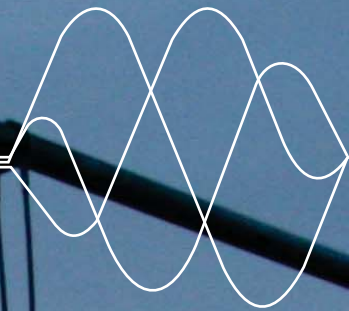


# CIGRE<sub>D</sub>

GODINA I / BROJ 1 / JANUAR - JUN 2015



Časopis udruženja





**СИГУРНОСТ**



**ПОУЗДАНОСТ**



**ЕФИКАСНОСТ**



**ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ  
ЕЛЕКТРОМРЕЖА СРБИЈЕ**

[www.ems.rs](http://www.ems.rs)

# SADRŽAJ

REČ PREDSEDNIKA CIGRE Srbija & CIRED Srbija.....	4
Dr Krešimir Bakić, predsednik Regionalne CIGRE za Jugo-istočnu Evropu (SEERC) .....	5
45. savetovanje CIGRE Pariz .....	6
Poziv za dostavljanje radova za 46. savetovanje CIGRE Pariz 2016 .....	7-11
Radne grupe CIGRE .....	12-17
Poslednja izdanja tehničkih brošura CIGRE 2014 .....	18-21
Rodio se novi časopis "CIGRE Science & Engineering" .....	22
Aktivnosti regionalne CIGRE - SEERC .....	23-24
SKUPOVI CIGRE/CIRED .....	25
LETAK ZA STUDENTE ELEKTROTEHNIČKIH FAKULTETA I VIŠIH ŠKOLA .....	26
Izveštaj sa IX SAVETOVANJA CIRED .....	28-29
Zapaženi referat: ANALIZA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE I MEĐUSOBNOG UTICAJA PRENOSNOG I DISTRIBUTIVNOG SISTEMA U TAČKI PRIMOPREDAJE ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	30-37
Izveštaj sa 16. SIMOZIJUM CIGRE SRBIJA UPRAVLJANJE I TELEKOMUNIKACIJE U EES .....	38
Zapaženi referat: ODREĐIVANJE GLOBALNOG FAKTORA SAMOREGULACIJE SISTEMA I REGULACIONE KONSTANTE MREŽNOG REGULATORA .....	39-42



## Izdavač

Srpski nacionalni komitet CIGRE,  
Beograd, Knez Miloša 11  
Srpski nacionalni komitet CIRED,  
Novi Sad, Bulevar oslobođenja 100

Glavni i odgovorni urednik  
Dragutin Salamon

Zamenik glavnog i odgovornog urednika  
Miladin Tanasković

Tehnički urednik  
Mildan Vujičić

Kontakt  
[cigred@hotmail.com](mailto:cigred@hotmail.com)

Periodičnost  
Dva puta godišnje

Štampa  
Birograf comp d.o.o. Zemun

CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

621.3

**CIGRED** / glavni i odgovorni urednik  
Dragutin Salamon. - God. 1, br. 1 (jan./jun 2015)-  
- Beograd : Srpski nacionalni komitet CIGRE ;  
Novi Sad : Srpski nacionalni komitet CIRED, 2015-  
(Zemun : Birograf comp). - 30 cm

Dva puta godišnje. - Tekst na srp. i engl. jeziku.

ISSN 2406-2650 = CIGRED (Beograd)

COBISS.SR-ID 214999308

# REČ PREDSEDNIKA CIGRE Srbija & CIRED Srbija

**N**amera je da se na ovaj način svi članovi i simpatizeri udruženja CIGRE Srbija i CIRED Srbija, koji su profesionalno vezani za problematiku proizvodnje, prenosa i distribucije električne energije, još više povežu i što bolje obaveste o radu ova dva udruženja, kao i radu njihovih matičnih međunarodnih organizacija CIGRE Pariz i CIRED Brisel.

Na ovaj način želimo da upoznamo širu stručnu javnost Srbije, kao i sve relevantne institucije u Srbiji sa našim aktivnostima na domaćem i međunarodnom planu kako bi obezbedili neophodnu pomoć i podršku u budućem radu. Naročito nam je želja da na ovaj način privučemo pažnju studenata i mladih inženjera da se priključe toj armiji članova i simpatizera udruženja CIGRE Srbija i CIRED Srbija i da aktivno učestvuju u budućem radu.

Čitajući **CIRED**, upoznaćete se sa novostima i informacijama iz elektroenergetike, održanim domaćim i međunarodnim stručnim skupovima i skupovima u najavi, zapaženim referatima i odabranim priložima, publikacijama i raspoloživom literaturom, a ponekad ćemo se prisetiti i nekih prošlih vremena i uglednih imena koji su značajno doprineli u stvaranju elektroenergetskog sistema Srbije i učestvovali u radu ova dva udruženja. Naravno, deo prostora ćemo ustupiti našim sponzorima da prikažu svoja znanja i veštine. Ukratko, nastojaćemo da izborom tematskih sadržaja privučemo pažnju i podstaknemo interes što većeg broja stručnjaka, naučno-istraživačkih i obrazovnih ustanova, kao i privrednih subjekata za aktivan rad u CIGRE Srbija i CIRED Srbija. Uspeh u realizaciji ovih zamisli umnogome zavisi od saradnje sa čitaocima. Stoga će svako ukazivanje, predlog, sugestija ili konstruktivna kritika biti dobrodošli i doprinosiće kvalitetu ovog časopisa.

Počeli smo, trudićemo se da uvek bude bolje.

Očekujemo Vašu pomoć. Sa Vašim doprinosom ostvarićemo ciljeve dve najveće asocijacije u oblasti elektroenergetike – razvoj i razmenu tehničkih znanja i informacija pri proučavanju problematike od interesa za CIGRE i CIRED, kako u domaćim, tako i u međunarodnim okvirima.



**Predsednik CIGRE Srbija,  
mr Gojko Dotlić**



**Predsednik CIRED Srbija,  
dr Dragoslav Jovanović**



# Dr Krešimir Bakić, predsednik Regionalne CIGRE za Jugo-istočnu Evropu (SEERC)



Poštovane kolege!

Dragi Cigreovci!

Drago mi je da Vas mogu pozdraviti u ime naše regionalne organizacije CIGRE nazvane SEERC (South East European Region of CIGRE) i poželeti uspešnu budućnost Vašoj novoj reviji **CIGRED**. Uveren sam, da će revija biti dobro prihvaćena i da će postati mesto informisanja o aktivnostima iz oblasti proizvodnje, prenosa i distribucije električne energije, kao i tržišnih aktivnosti i regulacije sistema u okviru međunarodnih organizacija CIGRE i CIRED. Obe tehničke organizacije omogućavaju izvrsnu nadgradnju znanja u elektroenergetskoj struci, što je osnovni cilj našeg delovanja u ovim organizacijama. Iako se u svetu pojavilo mnogo novih tehničkih udruženja iz energetike, koja deluju na nacionalnoj, regionalnoj ili globalnoj osnovi, naš *Međunarodni savet za velike elektroenergetske sisteme* – CIGRE, još uvek je najmasovnija i visoko kvalitetna globalna organizacija elektroenergetičara. Prednost CIGRE pred drugim organizacijama je razvijanje slobodnog stručnog pogleda na različite probleme, sa tri aspekta: akademskog, elektroprivrednog i aspekta industrije opreme i usluga za elektroenergetski sistem. Danas u CIGRE deluje više od 220 ekspertnih grupa, koje rešavaju akutne probleme modernog elektroenergetskog sistema. I upravo status CIGRE (i CIRED-a) kao nevladinih i neprofitnih organizacija u kojima eksperti sarađuju na volonterskoj osnovi daje najveću verodostojnost rezultatima programskih zadataka. Generalno, obe organizacije su usmerene na praksu, što daje posebnu dodanu vrednost kod izrade standarda ili raznih strategija u razvoju i eksploataciji elektroenergetskih sistema. To je razlika u poređenju sa drugim strukovnim organizacijama, koje su ili profitabilne, ili intersno zavisne ili su politički orientisane.

U svetu je osnovanih nekoliko regija CIGRE, koje deluju u koordinaciji sa centralnim rukovodstvom CIGRE u Parizu. Najveća takva regija je ustanovljena u jugo-istočnoj Aziji, gde su u regiji CIGRE udruženi Kina, Japan, Indija, Australija, Indonezija i druge države tog rajona. Mi smo nedavno ustanovili regiju jugo-istočne Evrope u kojoj je trenutno učlanjenih 11 nacionalnih komiteta CIGRE (Italija, Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora, Makedonija, Grčka, Rumunija, Turska i Ukrajina), a nacionalni komiteti Austrije i Mađarske u posmatračici. Cilj naše regionalne organizacije je da se određeni regionalni problemi elektroenergetskog sistema pokušaju rešiti u regionalnim radnim grupama, da bolje informišemo jedni druge o novim idejama, istraživanjima, razvoju i radu sistema, da se pomazemo na sva tri nivoa: akademski (istraživački), elektroprivredni i industrijski. U tom smislu uskoro će početi sa radom prve 4 radne grupe (WG01 – *Regional aspects on creation of NNA for new standard for overhead lines*; WG02 – *Regional perspective of shunt reactor introduction in the transmission system*; WG03 – *Environmental and technical assessment for submarine cables siting issue in Mediterranean area* te WG04 – *Technical and economical features of Hydro Pumped storage power plants (HPSPPs) in power systems*). Uključenje u radne grupe je ograničeno samo za članove iz Nacionalnih komiteta CIGRE učlanjenih u SEERC.

Drugi aspekt saradnje u regiji SEERC je međusobna podrška kod određenih nacionalnih savetovanja ili simpozijuma povezanih sa delatnošću CIGRE, a isto i kod kandidovanja na nivou pariske CIGRE. U skladu sa programom pariske CIGRE, SEERC će pokrivati sva područja elektroenergetskog sistema od niskog do najvišeg napona. Obzirom, da su neke od država u SEERC-u članice EU i da se moraju pridržavati evropskim direktivama i standardima, regionalna organizacija je istovremeno prilika da se prenose iskustva jednih na druge. Nadam se da ćemo u tim nastojanjima uspeti. Rukovođenje regionalnom organizacijom se rotira do zajedničke konferencije kada se po uzoru na olimpske igre „zastava“ nosioca prenosi na sledeći nacionalni komitet. U Beogradu smo se u novembru 2014. dogovorili, da se u aprilu 2016. godini održi regionalna SEERC konferencija u Portorožu, kad će Nacionalni komitet Slovenije predati rukovođenje sledećem nosiocu regionalnih aktivnosti.

Srećan put novoj stručnoj reviji.

