrification.
- > Multi-energy system and load interaction for energy efficiency.

PS 3 / INTELLIGENT ELECTRIFICATION FOR ALL

- > Electric energy systems for smart cities.
- > Grid-connected microgrids.
- > Off-grid electrical systems for remote and rural deployment. ■

SC D1 - MATERIALS AND EMERGING TEST TECHNIQUES**PS 1 / HVDC INSULATION SYSTEMS**

- > Measurement methods for validating electrical field simulations.
- > New diagnostics for maintenance.
- > Experience and requirements for new test procedures and standards.

PS 2 / MATERIALS AND AGEING

- > New stresses, e.g. from power electronics.
- > Higher stress operating environment, e.g. compact applications.
- > Materials with lower environmental footprint.

PS 3 / TESTING, MONITORING AND DIAGNOSTICS

- > Experience and added value from online monitoring systems.
- > Reliability of equipment and systems for testing, monitoring and diagnostics.
- > Advanced condition assessment.

SC D2 - INFORMATION SYSTEMS AND TELECOMMUNICATION**PS 1 / OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN ICT APPLIED TO MICROGRID AND DER**

- > Communication solutions to remotely monitor and operate off-grid premises.
- > Facilities for control, monitoring, physical security and safety.
- > Standards, interoperability and cyber security issues.

PS 2 / POTENTIAL APPLICATIONS AND IMPLEMENTATION OF NETWORK AND INFRASTRUCTURE VIRTUALIZATION

- > Opportunities and benefits using software defined networking and network function virtualization.
- > Issues identified in implementation and operation of virtualization architectures.
- > Strategies to operate a secure SDN / NFV deployment.

PS 3 / MAINTAINING RELIABLE AND SECURE OPERATION IN AN EVOLVING ENVIRONMENT

- > ICT to support asset management and maintenance.
- > Life cycle management and integration of legacy and new devices.
- > Situational awareness, risk management and cyber incident responses. ■

ACRONYMS

3D	Three dimensions
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
DER	Distributed Energy Resources
DG	Distributed generation
DSO	Distribution System Operator
ELF	Extra low frequency
EMC	Electro-Magnetic Compatibility
FACTS	Flexible AC transmission systems
FAT	Factory acceptance tests
FDTD	Finite difference time domain
GIL	Gas insulated line
GIS	Gas insulated substation
HV	High voltage
HVDC	High voltage direct current
ICT	Information and communication technologies
LVDC	Low voltage direct current
MVDC	Medium voltage direct current
NCIT	Non-conventional instrument transformers
NFV	Network function virtualization
NFV	Network function virtualization
OHL	Overhead line
PE	Power electronics
SAT	Site acceptance tests
SDN	Software defined networking
SF6	Sulfur hexafluoride
T&D	Transmission and distribution

Why Preferential Subjects?

At CIGRE Sessions Authors do not present their papers during Discussion Group Meetings.

They have this opportunity during specific meetings – The Poster Sessions – for which full detailed information is made available after the selection process.

The delegates read the papers in advance and they discuss them around a set of questions given in a **Special Report** which incorporates the gist of the papers.

To discuss the papers in depth, Session papers must therefore address a strictly limited list of topics, referred to as "Preferential Subjects" and selected by each Study Committee of CIGRE. The "Preferential Subjects" are the main part of this "Call for Papers".

How are papers selected?

The papers are selected on the basis of synopses.

They are first screened by National Committees (where applicable), who are entitled to put forward a set number of Papers. Then the Study Committee Chairmen, who are in charge of the running of the discussions, will select the proposals received, under the coordination of the Technical Committee Chairman.

Authors will be informed of the results.

Full papers are considered to be accepted so authors do not have to expect any additional notification of acceptance. However, a paper may still be turned down even once written out in full, if considered of insufficient quality. Study Committee Chairmen may also ask authors to make changes or adjustments to their papers. In both cases, authors will be duly informed.

Who can propose a paper?

The main author (assuming there is more than one) must be an individual member or must be collective member staff.

Co-authors are not required to be CIGRE members.

Co-authors may be from different countries; in this case the Paper is identified as an "International paper".

A paper must focus on one preferential subject and only one.

A separate synopsis must be drawn up for each paper proposal. The synopsis – 500 words minimum – must closely reflect the various points to be developed in the paper.

When sending the synopsis, the name and address of the main author – and more importantly his email address which will be used for notification of the selection results – the Study Committee reference and Preferential Subject addressed must be clearly specified.

Template: Authors will make use of the sample pages for lay-out of synopses; these are available on the CIGRE website, page "2018 Session".

WHERE are synopses to be directed?

If the main author is from a country with a CIGRE NC:

The synopsis must be sent by the main author to his CIGRE National Committee (Contact details are available on the CIGRE website; see "Links / National Committees" from the homepage).

Any synopsis sent directly to the Central Office will be returned to the sender.

For international Papers, the proposal must be sent to the National Committee of the main Author only.

If the main author is from a country where there is no National Committee: the synopsis must be sent in electronic format (PDF preferably) to the CIGRE Central Office, to the following address: Sylvie.bourneuf@cigre.org

If the proposed paper is written on behalf of a Study Committee (SC Allotment): the synopsis is sent directly to the Study Committee Chairman, who will transfer it to the Central Office.

Deadlines for reception of the synopses

Synopses must be received at the Central Office BY 30TH JUNE 2017 AT THE LATEST. Past this date they will not be accepted.

National Committees are required to send all paper synopses to the Central Office BY 30TH JUNE 2017 AT THE LATEST, which implies that National Committees will have received these synopses earlier.

HENCE AUTHORS must contact their National Committee who will let them know by which date they need to receive the synopses (allowing time for screening and meeting the Central Office deadlines).

AUTHORS FROM COUNTRIES where there is no National Committee will be sending their synopsis directly to the Central Office. THE STRICT DEADLINE IS 30TH JUNE 2017.

MAIN AUTHORS WILL BE NOTIFIED OF THE SELECTION RESULTS BY 12TH OCTOBER 2017.

DEADLINE FOR RECEIPT OF THE FULL PAPERS AT THE CENTRAL OFFICE IS 15TH FEBRUARY 2018.

Acknowledgement of reception

Authors with no National Committee who send their synopsis directly to Cigre Central Office will receive an acknowledgement.

If not received within 2 weeks, they must then contact Cigre again to make sure their proposal is duly taken into consideration.

All information on the 2018 Session can be found on the CIGRE website:

<http://www.cigre.org/events/session>

INTERNATIONAL COUNCIL ON LARGE ELECTRIC SYSTEMS
Conseil International des Grands Réseaux Électriques

21, rue d'Artois - F 75008 Paris

> Contact for processing of Session Papers: sylvie.bourneuf@cigre.org

<http://www.cigre.org>



Sekretarijat CIGRE Pariz je u decembru 2016. godine objavio Prvi poziv i preferencijalne teme (*Preferential Subjects*) za učestvovanje na 47. savetovanju CIGRE Pariz, od 26. do 31. avgusta 2018. godine. Glavni autor (ako pretpostavimo da ih ima više od jednog) mora biti individualni član međunarodne CIGRE ili zaposlen u kompaniji koja je kolektivni član međunarodne CIGRE.

Rok za slanje naslova i kratkih sadržaja radova preko nacionalnih komiteta CIGRE biće do **30. juna 2017.** godine. Prema broju članova u međunarodnoj organizaciji CIGRE, CIGRE Srbija ima pravo na objavljivanje jednog rada u nacionalnoj kvoti, s tim da može da predloži najviše 3 rada od kojih se može izabrati i rad u dodatnoj kvoti. Na poslednja dva savetovanja CIGRE Pariz, bili smo zastupljeni sa 2 rada, po jedan iz nacionalne i jedan iz dodatne kvote.

Da bi se obezbedilo dovoljno vremena za izbor radova na nacionalnom nivou, Izvršni odbor CIGRE Srbija je na 108. sednici održanoj 2. februara 2017. godine doneo odluku da je rok za dostavu naslova i kratkih sadržaja radova Sekretarijatu CIGRE Srbija do **30. maja 2017.** godine.

Odlučivanje i obaveštavanje autora o prihvatanju prijave radova prijavljenih za 47. savetovanje CIGRE Pariz obaviće se do **12. oktobra 2017.** Rok za dostavu radova u Pariz je **15. februar 2018.** godine, s tim što će za prihvaćene radove iz Srbije Nacionalni komitet CIGRE Srbija kao krajnji rok za dostavu kompletnih radova sekretarijatu CIGRE Srbija odrediti neki raniji datum radi organizovanja i sprovođenja postupka recenzije tih radova pre slanja u Pariz. O tome će autori biti blagovremeno obavešteni. Inače, sve informacije u vezi prijavljivanja i dostave radova za 47. Savetovanje CIGRE Pariz mogu se naći na sajtu CIGRE Paris <http://www.cigre.org/events/session> kao i na sajtu CIGRE Srbija.





R C2 01

ПРОВЕРА ОДЗИВА ПРИМАРНЕ РЕГУЛАЦИЈЕ УЧЕСТАНОСТИ ТОКОМ ДЕТЕРМИНИСТИЧКИХ ОДСТУПАЊА УЧЕСТАНОСТИ

Никола ОБРАДОВИЋ*
ЈП Електро mreжа Србије

Александар ЛАТИНОВИЋ
Никола ЛУКИЋ
ЈП Електропривреда Србије

БЕОГРАД, СРБИЈА

Кратак садржај — Овај рад има за циљ да предложи нову методологију провере одзива примарне регулације електрана ЈП ЕПС. Користила би се мерења активне снаге појединачних агрегата у периодима већих одступања учестаности који, у интерконекцији Континентална Европа, настају на прелазима из сата у сат. Ова одступања се, због своје специфичне природе, називају детерминистичка одступања учестаности.

У првом делу рада дата су основна теоријска објашњења која читаоцу треба да приближе понашање учестаности у интерконекцији Континентална Европа и разлоге појаве детерминистичких одступања учестаности.

У другом делу рада дат је пример базиран на подацима о промени активне снаге генератора током периода у коме је дошло до детерминистичког одступања учестаности.

На крају су резултати добијени у реалном времену и описани у другом делу рада, упоређени са резултатима Студије коју је за ЈП Електропривреду Србије (ЈП ЕПС) израдио Институт Никола Тесла.

Кључне речи — Детерминистичко одступање учестаности, примарна регулација учестаности

1. УВОД

Последњих година у интерконекцији Континентална Европа, чији је део и електроенергетски систем Србије, уочена је појава већих одступања учестаности на преласку из једног у други сат, тзв. детерминистичких одступања учестаности. Ова одступања трају петнаест до двадесет минута, а њихова амплитуда може достићи и 150 mHz.

Са друге стране, развој тржишта електричне енергије у Европи и отварање могућности прекограничне размене регулационе енергије полако заоставају и питање провере обезбеђености системских услуга у Србији, па тако и примарне регулације учестаности.

* ЈП ЕМС – Војводе Степе 412, 11040 Београд, Nikola.obradovic@ems.rs

Досадашње провере су се базирале на провери укупног одзива примарне регулације у електроенергетском систему Србије након испада производне јединице (или потрошача) веће од 1000 MW негде у интерконекцији Континентална Европа. То доводи до нагле промене учестаности у интерконекцији од 30 до 40 mHz. ЈП ЕМС тада провери промену укупне снаге размене Србије тридесет секунди након испада производног (или потрошачког) капацитета. Сматра се да та промена одговара одзиву примарне регулације.

Такође, вршене су и интерне провере рада примарне регулације учестаности у ЈП ЕПС кроз студијска истраживања или након замене управљачких система када је испоручилац опреме доказивао исправност рада примарне регулације.

Испитивања примарне регулације у оквирима студијског рада вршена су изузетно детаљно али су таква испитивања захтевала додатна финансијска средства, рад јединице са промењивом снагом, а у појединим случајевима захтевани су и прекиди у раду на мрежи производне јединице која се испитује.

Како наведени начини провере примарне регулације нису адекватни, први начин није довољно прецизан а други начин изискује додатне трошкове, у раду је описан предлог нове методологије засноване на провери појединачних одзива агрегата током детерминистичких одступања учестаности.

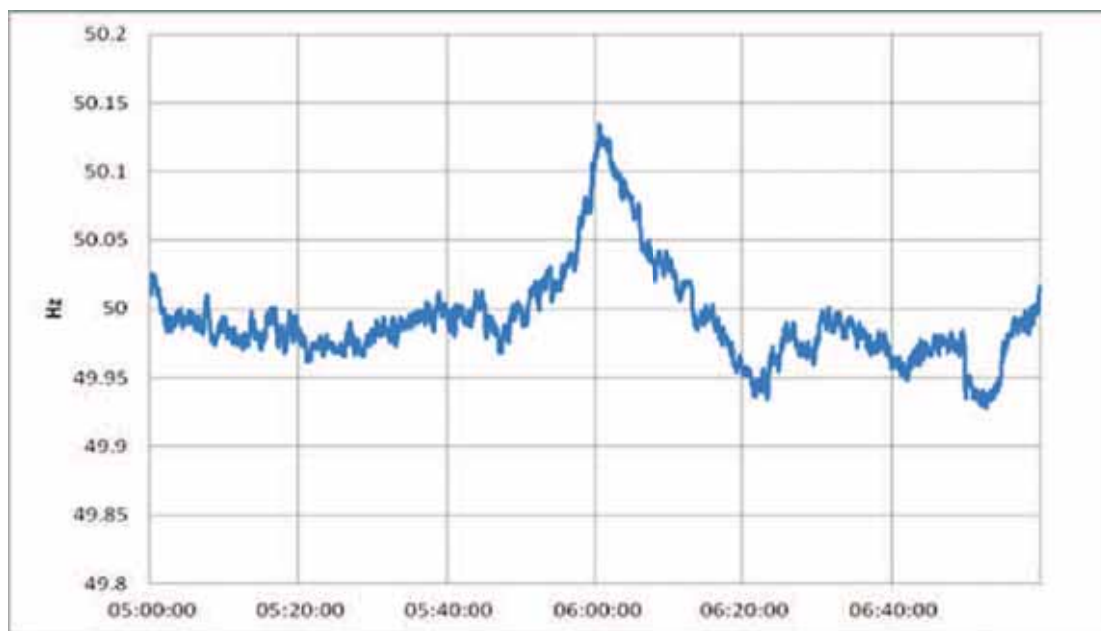
2. ДЕТЕРМИНИСТИЧКО ОДСТУПАЊЕ УЧЕСТАНОСТИ

Феномен детерминистичког одступања учестаности подробно је описан у два извештаја ад-хок радне групе коју су заједнички формирали ENTSO-E и Eurolectric [1], [2]. Ова одступања су предвидива и узрокована, пре свега, понашањем учесника на тржишту електричне енергије. Јављају се на преласку из сата у сат, нарочито током промене тарифних периода ујутру и увече. Понекад одступање достиже и 150 mHz (што значи да у том тренутку разлика укупне производње и укупне потрошње у интерконекцији износи око 5000 MW). Детерминистичко одступање учестаности траје обично 15-20 минута.

Узрок ове појаве лежи у утицају развоја тржишта електричне енергије. У старим, вертикално организованим електропривредним предузећима диспечер је био у могућности да у потпуности контролише и управља производњом сваке јединице. На тај начин је био у могућности да лако покрива промене конзума током сата иако се конзум прогнозирао, а програм рада електрана правио на средњесатном нивоу. Садашњи ниво развоја тржишта дао је много већу слободу производним предузећима, која сада стриктно следе свој програм рада и не воде рачуна о ситуацији у интерконекцији. На преласку из сата у сат, посебно у периодима када су промене конзума велике (рано ујутро, увече) производни капацитети имају велике промене програма рада. При томе свака јединица прелази са једног програма на други не водећи рачуна о целини електроенергетског система. Како су неке јединице знатно брже од других, у периодима око промене сата долази до привременог дисбаланса производње и потрошње, који доводе до детерминистичких одступања учестаности.

Као што се може видети на слици 1, сама детерминистичка промена учестаности је најчешће симетрична, са осом симетрије око пуног сата. Девиијација учестаности започиње пет до десет минута пре истека сата, расте, а затим опада, да би нестала сама од себе пет до десет минута након почетка наредног сата.

Практично девијација учестаности нестaje сама од себе, када све производне јединице стигну на свој програм и није потребно ангажовати резерву да би се она отклонила. Током описане појаве долази до значајног одступања учестаности, а како се примарна регулација аутоматски одазива на девијацију учестаности, резултат је активирање велике количине примарне резерве. При одступању од 100 mHz, активира се половина (1500 MW) од расположиве примарне резерве (3000 MW) у интерконекцији Континентална Европа. Ово представља опасност за сигуран рад интерконекције, јер ако током периода детерминистичког одступања учестаности дође до великог поремећаја, недовољни износ расположиве примарне резерве може довести до покретања непредвидивог тока догађаја са озбиљним последицама по сигурност рада система.



Слика 1. Детерминистичко одступање учестаности

Са друге стране, овако значајно ангажовање примарне регулације учестаности у трајању од 15 до 20 минута може се искористити за проверу расположивости закупљене резерве у примарној регулацији.

3. ПРОВЕРА РАДА ПРИМАРНЕ РЕГУЛАЦИЈЕ УЧЕСТАНОСТИ У ЕЕС СРБИЈЕ – САДАШЊА ПРАКСА ОПЕРАТОРА СИСТЕМА

За рад примарне регулације учестаности у Србији задужен је ЈП ЕМС. Да би остварио овај задатак, он изнајмљује тзв. помоћну услугу примарне регулације учестаности од ЈП ЕПС. Практично, електране ЈП ЕПС су дужне да обезбеде неопходну резерву у примарној регулацији учестаности. У 2016. години тај износ је ± 34 MW.