Krešimir Bakić  
Predsednik regionalne CIGRE - SEERC

# 45. savetovanje CIGRE Pariz

CIGRE Central Office sa sedištem u Parizu (Francuska) okuplja 58 Nacionalnih komiteta i broji više od 14.000 ekvivalentnih članova iz redova istraživača, akademika, inženjera, tehničara, snabdevača i ostalih stručnjaka iz preko 90 zemalja. U programima CIGRE aktivno učestvuje više od 3.500 eksperata širom sveta. Te aktivnosti se koordiniraju preko 16 Studijskih komiteta koje nadgleda Tehnički komitet. Istraživačke snage su usmerene na 4 oblasti: projektovanje i razvoj elektroenergetskih sistema u budućnosti, optimizacija postojeće opreme i elektroenergetskih sistema, uvažavanje zaštite životne sredine, i omogućavanje pristupa informacijama za sve ključne igrače u elektroprivredi.

45. savetovanje CIGRE održano u Parizu od 24. do 29. avgusta 2014. godine karakterišu sledeće brojke:

- 3.235 međunarodnih delegacija;
- 8.500 učesnika iz 90 zemalja;
- 42 sastanka Studijskih komiteta;
- 153 sastanaka Radnih grupa;
- 240 izlagača;
- 3 sprata izložbenog prostora u Palais de Congrès.

U radu Studijskih komiteta CIGRE Paris učestvovala su 5 predstavnika CIGRE Srbija, i to:

ARNAUTOVIĆ Dušan (SC A1), CRNJIN Radivoje (SC B3), ČUKALEVSKI Ninel (SC C2),

MILOSAVLJEVIĆ Jelena (SC C5) i CAR Aleksandar (SC D2).

Što se tiče stručnog učešća na 45. savetovanju međunarodne CIGRE, CIGRE Srbija je predstavljena sa 2 referata, i to:

1. „Integration of Coordinated Q–V Controller for Multi Machine Power Plant into Secondary Voltage Control“ – Dušan Arnautović, Jasna Dragosavac, Žarko Janda, Jovica Milanović, Ljubiša Mihajlović

2. “Reliability of Single Pole Diagram of Substations HV/MV for Air-Isolated and Gas-Insulated Switchgear” - Dragoslav Perić, Miladin Tanasković, Nebojša Petrović

Naravno, u sklopu savetovanja održani su i sastanci organa CIGRE: Administrativni savet (AC), Forum predstavnika Nacionalnih komiteta CIGRE (FNCC), Izvršni komitet (SC), Tehnički komitet (TC) i Generalna skupština 2014 (GA). Važnije odluke sa ovih sastanaka su: odlučeno je da 58. Član međunarodne CIGRE bude Nacionalni komitet Turske, usvojeno je tzv. Uputstvo o poštovanju CIGRE (*engl.* Compliance Guide of CIGRE), usvojen je dinamički plan izrade i usvajanja Zapisnika sa sastanaka AC, usvojen je finansijski izveštaj za 2013. godinu i finansijski plan za 2014. godinu, donešena je odluka o izdavanju novog naučnog časopisa (radni naziv „Scientific Electra“), podržano je izdavanje tzv. zelenih knjiga (???? Green Books), usvojena je procedura za formiranje novih Nacionalnih komiteta, donešena je odluka o visini članarina za 2015. godinu, donešena je odluka o novim težinskim koeficijentima za izračunavanje „ekvivalentnih“ članova CIGRE, donešena je odluka da bude slobodan (*engl.* Free of charge) pristup svim dokumentima CIGRE (brošurama, radovima i izveštajima) koji su stariji od 3 godine, donešena je odluka da se studenti mogu besplatno učlaniti u CIGRE i koristiti sve pogodnosti koje im to članstvo pruža, utvrđene su procedure registracije i evidencije članova CIGRE, prof. Klaus Fröhlich izabran je izabran za predsednika CIGRE (drugi mandat), itd.

*Pripremio: mr Gojko Dotlić*



Administrativni savet CIGRE

# Poziv za dostavljanje radova za 46. savetovanje CIGRE Pariz 2016

Sekretarijat CIGRE Pariz je u januaru 2015. godine objavio preferencijalne teme za 46. savetovanje CIGRE koje će se održati od **21. – 26. avgusta 2016.** u Parizu, kao i metodologiju i rokove za prijavljivanje i predaju radova.

Radovi se biraju na osnovu sinopsisa (kratkog sadržaja) od minimalno 500 reči koji se dostavljaju Nacionalnim komitetima. Sinopsisi dostavljeni direktno u Pariz se ne razmatraju i vraćaju se autorima. Dakle, Nacionalni komitet CIGRE (npr. CIGRE Srbija) prvi pregleda prijave i dostavlja sekretarijatu CIGRE Pariz izabrane sinopsise do **30. juna 2015.** Na osnovu broja tzv. ekvivalentnih članova CIGRE Pariz, Nacionalni komitet CIGRE Srbija ima pravo na objavljivanje jednog rada, s tim da predlog može biti do tri rada. Naravno, da bi se organizovao izbor i rangiranje ograničenog broja sinopsisa ispred Nacionalnog komiteta CIGRE, sinopsisi treba da stignu u Sekretarijat CIGRE Srbija najkasnije do **31. maja 2015.**

Po dostavljanju sinopsisa, predsednik Studijskog komiteta (kojem je upućen sinopsis) sa predsednikom Tehničkog komiteta CIGRE Pariz razmatra predloge i obaveštava Nacionalni komitet o radu koji je prihvaćen za 46. savetovanje do **12. oktobra 2015.**

Rok za predaju radova u Sekretarijat CIGRE Pariz je **15. februar 2016.** S obzirom da Nacionalni komitet mora da organizuje i izvrši recenziju rada pre slanja u Pariz, rok za dostavu referata u Sekretarijat CIGRE Srbija je **31. decembar 2015.**

Glavni autor (ako pretpostavimo da ih ima više od jednog) mora biti individualni član CIGRE ili zaposlen u firmi koja je kolektivni član CIGRE. Za ko-autore se ne zahteva članstvo u CIGRE. Ko-autori mogu biti iz različitih zemalja i u tom slučaju se rad tretira kao „internacionalni rad“. Sve ostale informacije u vezi 46. savetovanja CIGRE 2016, kao i uputstvo za pisanje radova, mogu se naći na sajtu: <http://www.cigre.org/events/session>.

## Preferencijalne teme za 46. savetovanje CIGRE Pariz 2016:

### SC A1 - Rotating Electrical Machines

#### PS1 / Developments of Rotating Machines and Experience in Service

- Design, manufacture, maintenance and performance improvements in generators and excitation systems and in starting methods of pump storage units.
- Influence of customer specifications and grid operator requirements on generator design and performance.
- New developments for improving the performance, design, cost and flexibility of operation of large generators.
- Efficiency, operation, control and design of motors for power stations and dispersed generation.

#### PS2 / Asset Management of Rotating Machines

- Refurbishment, replacement, power up-rating and efficiency improvement of aged generators and associated project cost benefit analysis.
- State of the Art equipment and experience with Robotic inspections.
- Improvements in monitoring, diagnosis and prognosis systems.

#### PS3 / Rotating Machines for Renewable and Dispersed Generation

- Design, manufacture, generator costs, efficiency, monitoring and diagnosis.
- Effects of faults and system disturbances on design and control strategies.
- Evolution and trends in machines for renewable generation.

### SC A2 - Transformers

#### PS1 / Advances in transformer diagnostic and monitoring

- Innovative practices for data interpretation and condition assessment: prognosis, case studies and success stories.
- Diagnostics, monitoring, maintenance and operation information for strategic management of a transformer fleet.
- Specification, integration, and management of monitoring systems to ensure effective utilization of data.

#### PS2 / EHV / UHV and EHV DC / UHV DC Transformers and their components

- Specification, design, material, manufacturing and testing requirements and facilities.
- Transportation constraints, installation, commissioning, reliability, operation and maintenance.
- Shunt reactors.

**PS3 / Transformer windings**

- Design, manufacturing processes, application and performance of different winding types and material, experience with new insulation materials.
- Experience and evaluation of winding mechanical (short-circuit and load noise), thermal, dielectric and efficiency performance.
- Effects of ageing and maintenance practices on winding performance.

**SC A3 - High Voltage Equipment****PS1 / High voltage equipment for emerging power system conditions**

- Requirements for AC equipment, e.g. disconnecting switch, earthing switch, instrumental transformer.
- Requirements for DC equipment, e.g. DC circuit breaker, disconnecting switch, earthing switch, surge arrester / varistor.
- Developments in testing and verification.

**PS2 / Lifetime management of transmission & distribution equipment**

- Impact of maintenance, monitoring, diagnostics.
- Influence of environmental and operating conditions.
- Optimized maintenance practices.
- Mitigation methods for overstresses and overloads.

**PS3 / Application of information technology tools for development & management of high voltage equipment**

- Advanced simulations and design tools.
- Integration of intelligence into high voltage equipment.
- Translating data into useful information and actions.

**SC B1 - Insulated Cables****PS1 / Feedback from newly installed or up graded cable systems**

- Design, installation, operation and techniques to improve safety from induced voltages and currents.
- Advances in testing and relevant experience.
- Lessons learnt from permitting, consent and implementation of mitigation measures.

**PS2 / Best use of existing cable systems**

- Condition assessment, diagnostic testing and monitoring of cable systems and accessories.
- Upgrading methodologies and related experience.
- Trends in maintenance strategies, remaining life assessment and asset management.

**PS3 / Insulated cables in the Power System of the Future**

- New functionalities, innovative cable designs, accessories and systems.
- Advances in modelling.
- Environmental challenges for future cable systems.
- Longer lengths and higher voltage levels for AC and DC Cables.

**SC B2 - Overhead Lines****PS1 / Overhead Lines for high power transfer capacity**

- Design for AC and DC Lines including dedicated metallic return.
- Climatic and environmental considerations.
- Influence of operational aspects on reliability and line security.

**PS2 / Project management, construction and maintenance**

- New methods including replacement and refurbishment.
- Experience with contracting and financing models.
- Reliability evaluation of installed components and their change with time.

**PS3 / Application of new materials and technologies**

- Conductors, insulators, fittings and structures.
- Experience and trends.
- Specification and test requirements for line components.

**SC B3 - Substations****PS1 / Advances in substation technology**

- GIS and GIL developments including DC technologies.
- Integrating Non-Conventional instrument transformers.
- Integrating new materials and new technologies into substations.



**PS2 / Developments and new thinking in substation design**

- Integrating IEC 61850 into existing substations.
- Maximising substation availability.
- Modular, pre-fabricated, fast deployment and off-shore substation solutions.
- Adaption of substations to meet emerging power system requirements.

**PS3 / Evolution in Substation Management**

- Risk quantification and optimised asset decision making, substation economics, maintenance management.
- Customer and stakeholder interaction with design and life cycle management.
- Substation asset performance, residual life, health and condition metrics.
- Substation auxiliary and ancillary systems.
- Knowledge management, design methodologies and training.