Са друге стране, ЈП ЕМС, у складу са *ENTSO-E* правилима, проверава да ли је укупан одзив примарне регулације Србије у складу са преузетим обавезама. Сваки *TSO* у интерконекцији Континентална Европа је у обавези да пријави на *ENTSO-E* портал испад производње или потрошње већи од 1000 MW. Поменути испади најчешће доводе до нагле промене учестаности амплитуде између 30 и 40 mHz, што зависи од укупног конзума у европској интерконекцији у тренутку испада.

По добијању информације о испаду сваки *TSO*, па и ЈП ЕМС, израчунава промену своје укупне размене активне снаге са суседима, тако што израчуна разлику тренутне снаге размене са суседима у тренутку испада и вредност тренутне снаге размене са суседима тридесет секунди након испада. Претпоставка је да ова промена представља одзив примарне регулације учестаности датог *TSO*. Израчуната вредност се пореди са потребним одзивом (за Србију при одступању учестаности од 200 mHz одзив примарне регулације треба да буде 34 MW, за 100 mHz он је 17 MW, а за 50 mHz је 8,5 MW).

Уколико је измерена промена снаге размене на интерконективним далеководима блиска потребном одзиву сматра се да је примарна регулација учестаности добро одрадила свој посао.

Ова методологија нема велику тачност јер је тешко прецизно израчунати промену укупне размене активне снаге на интерконективним далеководима, услед великих осцилација активне снаге. Ипак може се стећи утисак о квалитету примарне регулације једног *TSO*.

Ако се догоди да се примарна регулација у Србији не одазове очекивано, из *SCADA* система у националном диспечерском центру се узимају подаци о активnoj снази појединачних генератора током пропада учестаности и утврђује се који агрегати се нису одазвали и зашто. Проблем може представљати релативно мала и блага промена учестаности на основу које је тешко одредити шта је тачно последица одзива примарне регулације учестаности.

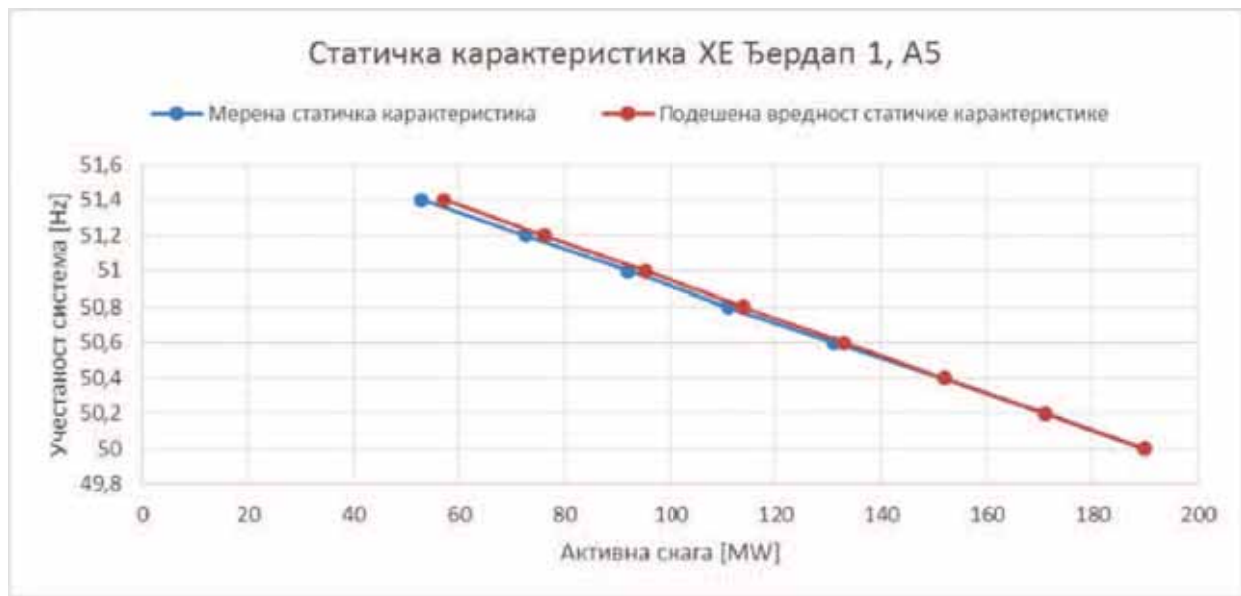
На крају се мора рећи да се примарна регулација учестаности у Србији у највећем броју до сада забележених случајева одазивала на задовољавајући начин.

4. ПРОВЕРА РАДА ПРИМАРНЕ РЕГУЛАЦИЈЕ УЧЕСТАНОСТИ ЗА ПОТРЕБЕ СТУДИЈСКИХ ИСТРАЖИВАЊА

За потребе Студије [3] у ЈП ЕПС су вршена детаљна функционална испитивања примарне регулације учестаности и примарне регулације напона. Функционална испитивања примарне регулације учестаности обухватала су одзив производних јединица на поремећај учестаности од ± 200 mHz, проверу статичке карактеристике турбинског регулатора, проверу зоне неосетљивости и мртве зоне турбинског регулатора.

Нова методологија која ће бити представљена у раду односи се на проверу статичке карактеристике (статизма) турбинског регулатора, као и на проверу мртве зоне турбинске регулације.

На слици 2 дат је снимак статичке карактеристике турбинског регулатора агрегата А5 на ХЕ Ђердап 1, који је испитан за потребе Студије [3]. Мртва зона примарне регулације на агрегату А5 је подешена на вредност 0 mHz, а статизам на вредност од 4%. Номинална активна снага агрегата је 190 MW. Карактеристика која је добијена снимањем у потпуности одговара подешеној вредности статизма.



Слика 2. Статичка карактеристика производне јединице Ђердап 1, А5

5. ПРЕДЛОГ НОВЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ

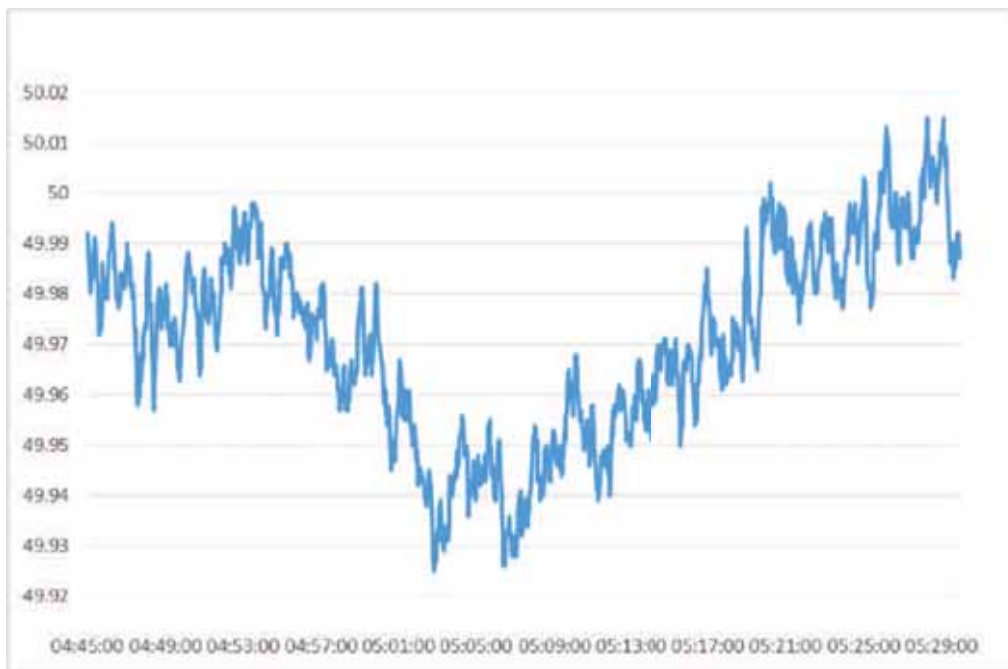
Недостаци методологија наведених у поглављима 3 и 4 (мала амплитуда промене учестаности, благ нагиб промене учестаности, релативно кратко трајање девијације учестаности, додатни трошкови) могу се избећи увођењем методологије засноване на провери одзива примарне регулације током детерминистичког одступања учестаности.

Наиме, за период у коме је дошло до детерминистичког одступања учестаности из локалног SCADA система се узимају активне снаге агрегата за које се врши провера. Поређењем криве учестаности и криве активне снаге агрегата може се утврдити да ли се агрегат одазива у примарној регулацији учестаности и, ако се одазива, да ли се одазива на задовољавајући начин.