**SC B4 - HVDC and Power Electronic Systems****PS1 / HV DC systems and their applications**

- Planning and implementation of 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 upgrading.
- Service and operating experience.

**PS2 / FACTS and other Power Electronic (PE) systems for transmission**

- Planning and implementation including, need, justification, FACTS devices for renewables, environmental and economic assessment.
- Application of new technologies.
- Refurbishment and upgrading.
- Service and operating experience.

**PS3 / DC and other Power Electronic (PE) systems for distribution**

- Applications for harvesting and integration of renewables, power quality improvements and increasing asset utilisation.
- Service and operating experience.
- Planning and implementation including need justification, environmental and economic assessment.
- New concepts, designs and control algorithms.

**SC B5 - Protection and Automation****PS1 / Protection Automation and Control System (PACS) Optimization and Life Time Asset Management**

- Lifecycle management of existing PACS including maintenance and design.
- Optimization and improvement in lifecycle management of PACS by design modifications.
- Optimization techniques including functional integration, use of process bus and interfacing and monitoring of HV equipment and infrastructure.

**PS2 / Coordination of Generator and power system Protection**

- Requirements for power plant protection to cater for developing stress points.
- Generator protection security for recoverable grid events.
- Power plant protection schemes and backup setting criteria to enhance grid stability.

**SC C1 - System Development and Economics****PS1 / State of the art approaches and standardization in asset management decision making**

- Life-cycle cost-based techniques.
- Using enhanced asset data and information.
- Investment requirements for better integration of transmission and distribution.

**PS2 / Interface and allocation issues in planning T&D networks with multi-party projects**

- Business models for sharing of costs, benefits and risks between parties; approvals from different authorities.
- Centralisation or decentralisation of system design decisions.
- Examples: interconnectors; distribution-transmission interface; system services from external systems, e.g. distribution, neighbouring transmission.

**PS3 / New system solutions and planning techniques for flexible and robust system plans**

- Taking into account environmental and social impact using scenario based techniques.
- Achieving optimal solutions for the entire power system with all stakeholders.
- The particular cases of embedded HVDC, offshore grids and the technological fit of system services from renewable energy sources.

## SC C2 - System Operation and Control

### PS1 / Grid operation solutions to changes in generation mix including distributed and renewable generating resources

- Monitoring, operation and control of frequency and voltage.
- Control of stability including excitation system, power stabilizers, governors and converters (due to decreased system inertia).
- Managing integration of HVDC into the interconnected power grid.

### PS2 / Managing system disturbances and system restoration

- Essential load and critical generator consideration.
- Disturbance management and restoration strategies, including cross border approach.
- TSO s/DSO s/Grid User Cooperation requirements.

## SC C3 - System Environmental Performance

### PS1 / Environmental liabilities of transmission and distribution assets

- Best practices regarding prevention, investigation and remediation of environmental damage.
- Operational and financial impact on property transfer and grid projects (substations, cables & lines), and of incidents on existing assets.
- Methodologies and techniques for environmental due diligence audits.

### PS2 / Overhead lines and underground cables: acceptability issues

- Specific impact assessments (e.g. EMF, visual impact, biodiversity, noise, soil heating, land use, grid losses) during life-cycle of the assets.
- Mitigation and compensation policies and measures.
- Strategies, methodologies and techniques for stakeholder engagement.

### PS3 / Climate Change: Implications for Electric Power Systems

- Methodologies and techniques to improve grid energy efficiency.
- Greenhouse gas (GHG) emissions accounting and reduction measures for T&D companies.
- Risk assessment, resilience and adaptation measures.

## SC C4 - System Technical Performance

### PS1 / Impact of inverter based generation and Energy Storage

- Potential improvement of power system dynamic performance from new functionalities.
- Challenges for system dynamic performance caused by high penetration levels (especially in island systems).
- Modeling, measurement and assessment of PQ and EMC related issues.

### PS2 / Challenges with modeling and evaluation of lightning performance and insulation coordination in the power system of the future

- Transient analysis and modeling for HVDC and large renewable power plants.
- Analysis of, and operational experience with, lightning performance in high-voltage networks, including detection systems and lightning attraction models.
- Methods for the analysis of transient and temporary over-voltages and their impact on high voltage equipment including suitability of standard wave forms.

### PS3 / Bridging the gap between EMT, FEM and positive sequence grid simulation

- Limitations of positive sequence modeling methods and techniques.
- Hybrid EMT-positive sequence modeling methods, especially for HVDC and inverter based generation.
- Advanced numerical techniques in modeling and simulation, such as high frequency transformer modeling, finite element methods and finite difference time domain methods.

## SC C5 - Electricity Markets and Regulation

### PS1 / Interactions between wholesale and retail markets; the future of regulation

- Policy drivers, jurisdictional aspects and incentive mechanisms to foster the alignment between wholesale and retail markets..
- Market design aspects of wholesale compared to retail markets; the role of resource aggregation and the changing nature of retail market.
- Interaction between networks and markets in the future.

**PS2 / Market models and regulatory structures in an evolving industry situation**

- Experiences with market mechanisms to maintain security of supply and economic efficiency through the industry transition.
- Impact of political and environmental investment drivers on market design.
- Lessons learned for supporting infrastructure investments with multiple regulatory jurisdictions in regional market structures.

**PS3 / Distributed resource and demand response integration from the perspective of electricity market structures**

- Experiences and Lessons learned.
- Designing a market model to accommodate distributed and alternative resource management.
- Business aggregation and market information flows for distributed and alternative resources.

**SC C6 - Distribution Systems and Dispersed Generation****PS1 / Integrated planning and operation for up grading distribution networks**

- Novel methods for integrating planning and operation including asset management, control and protection.
- Enabling technologies for increasing penetration of renewables, including energy storage and demand side integration.
- Distribution systems perspective on interaction with TSO, aggregators, further market participants. Contribution of DER to system stability, interconnection, and communication requirements.

**PS2 / Energy infrastructure for urban networks**

- Smart Cities.
- Multi-energy systems including heat, cooling, gas, water, transport.
- Impact of developments in energy technology, IT, big data and further trends on the distribution system.

**PS3 / Microgrids and offgrid hybrid systems**

- Technological challenges.
- Real world installations.
- Business cases and road maps.

**SC D1 - Materials and Emerging Test Techniques****PS1 / Compact Insulation Systems (AC and DC)**

- High field strength phenomena.
- Field grading.
- Ageing and long-term performance.

**PS2 / New materials**

- Nanocomposites.
- Eco-friendly materials.

**PS3 / Non-standardised stresses and emerging test techniques**

- Offshore and subsea application (high pressure, corrosion, etc.).
- Advanced diagnostic techniques.
- Impact of non-standardised stresses on materials.

**SC D2 - Information Systems and Telecommunication****PS1 / New applications to control power systems**

- Smart Grid applications for DSO and TSO.
- Big data, applications and solutions.
- Convergence of SCADA, EMS, DMS and MMS applications.

**PS2 / EPU response to evolving cyber security landscape**

- Protection of digital systems against current and upcoming threats.
- Impact of evolving cyber security regulations.
- Security architecture for power system information infrastructure.

**PS3 / Mobile operational applications, systems and infrastructure**

- Wireless access to EPU field assets, operation and support platforms.
- Service continuity during disaster or blackout situations.
- Use of public versus private infrastructure.



# Radne grupe CIGRE

Prema poslednjim podacima iz februara 2015. godine, u okviru stručnih aktivnosti međunarodne CIGRE radi 247 Radnih grupa (engl. WG - Working Groups; JWG – Joint Working Group). U tabeli su date aktuelne Radnih grupa po Studijskim komitetima, kao i naslovi problema koji se studiraju. Programski zadaci (engl. TOR – Terms of Reference) svih radnih grupa mogu se naći in sajtu CIGRE: <http://www-cigre.org/Technical-activities/Study>. U toku godine, jedne se gase kada objave finalni document (brošuru ili izveštaj), a druge se formiraju nove sa novim zadacima. Pozivamo sve članove CIGRE da ako imaju želju i mogućnost da se uključe u rad neke od Radnih grupa, da se jave Sekretarijatu CIGRE Srbija.

<b>A1 Rotating Electrical Machines</b>	
WG A1.05	Generator economic evaluation of generator refurbishment / replacement
WG A1.24	Literature survey on diagnostics trends for wind generators for reliability improvement
WG A1.25	Survey on hydro generator cleaning
WG A1.29	Guide on new generator-grid interaction requirements
WG A1.30	Usage of magnetic slot wedges in hydro generators
WG A1.31	State of the art of stator Winding supports in slot area and winding overhang of hydro generators
WG A1.32	A survey on small hydro power plants considering technical and strategic aspects: Present status and future outlooks
WG A1.33	Guide for the proper storage and cleanliness of turbo generators and their components
WG A1.34	Testing voltage of doubly-fed asynchronous generator-motor rotor windings for pumped storage system
WG A1.35	Hydroelectric generators behaviour under abnormal operating conditions
WG A1.36	Vibration and stability problems met in new, old and refurbished hydro generators, root causes and consequences
WG A1.37	Turbo generator stator winding support system experience
WG A1.38	Guide for generator on-line over and under excitation operating issues
WG A1.39	Application of dielectric dissipation factor measurements on new stator coils and bars
WG A1.40	Survey on hydro generator instrumentation and monitoring
WG A1.41	Inventory of main maintenance interventions on turbo generators
WG A1.42	Influence of key requirements on the cost of hydro generators
WG A1.43	State of the art of rotor temperature measurement
WG A1.44	Guideline on testing of turbo and hydro generators
WG A1.45	Guide for determining the health index of large electric motors
WG A1.46	Guide on use of premium efficiency IEC (IEC 60034-30) motors & determining benefits of green house gas emission reduction
WG A1.47	Technological feasibility studies for super (IE4) I ultra (IE5) premium efficient motors
WG A1.48	Guidance of the requirements for high speed balancing / Overspeed testing of turbine generator rotors following maintenance or repair
WG A1.49	Magnetic core dimensioning limits in hydro-generators
WG A1.50	Factory quality assurance testing requirements for turbo-generator components
WG A1.51	Monitoring, reliability & availability of wind generators

<b>A2 Transformers</b>	
WG A2.37	Transformer reliability survey
WG A2.38	Transformer thermal modelling
WG A2.40	Copper sulphide long-term mitigation and risk assessment
JWG A2/D1.41	HVDC transformer insulation - oil conductivity
WG A2.42	Guide on transformer transportation
WG A2.43	Bushing reliability
WG A2.44	Transformer intelligent condition monitoring
WG A2.45	Transformer failure investigation and post-mortem analysis
JWG A2/D1.46	Field experience with transformer solid insulating ageing markers
WG A2.48	Technology and utilization of oil insulated high voltage shunt reactors
WG A2.49	Condition assessment of power transformers
WG A2.50	Effect of the distributed energy sources on T&D transformers
JWG A2/D1.51	Improvement to partial discharge measurements for Factory and site acceptance tests of power transformers
JWG A2/C4.52	High-frequency transformer models for non-standard waveforms

<b>A3 High Voltage Equipment</b>	
WG A3.25	MO varistors and surge arresters for emerging system conditions
WG A3.26	Capacitor bank switching and impact on equipment
WG A3.29	Deterioration and ageing of HV substation equipment
WG A3.30	Overstressing of substation equipment
WG A3.31	Non-conventional instrument transformers
JWG A3.32/CIREĐ	Non-intrusive condition monitoring
WG A3.33	Equipment for series and shunt compensation
JWG A3/B4.34	DC switchgears including DC circuit breakers
WG A3.35	Controlled switching
WG A3.36	Multi-physic simulation for temperature rise test
JWG A3/B5/C4.37	Out-of-phase experience

<b>B1 Insulated Cables</b>	
WG B1.11	Upgrading and uprating of existing cable systems
WG B1.28	On-site partial discharge Assessment of HV and EHV cable systems
JWG B1/B3.33	Feasibility of a common, dry type interface for GIS and power cables of 52 kV and above
WG B1.34	Mechanical forces in large cross section cable systems
WG B1.35	Guide for rating calculations of HV cables
WG B1.36	Life cycle assessment and environmental impact of underground cable systems
WG B1.37	Guide for operation of fluid filled cable systems
WG B1.38	After laying tests on AC and DC cable systems with new technologies
WG B1.39	On shore generation cable connections
WG B1.40	Off shore generation cable connections
WG B1.41	Long term performance of soil and backfill of cable systems
WG B1.42	Testing of transition joints between HVDC cables with lapped and extruded insulation up to 500 kV
WG B1.43	Recommendations for mechanical testing of submarine cables
WG B1.44	Work under induced voltages or currents (Technical direction 1)
WG B1.45	Thermal monitoring hardware of cable circuits & man machine interface
WG B1.46	Conductor connectors: mechanical and electrical tests
WG B1.47	Implementation of long AC HV & EHV cable systems
WG B1.48	Trenchless technologies for underground cables
JWG B1/B3.49	Standard design of a common, dry type plug-in interface for gis and power cables up to 145 kV
WG B1.50	Sheath voltage limiters and bonding systems (design, testing, operation and monitoring)
WG B1.51	Fire issues for insulated cables installed in air
WG B1.52	Fault location on land and submarine links (AC & DC)

<b>B2 Overhead Lines</b>	
WG B2.24	Qualification of hv and uhv overhead line supports under static and dynamic loads
WG B2.28	Meteorological data for assessing climatic loads. update of IEC TR 61774
WG B2.38	Evaluation of high surge impedance load solutions for increased natural transmission capacity of overhead lines
WG B2.40	Calculations of the electrical distances between live parts and obstacles for overhead lines
WG B2.42	Guide to operation of conventional conductor systems above 100°C
WG B2.44	Coatings for protecting overhead power network equipment in winter conditions
WG B2.45	Bushfire characteristics and potential impacts on overhead line performance
WG B2.46	Wind induced motion on bundle conductors (excluding ice galloping)
WG B2.47	Remedial actions for aged fittings and repair of conductors
WG B2.48	Experience with the mechanical performance of new conductor types
WG B2.49	Safe design tension for conductors fitted with elastomer cushioned suspension units
WG B2.50	Safe handling of fittings and conductors
WG B2.51	Methods for optimized design of overhead transmission lines
WG B2.52	The use of robotics in assessment and maintenance of overhead lines
WG B2.53	Management guidelines for outsourcing overhead line technical expertise
WG B2.55	Conductors for the uprating of existing overhead lines
WG B2.56	Ground potential rise at overhead AC transmission line structures during faults
WG B2.57	Survey of operational composite insulator experience and application guide for composite insulators
WG B2.58	Vibration modeling of high temperature low sag conductors–self-damping characterization
WG B2.59	Forecasting dynamic line ratings
WG B2.60	Affordable overhead transmission lines for Sub-Saharan countries

<b>B3 Substations</b>	
WG B3.13	Reducing replacement time of HV equipment
WG B3.24	Benefit of PD diagnosis on GIS condition assessment
JWG B3/B1.27	Factors for investment decision of GIL vs. cables for AC transmission
WG B3.31	Air insulated substations design for severe Climate Condition
WG B3.32	Saving through optimized maintenance of Air insulated substations
WG B3.34	Expected impact of future grid concept on substation management
WG B3.35	Substation earthing system design optimisation through the application of quantified risk analysis
WG B3.36	Special Considerations for AC Collector systems and substations associated with HVDC connected Wind power plants
WG B3.37	Internal arc effects in medium voltage switchgear (1-52kV) – mitigation techniques
WG B3.38	Management of risk in substations
WG B3.39	Impact of NCIT applications on HV gas insulated switchgear
WG B3.40	SF6 gas measurement guide
WG B3.41	Mobile substations incorporating HV GIS
WG B3.42	Reliability analysis and design guidelines for LV AC/DC auxiliary systems
WG B3.44	Substation servicing and supervision using mobile devices and smart sensing

<b>B4 HVDC and Power Electronic Systems</b>	
WG B4.51	Study of converter voltage transients imposed on the HVDC converter transformers
WG B4.53	Guidelines for procurement and testing of STATCOMs
WG B4.54	Guidelines for life extension of existing HVDC systems
WG B4.55	HVDC connected wind power plants
WG B4.56	Guidelines for the preparation of “connection agreements” or “grid Codes” for HVDC grids
WG B4.57	Guide for the development of models for HVDC converters in a hvdc grid
WG B4.58	Devices for load flow control and methodologies for direct voltage control in a meshed HVDC grid
JWG B4/B5.59	Control and protection of HVDC grids
WG B4.60	Designing HVDC grids for optimal reliability and availability performance
WG B4.61	General guidelines for HVDC electrode design
WG B4.62	Connection of wind farms to Weak AC networks
WG B4.63	Commissioning of VSC HVDC schemes
WG B4.64	Impact of AC system characteristics on the performance of HVDC schemes
JWG B4/C1.65	Recommended voltages for HVDC grids.
B4.66	Implications for harmonics and filtering of the staggered installation of HVDC converter stations in proximate locations
B4.67	Harmonic aspects of VSC HVDC, and appropriate harmonic limits
B4.68	Revision of Technical Brochure 92 – DC harmonics and filtering
B4.69	Minimizing loss of transmitted power by VSC during overhead line fault
B4.70	Guide for electromagnetic transient studies involving VSC converters
B4.71	Application guide for the insulation coordination of voltage source converter HVDC (VSC HVDC) stations

<b>B5 Protection and Automation</b>	
WG.B5.14	Wide area protection & control technologies
WG.B5.24	Protection requirements on transient response of voltage and current digital acquisition chain
JWG B5/C6.26/CIREĐ	Automation of distribution future networks
WG.B5.39	Documentation requirements from design to operation to maintenance for digital substation automation systems
WG.B5.41	Investigation of possibilities to improve metering systems for billing purposes in substations
WG.B5.42	Experience concerning availability and reliability of DSAS
WG.B5.43	Coordination of protection and automation for future networks



WG.B5.44	Protection schemes for special transformers
WG.B5.45	Acceptance, commissioning and field testing techniques for protection and automation systems
WG.B5.47	Network protection performance audits
WG.B5.48	Protection for developing network with limited fault current capability of generation
WG.B5.49	Protection & automation of shunt capacitors
WG.B5.50	IEC 61850 based substation automation systems - users expectations and stakeholders interactions
WG.B5.51	Requirements and use of remotely accessed information for SAS maintenance and operation
WG.B5.52	Analysis and comparison of fault location systems in substation Automation systems
WG.B5.53	Test strategy for protection, automation and control (PAC) functions in a full digital substation based on IEC 61850 applications
WG.B5.54	Protection and automation issues of islanded systems during system restoration/black start
WG.B5.55	Application of travelling wave technology for protection and automation
WG.B5.56	Optimization of protection automation and control systems

### C1 System Development and Economics

WG C1.12	The impact of transmission codes on the planning of systems
WG C1.15	Review the drivers for transmission investment decisions and the role of technical planning criteria in transmission investment
WG C1.20	Accommodating high load growth and urban development in future plans
WG C1.21	What advanced components and technologies are needed and which are available or under development to meet future network development
WG C1.22	New investment decision processes and regulatory practices required to deal with changing economic drivers
WG C1.23	Transmission investment decision points and trees
WG C1.27	Definition of reliability in light of new developments in various devices and services which offer customers and system operators new levels of flexibility
WG C1.29/CIREC	Planning criteria for transmission network in presence of active distribution systems
WG C1.30	Technical risks and solutions from periodic, large surpluses or deficits of available renewable generation in a particular area
JWG C1/C3.31	Including stakeholders in the investment planning process
WG C1.32	Establishing best practice approaches for developing credible electricity demand and energy forecasts for network planning

### C2 System Operation and Control

WG C2.16	Challenges in the control centre (EMS) due to distributed generation and renewables
WG C2.21	Lessons learnt from recent emergencies and blackout incidents
WG C2.22	Application of resilience engineering to safety management principles in control centers
WG C2.23	System restoration procedure and practices
WG C2.34	Capabilities and requirements of a control centre in the 21 <sup>st</sup> century - Functional and human resources view
WG C2.35	Operations performance, training goals and operator performance measurement

### C3 System Environmental Performance

WG C3.01	EMF and health
JWG C3/C6.05	Environmental impact of dispersed generation
WG C3.08	External costs for power lines
WG C3.09	Corridor management
WG C3.12	Methodologies for greenhouse gas inventory and reporting for T&D utilities
JWG C3/B1/B2.13	Environmental issues of high voltage transmission lines for rural and urban areas
WG C3.14	Impact of environmental liability on transmission and distribution activities
WG C3.15	Best environmental and socio-economic practices for improving public acceptance of high voltage substations