Детерминистичких одступања учестаности има неколико током сваког дана, а вероватно је довољно одабрати један или два карактеристична догађаја током једног месеца, да би се имала добра слика о раду појединачних агрегата у примарној регулацији учестаности. Предложеном методологијом може се проверити статичка карактеристика примарне регулације учестаности.

6. ПРИМЕР НОВЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ

На слици 3 приказана је учестаност у интерконецији Континентална Европа забележена 5. јуна 2016. године. Лако се може уочити детерминистички пропад учестаности у периоду између 4:53 h и 5:20 h. Максимално одступање учестаности је 72 mHz, забележено у 5:03 h.

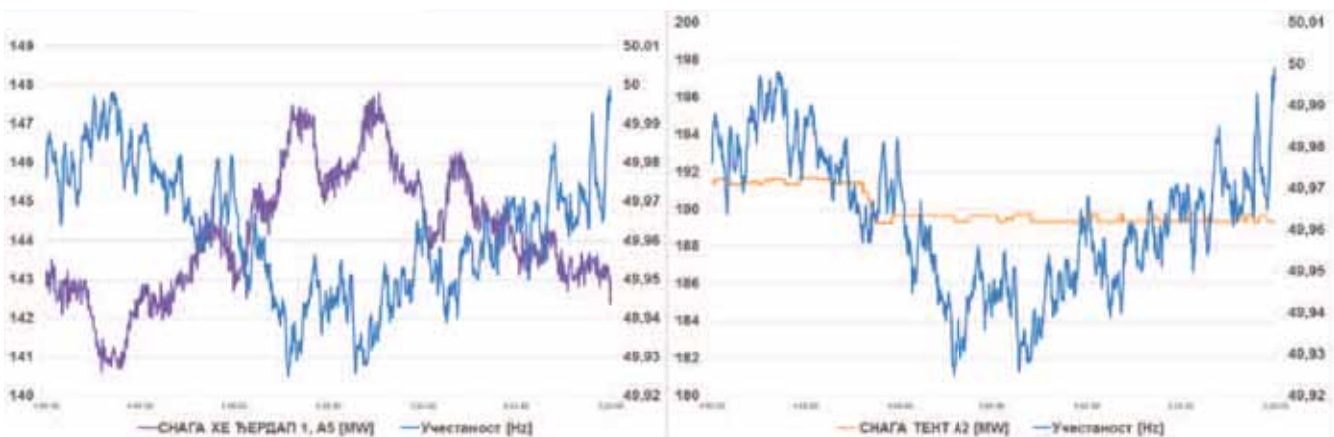


Слика 3. Детерминистичка промена учестаности дана 05.06.2016. год

За потребе овога рада за дан 5. јун 2016. године, из SCADA архиве Националног диспечерског центра за период између 4:53 h и 5:20 h узети су подаци о производњи активне снаге појединачних генератора за ХЕ Ђерап 1, ТЕНТ А и ТЕНТ Б.

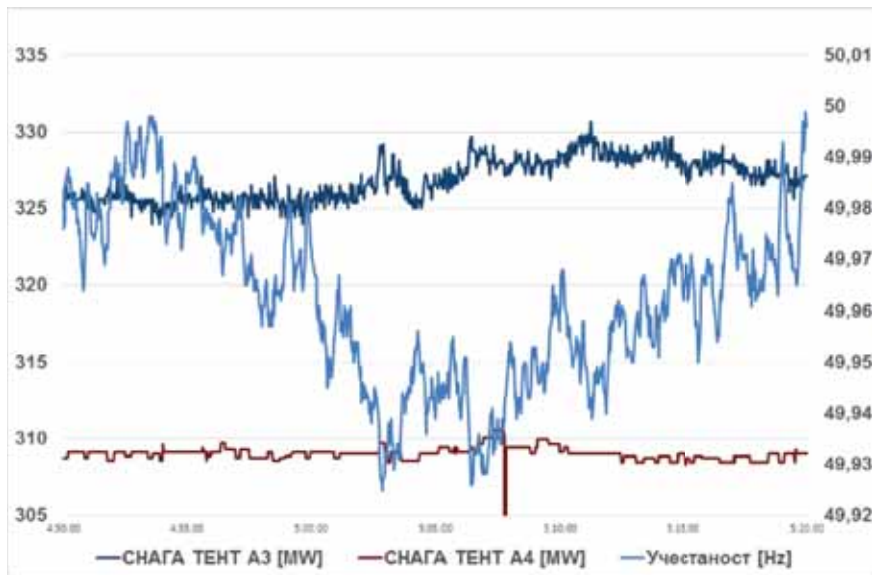
На сликама 4 до 6 приказане су промене активне снаге генератора који су у то време били у погону. На слици 4, лево, види се веома добар одзив агрегата А5 у ХЕ Ђерап, који прати пропад учестаности и симултано подиже снагу. Када учестаност почне да расте активна снага машине лагано опада. У то време у погону су били и агрегати Г3 и Г6, али су били укључени у секундарну регулацију учестаности и снаге размене, тако да не могу бити предмет овог теста.

На слици 4, десно, види се одзив агрегата А2 у ТЕНТ А. Може се закључити да се овај блок није одазвао на промену учестаности. Према Правилима о раду преносног система (Правила) термоблокови који су намењени за рад у топлификационом режиму (какав је и блок ТЕНТ А2) могу бити изузети од рада у примарној регулацији учестаности. Узевши у обзир ову тачку из Правила, оправдано је што је блок ТЕНТ А2 искључен из рада у примарној регулацији учестаности.



Слика 4. Одзив производних јединица ХЕ Ђерап 1, А5 (лево) и ТЕНТ А2 (десно) на детерминистички пропад фреквенције

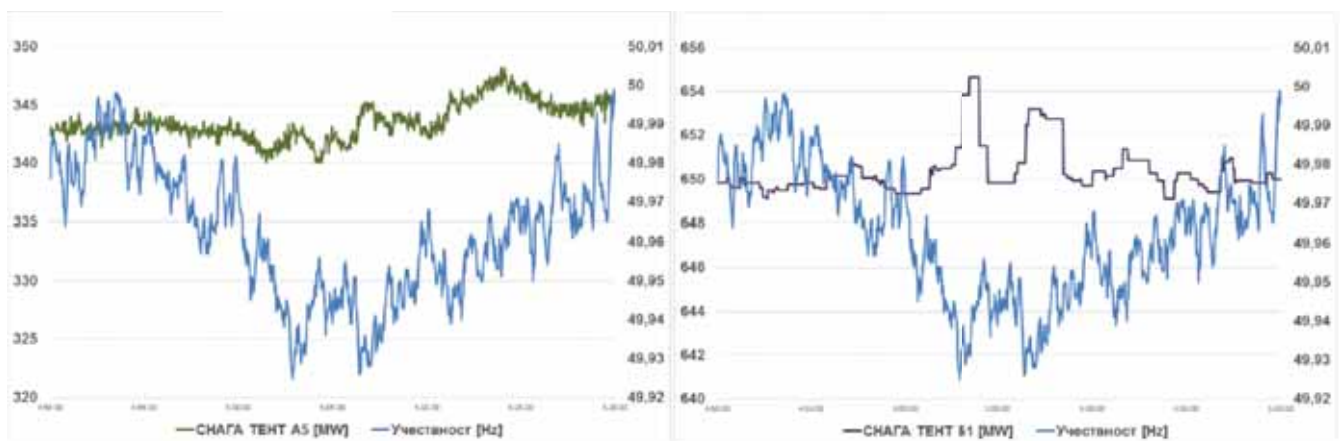
На слици 5. су приказане промене активне снаге агрегата ТЕНТ А3 и ТЕНТ А4. На графику активне снаге ТЕНТ А3 могу се приметити скокови који прате два највећа пада учестаности. У последњих десет минута, док учестаност полако расте, снага агрегата лагано опада. Такође, приметно је да до појаве одзива примарне регулације долази тек када учестаност пређе границу од 49,95 Hz што указује на подешавање мртве зоне на овом агрегату.



Слика 5. Одзив производних јединица ТЕНТ А3 и ТЕНТ А4 на детерминистички пропад фреквенције

Агрегат ТЕНТ А4 је на својој максималној снази 308,5 MW и нема простора да се одазове на пад учестаности. За проверу његовог рада ће бити потребан неки други тест.

На слици 6, лево, види се одзив агрегата ТЕНТ А5. И овде је одзив турбинског регулатора уочљив када учестаност падне испод границе од 49,95 Hz. На слици 6, десно, приказан је одзив агрегата ТЕНТ Б1. Поново се примећује да одзив наступа када учестаност напусти мртву зону турбинског регулатора. Скокови активне снаге се јављају истовремено са пропадима учестаности. Приликом испитивања за потребе Студије, установљено је да турбински регулатор блока ТЕНТ Б1 не ради исправно када је у питању примарна регулација. Након испитивања алгоритам је модификован, али се нису створили услови за испитивање алгоритма. Предложеном методологијом се на веома једноставан начин проверила исправност статичке карактеристике турбинског регулатора, као и подешење мртве зоне регулатора.