<b>C4 System Technical Performance</b>	
WG C4.23	Guide to procedure for estimating the lightning performance of transmission lines
JWG C4.24/CIREĐ	Power quality and EMC issues associated with Future electricity networks
WG C4.25	Issues related to ELF electromagnetic field exposure and transient contact currents
WG C4.26	Evaluation of lightning shielding analysis methods for EHV and UHV DC and AC transmission-lines
WG C4.27	Benchmarking of power quality performance in transmission systems
WG C4.28	Extrapolation of measured values of power frequency magnetic fields in the vicinity of power links
JWG C4/C6.29	Power quality aspects of solar power
WG C4.30	EMC in Wind generation systems
JWG C4.31/CIREĐ	EMC between communication circuits and power systems
WG C4.32	Understanding of the geomagnetic storm environment for high voltage power grids
WG C4.33	Impact of soil-parameter frequency dependence on the response of grounding electrodes and on the lightning performance of electrical systems
WG C4.34	Application of phasor measurement units for monitoring power system dynamic performance
JWG C4/C6.35/CIREĐ	Modelling and dynamic performance of inverter Based generation in power system Transmission and distribution studies
WG C4.36	Winter lightning - parameters and engineering consequences for wind turbines
WG C4.37	Electromagnetic computation methods for lightning surge studies with emphasis on the FDTD method
JWG C4/B4.38	Network modelling for harmonic studies
WG C4.39	Effectiveness of line surge arrestors for lightning protection of overhead transmission lines
WG C4.40/CIREĐ	Revisions to IEC Technical reports 61000-3-7, 61000-3-13 and 61000-3-14
JWG C4/B5.41	Challenges with series compensation application in power systems when overcompensating lines
JWG C4.42/CIREĐ	Continuous assessment of low-order harmonic emissions from customer installations
WG C4.111	Review of lv and mv compatibility levels for voltage Fluctuation
JWG C4.207/CIREĐ	EMC with communication circuits, low voltage systems and metallic structures in the vicinity of power systems
WG C4.305	Practices in insulation coordination of modern electric power systems Aimed at the reduction of the insulation level
WG C4.410	Lightning striking characteristics to very high structures
WG C4.503	Numerical techniques for the computation of power systems, from steady-state to switching transients
WG C4.603	Analytical techniques and tools for power balancing assessments

<b>C5 Electricity Markets and Regulation</b>	
WG C5.13	Interaction of markets and regulation actions with emerging technologies
WG C5.14	Regulatory incentives for innovation in electricity networks
WG C5.15	Risk management in evolving regulatory Frameworks
WG C5.16	Costs of electric service, cost allocation methods, and residential rate Trends
WG C5.17	Capacity markets: needs, solutions and state of affairs
WG C5.18	Market price signals and regulated frameworks for regional coordination of grid investments
WG C5.19	Regulatory aspects of demand response and demand side management for integration within electricity markets
WG C5.20	Impact of environmental regulations on power markets
WG C5.21	Drivers for major changes in electricity markets

<b>C6 Distribution Systems and Dispersed Generation</b>	
WG C6.20	Integration of electric vehicles in electric power systems
WG C6.21	Smart metering - state of the art, regulation, standards and future requirements
WG C6.22	Microgrids evolution roadmap
WG C6.23	Terminology Working group
JWG C6/B5.25/CIREĐ	Control and Automation systems for electricity distribution networks of the future

WG C6.27	Asset management for distribution networks with high penetration of distributed energy resources
WG C6.28	Hybrid systems for off-grid power supply
WG C6.30	Impact of battery energy storage

## D1 Materials and Emerging Test Techniques

WG D1.23	Diagnostics and accelerated life endurance testing of polymeric materials for HVDC application
WG D1.25	Application guide for PD detection in GIS using UHF or acoustic methods
WG D1.29	Partial discharges in transformers
WG D1.31	Dielectric performance of insulating liquids for transformers
WG D1.34	Condition assessment for oil-impregnated insulation used in AC cables
WG D1.36	Special requirements for dielectric testing of ultra high voltage (UHV) equipment
WG D1.37	Maintenance and evaluation of measuring procedures for conventional and unconventional partial discharge testing
WG D1.38	Emerging test techniques common to high temperature superconducting (HTS) power applications
WG D1.39	Methods for diagnostic/Failure data collection and analysis
WG D1.40	Functional nanomaterials for electric power industry
WG D1.42	Radiation ageing of polymeric insulating materials
WG D1.43	Rotating machine insulation voltage endurance under fast, repetitive voltage transients
WG D1.44	Testing of naturally polluted insulators
WG D1.45	Testing of insulator performance under heavy rain
JWG D1/A2.47	New frontiers of dissolved gas Analysis (DGA) interpretation for power transformers and their Accessories
WG D1.48	Properties of insulating materials under VLF voltages
JWG D1/B1.49	Harmonised test for the measurement of residual inflammable gases in insulating materials by gas chromatography
WG D1.50	Atmospheric and altitude correction factors for air gaps and clean insulators
WG D1.51	Dielectric performance of eco-friendly gas insulated systems
WG D1.52	Moisture measurement in insulating fluids and transformer insulation - An evaluation of solid state sensors and chemical methods
WG D1.53	Ageing of upgraded cellulose and cellulose impregnated in ester liquids and other liquids (revision of Technical brochure No. 323)
WG D1.54	Basic principles and practical methods to measure the AC and DC resistance of conductors of power cables and overhead lines
WG D1.56	Field grading in electrical insulation systems
JWG D1/B3.57	Dielectric Testing of gas-insulated HVDC systems
WG D1.58	Evaluation of dynamic hydrophobicity of polymeric insulating materials under AC and DC voltage stress
WG D1.59	Methods for dielectric characterisation of polymeric insulating materials for outdoor applications
WG D1.60	Traceable measurement techniques for very fast transients
WG D1.61	Optical corona detection and measurement
WG D1.62	Surface degradation of polymeric insulating materials for outdoor applications

## D2 Information Systems and Telecommunication

WG D2.31	Security architecture principles for digital systems in electrical power utilities
WG D2.34	Telecommunication and information systems for assuring business continuity and disaster recovery
WG D2.35	Scalable communication transport solutions over optical networks
WG D2.36	Communication solutions for information exchange in the smart delivery of electrical energy
WG D2.38	A framework for electric power utility (EPU) operators to manage the response to a cyber-initiated threat to their critical infrastructure
JWG D2/B2.39	Design, deployment and maintenance of optical cables associated to overhead HV transmission lines
WG D2.40	Cyber risks and cyber security for the next generation of digital systems in electric power utilities (EPUs)



# Poslednja izdanja tehničkih brošura CIGRE 2014

Sve dole navedene tehničke brošure (*engl.* Technical Brochures) za članove CIGRE su raspoložive na sajtu: [www.e-cigre.org](http://www.e-cigre.org).

## A1 Rotating Electrical Machines

TB 582	Survey on hydrogenerator cleaning
TB 581	Guide: Corona electromagnetic probe tests (TVA)
TB 574	Guide for consideration of duty on windings of generators
TB 573	Guide for minimizing the damage from stator winding ground faults in hydrogenerators
TB 558	Guide for the monitoring, diagnosis and prognosis of large motors
TB 552	Guide of methods for determining the Condition of stator winding insulation and their effectiveness in large motors
TB 551	Feasibility of updating from class F to class H the electrical insulation systems in electrical rotating machines
TB 522	Generator stator winding stress grading coating problem
TB 517	Guide for prevention of overfluxing of generators
TB 503	State of the art and capacity for robotic inspection of turbogenerators
TB 491	Generator end-winding retaining rings - A literature survey and care guideline
TB 480	Guide on stator water chemistry management
TB 470	Life extension of large electric motors in nuclear power plants
TB 469	State of the art in efficiency of hydrogenerators commissioned since 1990
TB 454	Hydrogenerator fire protection update
TB 437	Guide for on-line monitoring of turbogenerators

## A2 Transformers

TB 577	Transient interaction between transformers & power system
TB 537	Guide for fire safety
TB 530	Guide for factory capability assessment
TB 529	Guide for design review
TB 528	Guide for specifications
TB 445	Guide on Transformer maintenance
TB 436	Experience in service with new insulating liquids
TB 407	HVDC Transformers - Guidelines for design review
TB 406	HVDC Transformers - Test, ageing, reliability in service
TB 393	Thermal performances
TB 378	Copper sulphide in Transformer insulation
TB 349	Moisture equilibrium within Transformer insulation
TB 343	Recommendation for condition monitoring & assessment
TB 342	Mechanical condition assessment of Xfo windings

## A3 High Voltage Equipment

TB 570	Switching phenomena for EHV and UHV equipment
TB 544	Metal oxide (mo) surge Arresters - stresses and Test procedures
TB 514	Reliability of high voltage equipment - part 6: GIS practices
TB 513	Reliability of high voltage equipment - part 5: Gas insulated switchgear
TB 512	Reliability of high voltage equipment - part 4: Instrument Transformers
TB 511	Reliability of high voltage equipment - part 3: DS & earthing switches
TB 510	Reliability of high voltage equipment - part 2: SF <sub>6</sub> circuit breakers
TB 509	Reliability of high voltage equipment - part 1: General matters
TB 497	Applications and feasibility of fault current limiters in power systems
TB 456	Background of technical specifications for substation equipment >800 kV
TB 455	Application of composite insulators to high voltage apparatus
TB 408	Line fault phenomena and their implications for 3-phase SLF/LLF clearing
TB 394	State of the art of instrument transformer

TB 368	Operating environment of voltage grading capacitors applied to HV circuit breaker
TB 362	Technical requirements for substation equipment exceeding 800 kV AC
TB 339	Guideline on the impact of FCL devices on protection system
TB 336	Changing network conditions and system requirements – part 2
TB 335	Changing network conditions and system requirements – part 1
TB 319	Failure survey on circuit breaker controls systems
TB 305	Guide for application of IEC 62271-100 & 62271-1- part 1
TB 304	Guide for application of IEC 62271-100 & 62271-1- part 2

## B1 Insulated Cables

TB 560	Guidelines for maintaining the integrity of XLPE cable accessories
TB 559	Impact of EMF on current ratings and cable systems
TB 538	Recommendations for testing of superconductive cables
TB 531	Cable systems electrical characteristics
TB 496	Recommendations for Testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage $\leq 500$ kV
TB 490	Recommendations for testing of long AC submarine cables with extruded insulation for system voltage above 30(36) to 500(550) kV
TB 476	Cable accessory workmanship on extruded high voltage Cables
TB 446	Advanced design of metal laminated coverings: recommendation for tests, guide to use, operational feedback
TB 415	Test procedures for HV transition joints for rated voltages 30kV ( $U_m=36kV$ ) to 500kV ( $U_m=550kV$ )
TB 403	Cable systems in multi-purpose structures
TB 398	Third-party damage to underground and submarine cables
TB 379	Update of service experience of HV underground and submarine cable systems
TB 358	Remaining life management of existing AC underground lines
TB 347	Earth potential rises in specially bonded screen systems
TB 338	Statistics of AC underground cables in power networks
TB 303	Revision of qualification procedures for HV and EHV AC extruded underground cable systems

## B2 Overhead Lines

TB 583	Guide to the conversion of existing AC lines to DC operation
TB 561	Live Work - A management perspective
TB 545	Assessment of in-service composite insulators by using diagnostic tools
TB 516	Geotechnical aspects of overhead transmission line routing - An overview
TB 515	Mechanical security of overhead lines containing cascading failures and mitigating their effects
TB 498	Guide for application of direct real-time monitoring systems
TB 485	Overhead line design guidelines for mitigation of severe wind storm damage
TB 482	State of the art for testing self-damping characteristics of conductors for overhead lines
TB 481	Guide for the assessment of composite insulators in the laboratory after their removal from service
TB 477	Evaluation of aged fittings
TB 471	Working safely while supported on aged overhead conductors
TB 438	systems for prediction and monitoring of ice-shedding, anti-icing and de-icing for overhead power line conductors and ground wires
TB 429	Engineering guidelines relating to fatigue endurance capability of conductor/clamp systems
TB 425	Increasing capacity of overhead transmission lines: Needs and solutions

## B3 Substations

TB 585	Circuit configuration optimisation
TB 576	IT strategies for asset management of substations - general principles
TB 567	SF <sub>6</sub> analysis for AIS, GIS and MTS condition assessment
TB 562	Field Tests for UHV stations
TB 532	Substation uprating and upgrading
TB 499	Residual life concepts applied to HV GIS
TB 486	Integral decision process for substation equipment replacement
TB 483	Guidelines for the design and construction of AC offshore substations for wind power plants
TB 472	Primary / secondary system interface modelling for total asset performance optimization

TB 462	Obtaining value from on-line substation condition monitoring
TB 439	Turnkey substations
TB 430	SF <sub>6</sub> tightness guide
TB 400	Technical requirements for substations exceeding 800kV

#### B4 HVDC and Power Electronic Systems

TB 563	Modelling and simulation studies to be performed during the lifecycle of HVDC systems
TB 554	Performance evaluation and application review of existing TCSCs
TB 553	Special aspects of AC filter design for HVDC systems
TB 533	HVDC grid feasibility study
TB 508	HVDC environmental planning guidelines
TB 492	Voltage source converter (VSC) HVDC for power transmission - economic aspects and comparison with other AC and DC technologies
TB 473	Electric field and ion current environment of HVDC overhead transmission lines
TB 447	Components testing of VSC system for HVDC applications

#### B5 Protection and Automation

TB 431	Modern techniques for protecting busbars in HV networks
TB 427	The impact of implementing cyber security requirements using IEC 61850
TB 424	New trends for automated fault and disturbance analysis
TB 421	The impact of renewable energy sources and distributed generation on substation protection and automation
TB 411	Protection, control and monitoring of series compensated networks
TB 404	Acceptable functional integration in HV substations
TB 401	Functional testing of IEC 61850 based systems
TB 479	International guide on the protection of synchronous generators
TB 465	Modern techniques for protecting and monitoring of transmission lines
TB 463	Modern techniques for protecting, controlling and monitoring power transformers
TB 448	Refurbishment strategies based on life cycle cost and technical constraints
TB 466	Engineering guidelines for IEC 61850 based digital SAS
TB 464	Maintenance strategies for digital substation automation systems
TB 584	Implications and benefits of standardised protection and control schemes
TB 546	Protection, monitoring and control of shunt reactors
TB 540	Applications of IEC 61850 standard to protection schemes
TB 539	Life-time management of relay settings

#### C1 System Development and Economics

TB 579	Green field network, designing future networks ignoring existing constraints
TB 572	Tools for economically optimal transmission development plans
TB 564	Review of transmission planning access requirements
TB 547	Planning issues for newly industrialised and developing countries (Africa)
TB 541	Asset management decision making using different risk assessment methodologies
TB 536	Influence of embedded HVDC transmission on system security and AC network performance
TB 527	Coping with limits for very high penetrations of renewable energy
TB 523	System complexity and dynamic performance

#### C2 System Operation and Control

TB 534	Interaction between principles of transfer capacity calculation and market activity for enhanced system utilization
TB 524	Control centre operator requirements, selection, training and certification
TB 504	Voltage and Var support in system operation



### C3 System Environmental Performance

TB 548	Stakeholder engagement strategies in sustainable development - Electricity industry overview
TB 487	Strategic environmental assessment for power developments
TB 383	Sustainable development performance indicators for transmission system operators
TB 340	Utilities practices toward sustainable development

### C4 System Technical Performance

TB 578	Lightning protection of wind turbine blades
TB 569	Resonance and ferroresonance in power networks
TB 568	Transformer energization in power systems: A study guide
TB 566	Modelling and aggregation of loads in flexible networks
TB 556	Power system technical performance issued related to the application of long HVAC cables
TB 555	Artificial pollution test for polymer insulators: Results of round robin test
TB 550	Lightning protection of low-voltage networks
TB 549	Lightning parameters for engineering applications
TB 543	Guide for numerical electromagnetic analysis methods: Application to surge phenomena and comparison with circuit theory-based approach
TB 542	Insulation coordination for UHV AC systems
TB 536	Influence of embedded HVDC transmission on system security and AC network performance
TB 535	EMC within power plants and substations
TB 518	Outdoor insulation in polluted Conditions: guidelines for selection and dimensioning - part 2: The DC Case

### C5 Electricity Markets and Regulation

TB 580	Generator market power mitigation measures in electricity markets
TB 565	Regulatory incentives for capital investments in electricity
TB 557	Market design for large scale integration of intermittent renewable energy sources

### C6 Distribution Systems and Dispersed Generation

TB 586	Capacity of distribution feeders for hosting distributed energy resources
TB 575	Benchmark systems for network integration of smart and renewable and distributed energy resources

### D1 Materials and Emerging Test Techniques

TB 571	Optimized gas-insulated systems by advanced insulation techniques
TB 526	Oxidation stability of insulating fluids
TB 525	Risk assessment on defects in GIS based on PD diagnostics
TB 520	Material properties of solid HVDC insulation systems
TB 519	Very fast transient overvoltages (VFTO) in gas-insulated substations
TB 506	Gas insulated systems for HVDC: DC stress at DC and AC systems
TB 502	High-voltage on-site testing with partial discharge measurement
TB 501	Basic principles to determine methane content in cross-linked solid extruded insulation of MV and HV cables
TB 494	Furanic compounds for diagnosis
TB 493	Non-destructive water-tree detection in XLPE cable insulation

### D2 Information Systems and Telecommunication

TB 521	Line and system protection using digital circuit and packet communications
TB 507	Communication architectures for IP-based substation applications
TB 495	Communication access to electrical energy consumers and producers

# Rodio se novi časopis “CIGRE Science & Engineering”

First Edition


## Cigre Science & Engineering

Volume N°1, February 2015

### Innovation in the Power Systems industry

*Engineers and specialists worldwide exchange information and state-of-the-art world practices to enhance knowledge related to power systems in CIGRE's latest publication.*

*In this Issue, "Best of" CIGRE 2014 Session Papers*



CIGRE © 21, rue d'Artois, 75008 Paris - ISSN :

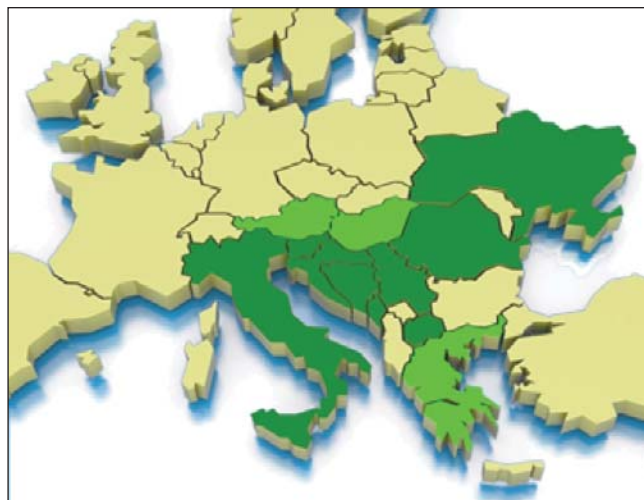
Posle višegodišnjih priprema, početkom 2015. godine se pojavio prvi broj novog časopisa “CIGRE Science & Engineering”. U planu je da ovaj časopis bude jedan od vodećih časopisa u svetu iz oblasti elektroenergetike.

Cilj je da se svaka četiri meseca štampa 10 – 20 radova. U prvom izdanju časopisa CIGRE Science & Engineering, na 134 strane su prezentovani najzapaženiji radovi na održanom 44. Savetovanju CIGRE 2014 u Parizu. Veoma smo počastvovani što je ispred Studijskog komiteta A2 za prvi broj izabran rad **Ageing phenomena of cellulose/oil insulation in natural ester and mineral oil**, autora C. Perrier, M-L. Coulibaly, (Alstom Grid - France), J. Lukić & V. Vasović, (Institute Nikola Tesla - Serbia), u kojem su zastupljeni predstavnici iz Srbije.

Glavni urednik časopisa je dr. Konstantin O. Pappaliou ([konstantin@pappaliou.ch](mailto:konstantin@pappaliou.ch)). Instrukcije za pisanje radova za časopis, bazirane na praksi poznatog američkog časopisa IEEE PES, date su na sajtu CIGRE ([www.cigre.org](http://www.cigre.org)). Prijavljivanje radova za CIGRE Science & Engineering časopis biće preko Nacionalnog komiteta CIGRE Srbija.