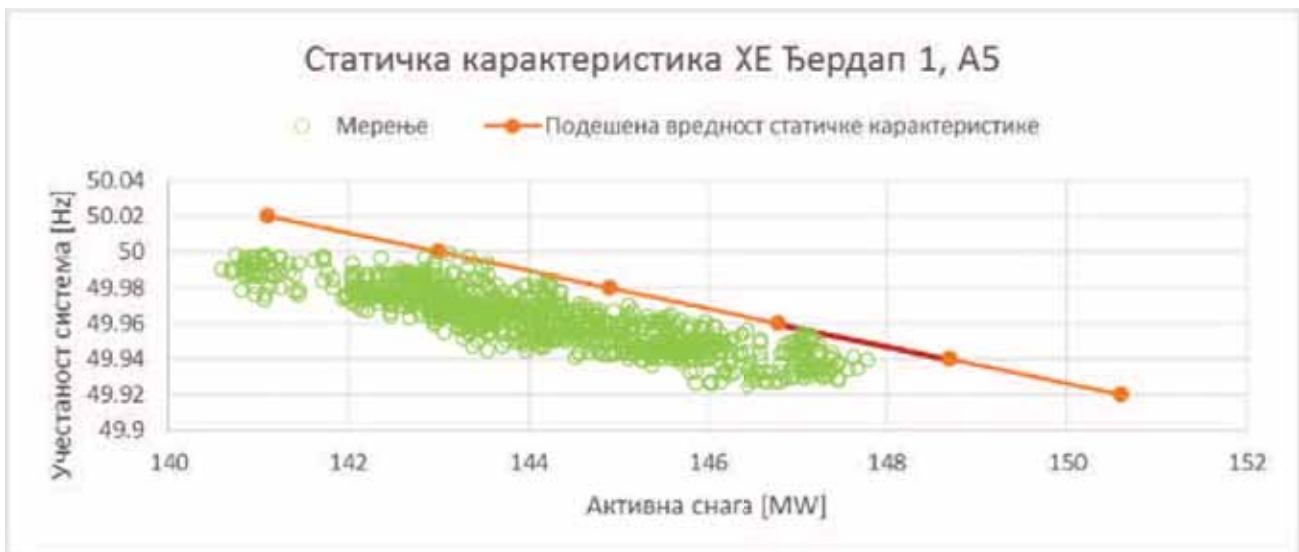


Слика 6. Одзив производних јединица ТЕНТ А5 (лево) и ТЕНТ Б1 (десно) на детерминистички пропад фреквенције

7. ВЕРИФИКАЦИЈА ПРЕДЛОЖЕНЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ПРОВЕРЕ ПРИМАРНЕ РЕГУЛАЦИЈЕ УЧЕСТАНОСТИ

За проверу статичке карактеристике употребом детерминистичког одступања учестаности одабраћемо пример производне јединице А5 у ХЕ Ђердап 1. На слици 2 дата је подешена статичка карактеристика, као и мерена која је добијена за потребе студијског истраживања [3]. За верификацију ћемо користити подешену карактеристику. Усвојићемо да је задата снага јединице била она која се може очитати за вредности учестаности блиске 50 Hz, односно 143 MW, слика 4 лево.

На слици 7 је дат приказ тачака (снага јединице, учестаност система) које су преузете са SCADA система, а за подешену карактеристику је дата вредност подешеног статизма од 4%, мртва зона 0 mHz, за промену учестаности у околини тачке 143 MW, 50 Hz.



Слика 7. Верификација методологије засноване на детерминистичкој промени учестаности

Са слике 7 се јасно види да методологија која користи детерминистичко одступање учестаности даје нагиб статичке карактеристике у потпуности једнак нагибу карактеристике која је подешена и потврђена испитивањима за потребе Студије.

Транслирања карактеристике у односу на подешену вредност последица је постојања зоне неосетљивости турбинског регулатора. Такође, један од разлога за транслирање карактеристике је и време одзива турбинског регулатора. Тачке које приказују мерење су тренутне вредности учестаности и активне снаге, преузете из архиве са периодом од 2 s. Турбинском регулатору је потребно време да одреагује на промену учестаности. У случају да је промена учестаности одскочна и перманентна, могао би бити снимљен и динамички одзив и статичка карактеристика која обухвата и кашњење у одзиву турбинског регулатора.

8. ЗАКЉУЧАК

У раду је описана и потврђена методологија провере примарне регулације учестаности која се темељи на детерминистичком одступању учестаности. Предложена методологија је прецизнија од методологије коју тренутно користи Оператор преносног система. Такође, предложена методологија је финансијски повољнија од детаљних испитивања која су до сада извршена у ЈП ЕПС и као такву би је требало користити за честе провере помоћне услуге примарне регулације.

На основу резултата теста се може закључити да су се сви проверени агрегати, осим ТЕНТ А2, одазвали на пропад учестаности. При томе је код турбоагрегата било уочљиво дејство мртве зоне. За агрегат ТЕНТ А4 тест ће се морати поновити јер је у тренутку детерминистичког одступања учестаности он радио на пуној снази.

Предложену методологију је потребно користити као индикатор стања примарне регулације, односно у случају да се приликом теста покаже неадекватно реаговање примарне регулације, потребно је иницирати и извршити детаљне тестове, аналогне испитивањима која су вршена за потребе Студије [3].

9. ЛИТЕРАТУРА

- 1- Deterministic frequency deviations – root causes and proposals for potential solutions -A joint EURELECTRIC – ENTSO-E response paper
https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/library/publications/entsoe/120222_Deterministic_Frequency_Deviations_joint_ENTSOE_Eurelectric_Report_Final_.pdf
- 2- Deterministic frequency deviations – 2nd stage impact analysis - A joint EURELECTRIC – ENTSO-E response paper
https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/library/publications/entsoe/130325_Deterministic_Frequency_Deviations_Final_Report.pdf
- 3- Студија "Системски параметри регулације побуде и турбинске регулације у електранама ЕПС", Студија, I фаза, Електротехнички институт Никола Тесла, Београд, 2014.



R D2 15

AUTOMATSKI OPORAVAK INFORMACIONE INFRASTRUKTURE U SLUČAJU KATASTROFE

Željko Ivanović, Aleksandar Popović

DLHE - JP EPS, Ogranak Drinsko-Limske Hidroelektrane, Bajina Bašta

Bojan Andrejić, Nebojša Ilić, Miroslav Kržić

Coming – Computer Engineering, Beograd

Srbija

Kratak sadržaj — Visoka raspoloživost IT infrastrukture se danas smatra normom u poslovanju bez obzira u kojoj industrijskoj grani posluje preduzeće. U tehnički složenim sistemima kao što je DLHE zahtevi su još stroži, jer je neophodna ne samo visoka dostupnost već i garantovan oporavak kritičnih aplikativnih infrastrukturnih servisa u razumnom (zadatom) vremenu čak i u slučaju najozbiljnijih incidenata (“katastrofe”). U DLHE je realizovana upravo takva IT infrastruktura koja se sastoji od redundantne infrastrukture na primarnoj lokaciji, redundantne infrastrukture na sekundarnoj lokaciji, međusobnih veza i alata za automatsko testiranje i izvršenje oporavka posle potpunog otkaza, simuliranog ili stvarnog. Osnovna prednost ovako izvedenog rešenja je mogućnost redovne provere (testa) scenarija gubitka primarne lokacije, oporavka kritičnih servisa na rezervnoj lokaciji, dokumentovanje postupka (koraka) oporavka i trajno beleženje svih rezultata provere. Time se stvaraju uslovi da se u slučaju stvarne potrebe (nedostupnosti primarne lokacije) oporavak na sekundarnoj lokaciji obavi sa vrlo velikom verovatnoćom uspeha i u zadanom roku (manje od 6 sati). Infrastrukture na obe lokacije su virtuelizovane, što omogućava prime-nu i proširenje navedenog rešenja na sve sadašnje i buduće servise potrebne za poslovanje DLHE.

Gljučne reči — Otpornost na otkaze, visoka raspoloživost, oporavak od katastrofe, virtuelna infrastruktura, virtuelna mašina

1. Uvod

U protekle tri decenije, IT servisi (infrastrukturni i aplikativni) su najčešće implementirani kao zasebni fizički serveri (sa pripadajućim resursima – mrežnim priključcima, diskovima i dr.). To je dovelo do vrlo neekonomičnog korišćenja najskupljih resursa (procesora, memorije), ali i do stvaranja infrastrukture nepogodne i skupe za održavanje, sa niskim nivoom raspoloživosti (vrlo retko sa odgovarajućom redundansom), praktično nezaštićene i nepodesne za brz oporavak u slučaju većih incidenata („katastrofe“). Stoga nije čudno što je poslednjih 5-10 godina virtuelizacija servisa i izgradnja virtuelne infrastrukture uzela maha i danas postala de facto standard. Kao „nusproizvod“ virtuelizacije pojavila se po prvi put mogućnost ekonomičnog, pouzdanog i automatizovanog oporavka kritičnih servisa u slučaju katastrofe.

IT menadžment DLHE je vrlo rano prepoznao ove trendove i najpre implementirao virtuelnu infrastrukturu na svojoj primarnoj lokaciji u Bajinoj Bašti (2009. godine), potom na rezervnoj lokaciji u Novoj Varoši, a zatim i rešenje za automatski oporavak u slučaju katastrofa, koje je i predmet ovog rada.

Rešenje je u upotrebi gotovo dve godine i do sada je prošlo brojne planirane provere. Ovim se oporavak kritičnih servisa DLHE u slučaju stvarnog incidenta većih razmera čini praktično izvesnim. Rešenje „samo dokumentuje“ svoju upotrebu i time olakšava bilo kakvu internu ili eksternu proveru funkcionalnosti i spremnosti za rad.

2. Primarna lokacija DLHE

Primarna lokacija DLHE nalazi se u Bajinoj Bašti i sastoji se od pet hostova (standardnih industrijskih servera – „SIS“) na kojima je instalirana virtualna infrastruktura i menadžment alati potrebni za upravljanje servisima, monitoring, rezervno kopiranje, oporavak

- Serverska infrastruktura – hostovi za virtualnu platformu, na kojima su instalirani hipervizori:
 - 1 x SIS – 2 x Intel Xeon E5-2630 CPU, 96GB RAM, 4 x 1Gb/s NICs
 - 2 x SIS - 2 x Intel Xeon e5-2630V2, 128GB RAM, 4 x 1Gb/s NICs
 - 2 x SIS - 1 x Intel Xeon E5-2630, 16GB RAM, 4 x 1Gbs NICs – namenski klaster za sistem za upravljanje bazama podataka (zbog restrikcija u licenciranju).
- Sistem za skladištenje podataka – multifunkcijski/multiprotokol sistem sa 2 kontrolera u režimu rada aktivan-aktivan sa 4 x 200GB SSD, 8 x 2TB SATA diskovima i dodatnom policom sa 12 x 450GB SAS diskovima.

Virtualna infrastruktura služi kao platforma za upravljanje desetinama infrastrukturnih i aplikativnih servisa čiji delimičan spisak navodimo u donjoj tabeli. Servisi su raznovrsni po nameni i zahtevima za fizičkim resursima. Na primer, ERP sistem DLHE ima obim od više stotina GB prostora na volumenima sistema za skladištenje podataka.

Tabela 1. Delimični spisak virtualnih mašina na primarnoj lokaciji obuhvaćenih planom oporavka

Naziv servisa	Kratki opis
Data Base Server 1	ERP
Data Base Server 2	Georeferencirani Informacioni Sistem
Hidrološki sistem Drina	Upravljanje vodnim resursima u slivu reke Drine
Web Portal	Interni web portal, podrška ISO standardima
CERT-PKI2	Upravljanje sertifikatima
RRV	Sistem za registraciju radnog vremena
E Bankig,	Elektronsko plaćanje
File Server	Knjigovodstvene aplikacije

3. Sekundarna lokacija DLHE

Sekundarna lokacija Nova Varoš, koja se nalazi na 60 km udaljenosti vazdušnom linijom od primarne lokacije, je slične, ali znatno manje, konfiguracije. Virtualna infrastruktura, menadžment alati i alati za oporavak su identičnih verzija (dakle, potpuno usaglašeni).

Fizička infrastruktura se sastoji od dva hosta za virtualnu platformu, kao i sistema za skladištenje podataka:

- Serverska infrastruktura
 - 1 x SIS - 2 x Intel Xeon E5520 CPU, 58GB RAM, 4 NICs)
 - 1 x SIS - 2 x Intel Xeon E5620 CPU, 60GB RAM, 4 NICs)
- Sistem za skladištenje podataka – multifunkcijski/multiprotokol sistem sa 2 kontrolera u režimu rada aktivan-pasivan sa sa 12 x 1TB SATA diskovima.

Napomena:

- Mrežni uređaji i komunikaciona infrastruktura obezbeđuju vezu unutar primarne/sekundarne lokacije, kao i vezu među lokacijama i imaju dovoljnu propusnu sposobnost potrebnu za replikaciju podataka, ali njihova detaljna konfiguracija nije od posebnog značaja za ovaj rad te je izostavljamo.

4. Rešenje za automatski oporavak virtualne infrastrukture u slučaju katastrofe

Automatski oporavak primarne virtualne infrastrukture DLHE zasnovan je na primeni alata „Site Recovery Manager“ (SRM). SRM predstavlja softversko rešenje koje automatizuje i olakšava upravljanje procesom oporavka od katastrofa.

Kao što se zna, oporavak fizičke infrastrukture u slučaju katastrofe do sada je bio vrlo zahtevan zato što je bilo neophodno obezbediti identičan hardver na obe lokacije, obavljati paralelno ažuriranje infrastrukture i OS, gotovo bez bilo kakve mogućnosti automatizacije, a takvo rešenje, ako je i implementirano, bilo je vrlo teško testirati. Virtuelna infrastruktura donosi dramatično pojednostavljenje oporavka servisa: virtuelne mašine su enkapsulirane u fajlove pa samim tim postaju portabilne i lako prenosive kroz mrežu, virtuelni hardver se može lako automatski konfigurirati, a višestruko su smanjeni zahtevi po pitanju hardvera na sekundarnoj lokaciji koji je većim delom vremena neaktivan i "čeka" na katastrofu. SRM pojednostavljuje i automatizuje proces podešavanja/planiranja oporavka, testiranje, samog oporavka (*failover*) i vraćanja servisa sa sekundarne na primarnu lokaciju nakon otklanjanja uzroka katastrofe (*failback*). SRM štiti izabrane virtuelne mašine na primarnoj lokaciji i, u slučaju katastrofe ili testiranja, pokreće ih na sekundarnoj lokaciji.

SRM je alat koji funkcioniše u skladu sa unapred definisanim pravilima, koja govore koji se servisi i kada aktiviraju na rezervnoj lokaciji, kojim redosledom i sa kojim parametrima (na primer: IP adresa, grupe portova i sl.). SRM se oslanja na hardversku replikaciju (kopiranje) podataka među lokacijama na nivou kontrolera sistema za skladištenja podataka (*storage*), tako da je moguće umanjiti (asinhrona replikacija između sistema) ili potpuno eliminirati (sinhrona replikacija) razliku između aktuelnih podataka virtuelnih mašina na dve lokacije. Za projekat oporavka DLHE koristi se asinhrona replikacija podataka korišćenjem standardnih alata za kopiranje NFS volumena sistema za skladištenja podataka.

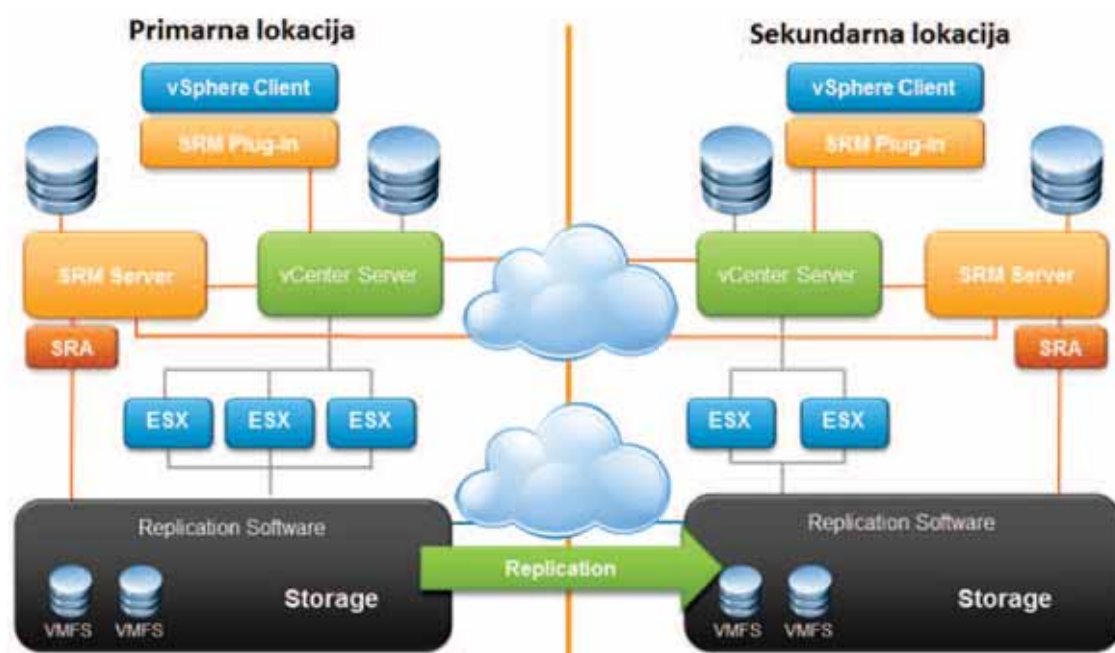
Osim navedenih mogućnosti, SRM dozvoljava testiranje oporavka jednog ili više servisa na rezervnoj lokaciji, tako što se virtuelne mašine koje su predmet testa probno pokreću u izolovanoj mreži na rezervnoj lokaciji. Na taj način, moguće je bez remećenja rada produkcionih servisa isprobati kako se oni oporavljaju na rezervnoj lokaciji i u slučaju potrebe otkloniti greške i probleme koji mogu da nastanu u procesu stvarnog oporavka. SRM rezultate ovakvih testiranja automatski dokumentuje a izveštaji se po potrebi mogu dostaviti internom ili eksternom revizoru.