*Pripremio:  
mr Gojko Dotlić*

# Aktivnosti regionalne CIGRE - SEERC

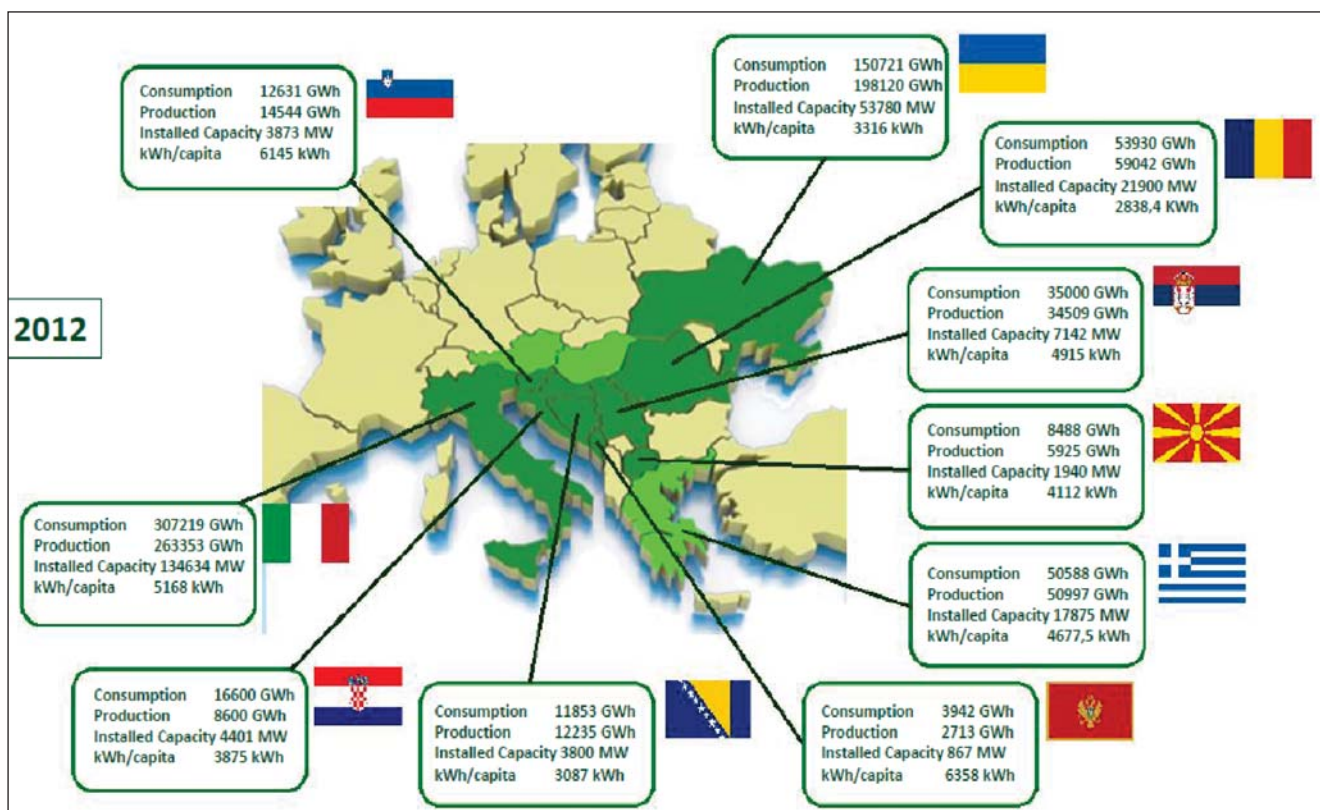


**C**IGRE Srbija je 2013. godine pristupila regionalnoj organizaciji CIGRE (engl. South East European Region of CIGRE –SEERC). Članice SEERC su sledeći Nacionalni komiteti CIGRE: Bosna i Hercegovina (BIH), Grčka (GRC), Hrvatska (HRV), Italija (ITA), Makedonija (MKD), Crna Gora (MNE), Rumunija (ROU), Srbija (SRB), Slovenija (SVN), Turska (TUR) i Ukrajina (UKR), dok su Nacionalni komiteti Austrije (AUT) i Mađarske (HUN) zadržali status posmatrača. Inače, SEERC pred-

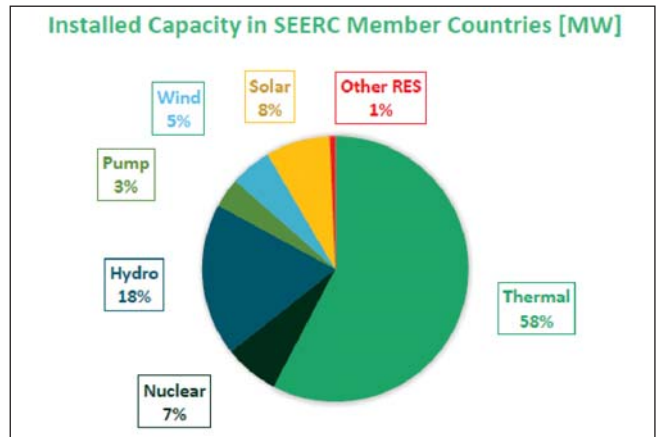
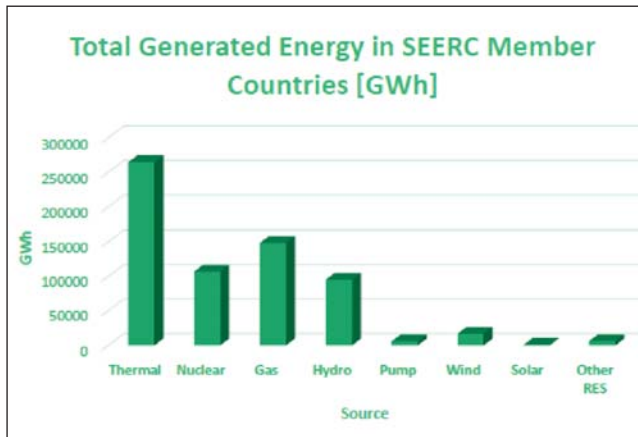
stavlja 21% (1200) članstava međunarodne CIGRE iz Evrope. SEERC je samo jedna od šest regionalnih organizacija CIGRE u Svetu. Takođe već funkcionišu regionalne CIGRE u Južnoj Americi (engl. Ibero American Regional Council of CIGRE – RIAC), u Pacifičkim zemljama (engl. Asia-Oceania Regional Council of CIGRE - AORC), na Srednjem Istoku (engl. Arab States of the Gulf Council of CIGRE – GCC CIGRE), u Nordijskim zemljama i Severnoj Americi.

Za početak, da bi se pozicionirali kao elektroenergetski subjekat, prof. Massimo Pompili (ITA) je predstavio rezultate ankete među članicama regionalne CIGRE (SEERC). U anketu je bilo uključeno 10 zemalja (Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Grčka, Hrvatska, Italija, Makedonija, Rumunija, Slovenija, Srbija i Ukrajina) koje pokrivaju područje od 150 miliona stanovnika. Ukupno instalirani kapaciteti tih 10 zemalja (stanje 2012) je: 58% termo, 18% hidro, 8% solarna, 7% nuklearna, 5% vetro i 1% ostali obnovljivi izvori. Ukupna dužina prenosnih vodova je 140.000 km, a distributivnih oko 1,7 miliona kilometara. Ukupan broj zaposlenih u elektroprivredi navedenih zemalja je 195.000 (2012).

CIGRE Srbija je 6. novembra 2014. bila domaćin na drugom sastanku predstavnika Nacionalnih komiteta čla-







nica SEERC-a koji je održan u Beogradu. Usvojen je konačni tekst Memoranduma o razumevanju (*engl.* Memorandum of Understanding) i dogovoren model upravljanja regionalnom organizacijom CIGRE. Pored predsednika koji se rotira svake dve godine, tu će biti sledeća radna tela:

1. Management Board (MB) of SEERC, gde će biti po jedan predstavnik Nacionalnih komiteta i koji će se sastajati najmanje jedanput godišnje;
2. Ad Hoc Advisory Group (AHAG) of SEERC, gde će se po potrebi birati članovi iz Nacionalnih komiteta radi rešavanja strategijskih pitanja;
3. Advisory Technical Committee (ATC) of SEERC, koji će pripremati preferencijalne teme za regionalno savetovanje CIGRE, kao i Programske zadatke za nove Radne grupe regionalne CIGRE.

Osnovane su i četiri Radne grupe sa sledećim programskim zadacima:

- RWG 01 - Regional aspects on creation of NNA for new standard for overhead lines EN 5034 (sazivač: dr Krešimir Bakić – Slovenija; član iz Srbije: Nebojša Petrović - EMS);

- RWG 02 - Regional perspective of shunt reactor introduction in the transmission system (sazivač: prof. Maks Babuder – Slovenija; član iz Srbije: Duško Tubić - EMS, Saša Minić - INT);
- RWG 03 - Environmental and technical assessment for submarine cables siting issue in Mediterranean area (sazivač: Massimo Pompili – Italija);
- RWG 04 - Technical and economical features of Hydro Pumped storage power plants (HPSPPs) in power systems (sazivač: Yuri Bondarenko – Ukrajina; član iz Srbije: mr Dragan Balkoski - EMS).

U sklopu sastanka u Beogradu, održana je Radionica na temu "Maintenance and recovery of HV electricity transport systems and aerospace assistance" gde su prezentovana dostignuća u pojedinim zemljama u primeni i razvoju tzv. dinamičkog terećenja dalekovoda (*engl.* Dynamic Line Rating Technology).

Sve informacije vezane za aktivnosti Regionalne CIGRE SEERC mogu se naći na sajtu [www.cigre-seerc.org](http://www.cigre-seerc.org).

Pripremio: mr Gojko Dotlić

Prvo SEERC savetovanje održaće se u aprilu 2016 u Portorožu (SVN). Dogovoreno je da se buduća regionalna savetovanja održavaju posle jedne do 4 godine, zavisno od potrebe i mogućnosti Nacionalnog komiteta koji preuzima vođenje i organizaciju Regionalne CIGRE (SEERC).





# SKUPOVI CIGRE/CIRED

(maj – decembar 2015)

1.	4. savetovanje CIGRE Crna Gora 11. – 14. maj 2015. Igalo - Herceg Novi, Crna Gora Organizator: NC CIGRE Crna Gora	11.	CIGRE SC B4 Meeting and International Tutorials & Colloquium on HVDC and Power Electronics 21. – 26. September 2015. Agra, India Organisation: CIGRE India
2.	32. savetovanje CIGRE Srbija 17. – 21 maj 2015. Zlatibor, Srbija Organizator: NC CIGRE Srbija	12.	10 <sup>th</sup> Deregulated Electricity Market Issues in South-Eastern Europe (DEMSEE 2015) 24. – 25. September 2015. Budapest, Hungary Organisation: CIGRE (promotional Sponsor)
3.	12. savetovanje elektroenergetičara Slovenije 25. - 27. maj 2015. Portorož, Slovenija Organizator: NC CIGRE Slovenija	13.	9. savetovanje MAKO CIGRE 27. – 29. septembar 2015. Ohrid, Makedonija Organizator: NC CIGRE Makedonija
4.	Symposium "Across Borders - HVDC Systems and Markets Integration" 27. – 28. May 2015. Lund, Sweden Organisation: CIGRE Technical Committee with CIGRE NC of Sweden	14.	12. savetovanje BH K CIGRE 04. – 08. oktobar 2015. Neum, Bosna i Hercegovina Organizator: NC CIGRE BiH
5.	5 <sup>th</sup> International Scientific and Technical Conference 01. – 05. June 2015. Sochi, Russian Federation Organisation: CIGRE NC of Russia	15.	3 <sup>rd</sup> International Conference on Condition Monitoring, Diagnosis and Maintenance 2015 (CMDM 2015) 05. – 08. October 2015. Bucharest, Romania Organisation: CIGRE NC of Romania
6.	23 <sup>rd</sup> International Electricity Conference & Exhibition on Electricity Distribution 15. -18. June 2015. Lyon, France Organisation: CIRED with CIRED NC of France	16.	SCA1 Meeting and Colloquium in Madrid 06. - 11. October 2015. Madrid, Spain Organisation: CIGRE NC of Spain
7.	International Workshop "Innovative Electrical Networks for a Sustainable Development in Low Carbon Scenarios" 26. – 28. August 2015. Stresa - Maggiore Lake, Italy Organisation: CIGRE Italy - Milan EXPO 2015	17.	International Symposium "Development of Electricity Infrastructures in Sub-Saharan Africa" 26. – 30. October 2015. Cape Town, South Africa Organisation: CIGRE NC of South Africa in cooperation with CIGRE Technical committee as well as IEC Technical Committees 8/SC8A, 82 115, 120, and 122 And AFSEC Technical Committees 8, 82
8.	2015 EPRI HVDC & FACTS Conference 20. – 21 August 2015. Palo Alto, CA – United States of America Organisation : EPRI	18.	2015 Nagoya colloquium 28. September – 02. October, 2015. Nagoya, Japan Organisation: CIGRE NC of Japan
9.	2015 CIGRE Canada Conference 31. August – 02. September 2015. Winnipeg – Manitoba, Canada Organisation: CIGRE Canada	19.	12. savjetovanje HRO CIGRE 08. – 11. novembar 2015. Šibenik, Hrvatska Organizator: NC CIGRE Hrvatska
10.	2015 International High Voltage Direct Current Conference (HVDC 2015) 18. – 22. September 2015. Seoul, Korea Organisation: KOEMA	20.	<b>MATPOST 2015</b> 5th European Conference on Substation Equipments, Lyon (France), 24-25 November 2015 <a href="http://matpost2015.org">http://matpost2015.org</a>

# LETAK ZA STUDENTE ELEKTROTEHNIČKIH FAKULTETA I VIŠIH ŠKOLA

**Пријава за индивидуалне članove - студенте**

Презиме: \_\_\_\_\_

Име: \_\_\_\_\_

Датум рођења: \_\_\_\_\_

Одсек: \_\_\_\_\_

Факултет: \_\_\_\_\_

Адреса: \_\_\_\_\_

Град: \_\_\_\_\_

Држава: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

**НАПОМЕНА:**

Уз Пријаву се подноси и Потврда факултета којом се потврђује да је именовани студент на наведеном факултету, која је година студија, за навођење звања које ће студент добити по завршетку студија. Потврда се издаје само за потребе учлањивања у CIGRE.