4. 1. Arhitektura rešenja za automatski oporavak

Arhitekturu rešenja za automatizovani oporavak primarne virtuelne infrastrukture u slučaju katastrofe čine sledeći elementi:

- vCenter menadžment serveri za virtuelnu infrastrukturu (po jedan na svakoj lokaciji),
- SRM serveri (po jedan na svakoj lokaciji),
- serveri baza podataka u kojima se nalaze SRM konfiguracija i logovi,
- Storage Replication Adapteri (SRA) – softverske komponente za integraciju SRM-a sa korišćenim sistemom za skladištenje podataka i pripadajućim alatom za replikaciju podataka.

Arhitektura SRM rešenja prikazana je na Slici 1.



Slika 1. SRM arhitektura

4.2. Konfiguracija SRM rešenja

Infrastruktura za automatizovani oporavak od katastrofe produkcionog okruženja DLHE sastoji se iz dve zasebne virtuelne infrastrukture na dve odvojene fizičke lokacije - primarna produkciona lokacija nalazi se u centrali DLHE u Bajinoj Bašti, dok se sekundarna lokacija nalazi u Novoj Varoši. Infrastrukture su povezane optičkom komunikacionom linijom u vlasništvu EPS.

SRM server na primarnoj lokaciji je instaliran na virtuelnoj mašini. Za potrebe SRM servera na primarnoj lokaciji, na serveru za upravljanje bazama podataka na vCenter mašini na primarnoj lokaciji kreirana je posebna baza SRMDB. SRM server na sekundarnoj lokaciji takođe je instaliran na virtuelnoj mašini sa identičnom konfiguracijom u pogledu baze podataka za skladištenje konfiguracije SRM-a i njegovih logova.

Za pristup korisničkom interfejsu koristi se standardni alat za menadžment virtuelne infrastrukture isporučio sa dodatkom za SRM.

SRM se integriše sa rešenjem za skladištenje podataka i replikaciju korišćenjem tzv. SRA adaptera isporučio instaliranih na SRM serverima na primarnoj i sekundarnoj lokaciji.

Inicijalno podešavanje infrastrukture sistema za oporavak od katastrofa uključuje uspostavljanje komunikacije između SRM servera, kao i vCenter servera na primarnoj i sekundarnoj lokaciji. Nakon uspostavljanja komunikacije, potrebno je:

- definisati preslikavanja elemenata infrastrukture na primarnoj i sekundarnoj lokaciji (klasteri, grupe resursa, port grupe i dr.),
- definisati rezervni volumen (volumen sistema za skladištenje) na sekundarnoj lokaciji na kome se čuvaju privremeni konfiguracioni fajlovi virtuelnih mašina koje se oporavljaju sa primarne lokacije,
- konfigurisati alate koji obezbeđuju integraciju SRM sa korišćenim sistemom za skladištenje podataka i rešenjem za replikaciju,
- konfigurisati grupe zaštite koje definišu na koji način se štite virtuelne mašine na primarnoj lokaciji,
- kreirati planove oporavka koji definišu na koji način se mašine oporavljaju na sekundarnoj lokaciji.

Sve virtuelne mašine sa primarne lokacije koje se oporavljaju smeštene su na NFS volumene primarnog sistema za skladištenje podataka koji su predmet replikacije (kopiranja) na sekundarni sistem. Swap/page fajlovi virtuelnih mašina fajlovi OS su izdvojeni poseban volumen jer je njihova replikacija nepotrebna (kreiraju se ponovo pri startu virtuelnih mašina).

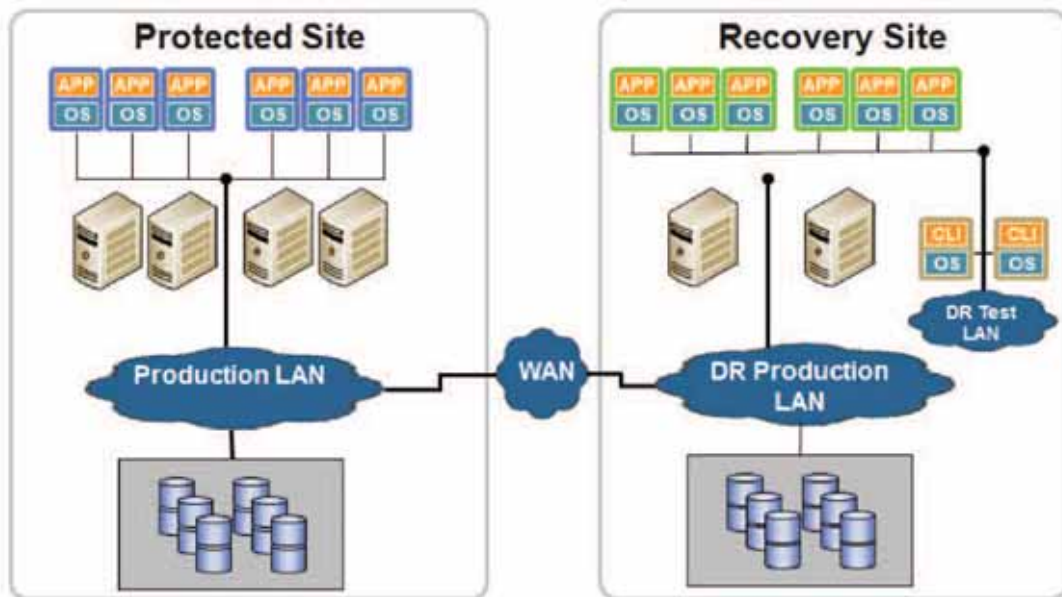
Pomoću planova oporavka se definišu koraci procedure oporavka virtuelnih mašina sa primarne lokacije. Planovi se kreiraju izborom grupa zaštite i sadrže sledeće informacije:

- koje mašine sa primarne lokacije se oporavljaju i sa kojim prioritetom,
- oporavka i zavisnosti između mašina koje je potrebno ispoštovati,
- koje port grupe na sekundarnoj lokaciji se koriste za potrebe testiranja oporavka itd.

Osim osnovnog plana oporavka koji pokriva scenario oporavka svih virtuelnih mašina koje se štite, moguće je i preporučeno korišćenje većeg broja planova, koji odgovaraju različitim scenarijima testiranja / oporavka.

4.3. Test oporavka infrastrukture u slučaju katastrofe

Planovi se mogu pokrenuti u „Test“ i „Failover“ režimu. Test oporavka sistema od katastrofa je mehanizam koji omogućava proveru sistema oporavka bez uticaja na produkciju, kako bi se osigurala funkcionalna celovitost prethodno definisanog plana. Test oporavka sistema se može odigravati u mrežno izolovanom okruženju (Slika 2), što omogućava potpuno nesmetano odvijanje testa paralelno sa radom produkcione infrastrukture. Za potrebe testa oporavka u mrežno izolovanom okruženju, na sekundarnoj lokaciji se koristi poseban VLAN i odgovarajuća port grupa definisana na hostovima sekundarne lokacije.



Slika 2. Testiranje oporavka u mrežno izolovanom okruženju

Test oporavka se pokreće izborom odgovarajućeg plana oporavka u SRM korisničkom interfejsu i opcije **Test**. Pokretanjem testa startuje se niz automatskih akcija koje se mogu pratiti kroz dijalog *Recovery Steps*. Izvršeni koraci testa mogu se eksportovati u HTML fajl. Završetak testa kao i automatske procedure koje slede nakon testa kako bi se infrastruktura na sekundarnoj lokaciji vratila u stanje pre pokretanja testa, pokreću se izborom opcije **Cleanup**.

Koraci koji su izvršeni u test oporavku od katastrofa odgovaraju koracima koji će biti izvršeni i u realnom oporavku od katastrofa, i uspešnost testa garantuje uspešnost realnog oporavka u pogledu infrastrukturnih koraka, sa izuzetkom ostalih podešavanja u vidu mrežne vidljivosti i infrastrukturnih podešavanja u izdvojenim lokacijama.

4.4. Oporavak infrastrukture u slučaju katastrofe (failover)

Oporavak infrastrukture u slučaju katastrofe je procedura koja se pokreće u izuzetnim situacijama kada ne postoji drugi način oporavka od problema sa kojim se suočila produkciona infrastruktura. Rezultati pokretanja procedure oporavka imaju značajan uticaj na funkcionisanje produkcione infrastrukture.

Pri oporavku sistema od katastrofe, izvršava se niz procedura kroz koje se prolazi i prilikom test oporavka od katastrofa, uz nekoliko bitnih razlika:

- Replikacija između sistema za skladištenje podataka na primarnoj i sekundarnoj lokaciji biva prekinuta, što za posledicu ima da se nakon uspešnog oporavka mora započeti nova replikacija u jednom ili u drugom smeru.
- Produkcione mašine na primarnoj lokaciji u slučaju oporavka **moraju** biti isključene kako ne bi došlo do nepredvidivih ponašanja na mreži, npr. prisustva dve mašine sa istim identitetom na mreži.
- Mašine pokrenute tokom procesa oporavka postaju produkcione mašine.
- Automatski prekid oporavka i povratak na stanje pre pokretanja oporavka **nije** moguć, dok za vraćanje produkcione mašine na primarnu lokaciju nakon otklanjanja uzorka katastrofe („failback“) postoje odgovarajuće procedure prikazane u narednom odeljku.

Oporavak sistema u slučaju katastrofe započinje pokretanjem automatskog procesa na lokaciji oporavka od katastrofe izborom plana oporavka i opcije **Recovery** (Slika 3). Pre početka samog oporavka potrebno je još jednom potvrditi pokretanje oporavka i izabrati tip oporavka. Moguća su dva tipa oporavka:

- **planirana migracija** (*Planned Migration*) – moguća jedino kada su obe lokacije vidljive i storage replikacija u funkciji; pre izvršetka plana oporavka se obavlja gašenje virtuelnih mašina na primarnoj lokaciji i završna sinhronizacija storage replikacije; izvršavanje plana se zaustavlja u slučaju greške; ovaj tip oporavka je pogodan u slučajevima kada je potrebno izvršiti planiranu migraciju servisa iz jednog datacentra u drugi
- **oporavak u slučaju katastrofe** (*Disaster Recovery*) – može se pokrenuti i u slučaju nedostupnosti primarne lokacije i storage replikacije; pre izvršetka plana oporavka obavlja se pokušaj sinhronizacije storage replikacije; izvršavanje plana se nastavlja i ukoliko dođe do greške.

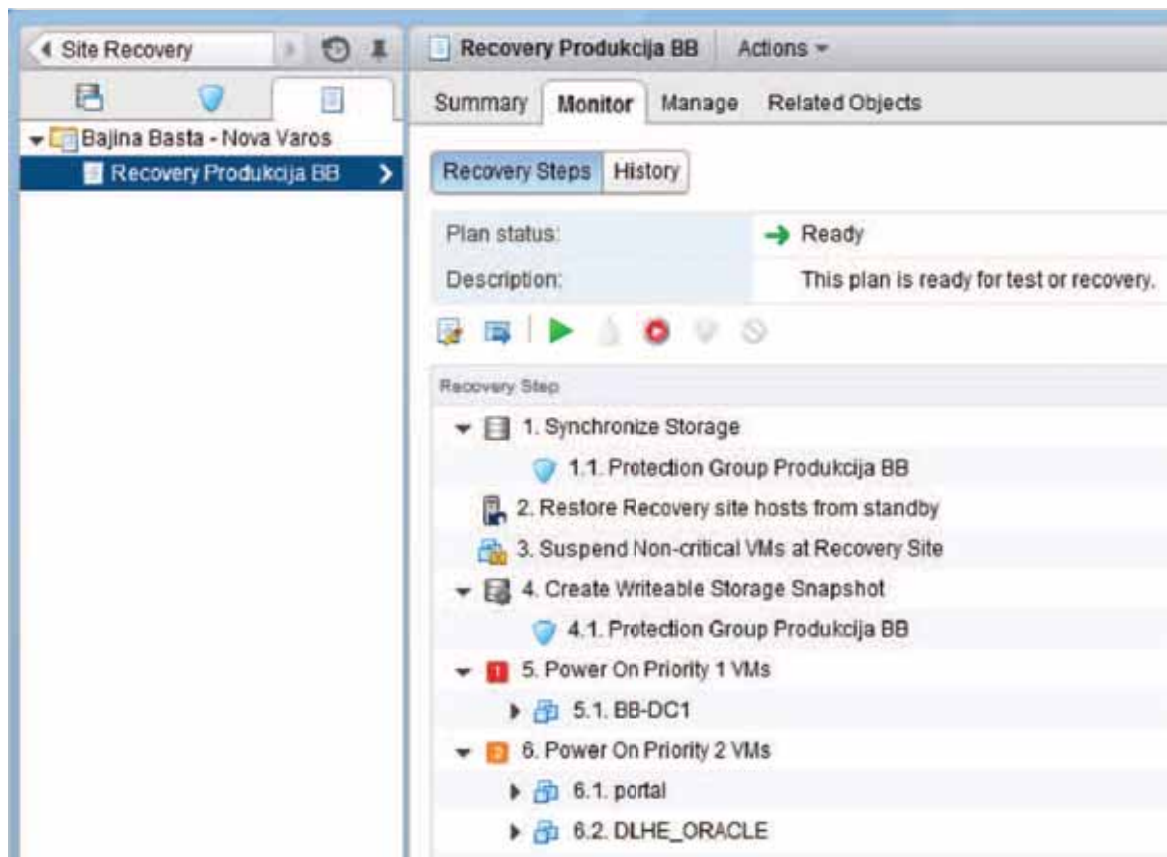


Slika 3. Pokretanje planirane migracije servisa ili oporavka u slučaju katastrofe

Pokretanjem plana oporavka u Recovery modu startuje se niz automatskih akcija koje se mogu pratiti u SRM modulu kroz dijalog *Recovery Steps*. Izvršeni koraci mogu se eksportovati u HTML fajl. Primer plana oporavka (koraka oporavka) dat je na slici 4.

4. 5. Povratak servisa na primarnu lokaciju („failback“)

Instalirana verzija SRM omogućava automatizaciju postupka migracije produkcionih servisa sa sekundarne nazad na primarnu lokaciju nakon otklanjanja uzroka koji su doveli do katastrofe na primarnoj lokaciji – tzv. „failback“. Nakon izvršetka oporavka, sekundarna lokacija postaje produkciona i opcija zaštiti ponovo (*Reprotect*) obezbeđuje zaštitu produkcionih mašina na sekundarnoj lokaciji korišćenjem parametara zaštite i oporavka u postojećim grupama zaštite i planivima oporavka i uspostavljanjem replikacije volumena od sekundarne ka primarnoj lokaciji. Nakon uspešnog završetka procesa ponovne zaštite, moguće je izvršiti oporavak servisa na primarnoj lokaciju pokretanjem plana u „Recovery“ modu izvršenja.



Slika 4. Delimičan plan oporavka (lista akcija)

Zaključak

Implementacijom projekta virtuelne serverske infrastrukture i njenog automatskog oporavka u slučaju katastrofe, DLHE ostvaruje više pozitivnih efekata u domenu pouzdanosti, performansi i ekonomičnosti svog IT okruženja. Prelaskom na visoko pouzdani klaster virtuelne infrastrukture ostvaruje se mogućnost brzog oporavka svih servisa u slučajevima otkaza hardvera. Virtualizacijom servisa i njihovom migracijom na redundantnu virtuelnu infrastrukturu prestaje i potreba za skupim održavanjem heterogenog i zastarelog hardverskog okruženja, a potreba za kupovinom fizičkih servera se smanjuje na minimum. Najvažnije, DLHE obezbeđuje potpuno redundantnu infrastrukturu i rad ključnih servisa čak i u slučaju malo verovatnog, ali ipak mogućeg, otkaza celog primarnog datacentra ili produkcionog sistema za skladištenje podataka.

Nakon implementacije projekta čiji su detalji opisani u prethodnim poglavljima predlaže se razvoj sistema u smeru daljeg unapređenja, pre svega u pogledu dalje migracije fizičkih servera na virtuelnu platformu, kao i planiranja implementacije specijalizovanog rešenja za rezervno kopiranje („backup“) virtuelne infrastrukture.



АКЦИОНАРСКО ДРУШТВО
ЕЛЕКТРОМРЕЖА СРБИЈЕ