Евиденцију и учлањивање у међународну организацију CIGRE под посебно повољним условима спроводи Српски национални комитет

**Шта добијају студенти чланови CIGRE Србија?**

- Слободан приступ часопису „ELECTRA“ (Electra on-line) преко сајта [www.dgre.org](http://www.dgre.org), као и часопису **CIGRE Србија** и **CIREД Србија „CIGRED“** (у припреми) преко сајта [www.dgresrbija.rs](http://www.dgresrbija.rs)
- Добијање CIGRE обавештења.
- Слободно преузимање техничких брошура и реферата са CIGRE скупова преко сајта [www.e-digre.org](http://www.e-digre.org), односно [www.dgresrbija.rs](http://www.dgresrbija.rs)
- Статус члана за CIGRE скупове, као што су саветовања, симпозијуми, колоквијуми и радионице.

**НАПОМЕНА:** Приступ на [www.e-digre.org](http://www.e-digre.org) (Publications download) је слободан са бројем чланске карте, док се читање Electra on-line на сајту [www.digre.org](http://www.digre.org) поред броја чланске карте захтева и e-mail адреса у "My Account" (Homepage).

**ПОЗИВ**

**СТУДЕНТИ, постаните члан CIGRE и бићете информисани о догађајима и најновијим техничким достигнућима из области електроенергетике, остварите слободан приступ најновијој техничкој документацији и омогућите себи лакши избор тема за дипломске и магистарске радове. Видећете, као једном постане члан CIGRE, остаје везан за њу целог свог радног века.**

**Наша адреса**  
CIGRE Србија, 11000 Београд, Војводе Степе 412  
Тел/Факс: +381 (0)11 3971 056  
E-mail: [office@digresrbija.rs](mailto:office@digresrbija.rs)  
Web site: [www.dgresrbija.rs](http://www.dgresrbija.rs)

**СТУДЕНТИ,  
да се упознамо .....  
МИ СМО  
удружење**



CIGRE Србија је почетком 2015. године објавила и distribuirala свим електротехничким факултетима и вишим школама у Србији и Republici Српској летак, којим се позивају студенти тих образовних институција да се бесплатно учлане у међународну организацију CIGRE.

Letak, između ostalog, sadrži osnovne podatke o udruženju CIGRE Србија, načinu rada удружења, како се postaje члан CIGRE Србија, opisane су relacije CIGRE Србија и међународне, odnosno regionalne CIGRE, itd.

Ideja је да се motivišu студенти електротехнике (posebno електроенергетског смера) да се učlane у ову prestižnu међународну организацију и на taj начин сеbi omoguće бесплатан pristup стручној документацији коју objavljuje CIGRE (brošure, radovi, uzveštaji). I ne samo to, student dobijaju pravo učešća на svim skupovima CIGRE po povoljnijim uslovima kao članovi te asocijacije.

Nadamo се да će letak doprineti omasovljavanju чланства CIGRE Србија, kao i većem odzivu mladih stručnjaka да се укључе у rad Студијских комитета. Ubedeni смо да će naći i lični interes, jer će im biti dostupna stručna literature за mnoga pitanja bilo да се radi о pripremi ispita ili о izradi diplomskih и магистарских radova.

*Pripremio:  
mr Gojko Dotlić*

**Шта је CIGRE Србија?**

Српски национални комитет CIGRE (српачки: CIGRE Србија) је један од 58 националних комитета Међународног савета за велике електричне мреже CIGRE (фран. Conseil International des Grands Reseaux Electriques) који је основан 1921. године и чије је седиште у Паризу.

Национални комитет CIGRE на простору бивше државе Југославије почео је са радом 1951. године као Југословенски комитет ЈУКО CIGRE и непрекидно је деловао до 2007. године прилагођавајући се политичким променама у региону које су се догодиле 90-их година прошлог века. CIGRE Србија је основана 2007. године и првобитно је слободан Југословенског комитета ЈУКО CIGRE.

**Делатност**

CIGRE Србија је професионално, непрофитно удружење које се на домаћем и међународном плану бави стручним и научним проблемима из области провађања, преноса и дистрибуције електричне енергије, производње електричне енергије и проблематиком планирања, изградње и експлоатације електроенергетских система и мрежа.

**Како ради CIGRE Србија?**

Ради остваривања својих циљева, CIGRE Србија обезбеђује размену техничких информација и искустава и даје иницијативу за проучавање проблематике из своје делатности у током смислу, а у складу са Статутом удружења, организује саветовања сваке непарне године (на којима присуствује око хиљаду стручњака из земље и иностранства), као и симпозијуме, колоквијуме и стручне консултације радионице у парним годинама.

Стручни рад CIGRE Србија се одвија у 16 студијских комитета, који се баве ужим стручним областима. Улога ових комитета је да подстичу и координирају рад и дистрибуира технички материјалима у својој од тог области. Студијски комитети имају главну улогу у организовању скупова, у избору преференцијалних тема, организовању и вођењу дискусија на скуповима. Студијски комитети могу да организују радне путне од задатком да обраде специјалне задатке у уже специјализованим областима.

**Како се постаје члан CIGRE Србија?**

Што се тиче Вас студената и факултета на којима студирате, CIGRE Србија Вам нуди две врсте чланства. Можете да budete:

**Индивидуални чланови студенти**, за све студенте који студирају области из домена рада CIGRE Србија. Не плаћа се никаква чланарина док се Секретаријату CIGRE Србија доставите Пријаву. Нема услова да је факултет на коме студирате колективни члан CIGRE Србија. Нема ограничења у трајању чланства док имате статус студента. Можете да се учланите или иступите из чланства у било које време.

**Колективни чланови**, као факултет који се бави објектом студената и научно-истраживачком радом на домену рада CIGRE Србија. Плаћа се чланарина која за 2015. годину износи 40.000 динара. Као колективни чланови, факултети имају право да именују своја три представника који представљају тог члана у CIGRE Србија, било да се ради о учествовању у раду Скупштине CIGRE Србија, било да се ради о приступу техничкој документацији CIGRE Србија.

**Какви су односи CIGRE Србија са матичним удружењем CIGRE?**

Као што је речено, међународна организација CIGRE окупује 58 националних комитета широм Света. Према подацима из 2014. године, укупан број чланова међународне CIGRE је 8.852 чланова, од чега је 7.729 индивидуалних чланова и 1.123 колективних чланова. Међу колективним члановима је 137 факултета и других образовних институција. Остале информације о CIGRE су доступне на сајту [www.dgre.org](http://www.dgre.org).

У оквиру међународне CIGRE ради око 230 радних група WG (енгл. Working Groups) састављених од омишлених стручњака, научника и професора из целог Света, који учествују у стручним активностима CIGRE. Може се рећи да се највећи стручни допринос CIGRE у светским размерама ствара кроз издавање часописа „ELECTRA“ (магацин) и „ELECTRA Scientific“ (научни часопис), техничких брошура и књига (Green Books), као и кроз организовање низа међународних саветовања, симпозијума, колоквијума и радионица.

Сви национални комитети морају да раде по правилима и процедурама CIGRE. Сагласно томе, учешће чланова CIGRE из Србије у свим активностима међународне организације CIGRE обезбеђује се преко Српског националног комитета CIGRE (CIGRE Србија).

Иначе, међународна организација CIGRE одржава контакте и тесно сарађује са другим сличним асоцијацијама, као што су: IEC (International Electrotechnical Commission), CIREД (International Conference on Electricity Distribution), IEEE/PES (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Power & Energy Society), ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity), итд.

**Веб CIGRE Србија са националним комитетима CIGRE у региону**

Поред међународне организације CIGRE, CIGRE Србија је члан регионалне CIGRE SEERC (енгл. South East European Region of CIGRE). Као што сам назив говори, SEERC се бави развојним пројектима и проблематиком на регионалном нивоу, а објекти рада су исти као код међународне CIGRE и националних комитета CIGRE: издавање брошура, организација скупова, и др. Остале информације о CIGRE SEERC су доступне на сајту [www.dgre-seerc.org](http://www.dgre-seerc.org).



CIGRE Србија, 11000 Београд, Војводе Степе 412  
Тел/Факс: +381 (0)11 3971 056  
E-mail: [office@digresrbija.rs](mailto:office@digresrbija.rs)  
Web site: [www.dgresrbija.rs](http://www.dgresrbija.rs)





## Pametnije rešenje za postrojenja eVD4 - The Smart eVolution



ABB-ov eVD4 prekidač je svestrani „plug and play“ uređaj za zaštitu srednjenaponskih elektroenergetskih postrojenja sa integrisanom zaštitno-upravljačkom jedinicom RBX615, kao i strujnim i naponskim mernim sensorima. Daleko jednostavnije kabliranje, ispitivanje, konfiguracija i održavanje postrojenja u odnosu na konvencionalna postrojenja sa prekidačima. Funkcionalnost RBX615 jedinice omogućava GOOSE komunikaciju između polja rasklopnog postrojenja, kao i komunikaciju prema nadzorno-upravljačkom sistemu uz istovremenu osnovnu zaštitu vodova i motora. Uz garanciju maksimalnog kontinuiranog rada i dostupnosti u svakom trenutku, eVD4 je idealno rešenje za sva srednjenaponska postrojenja.

[www.abb.com/mediumvoltage](http://www.abb.com/mediumvoltage)

### ABB d.o.o.

Kumodraška 235

11000 Beograd, Srbija

Tel: +381 11 3093 300

Fax: +381 11 3094 343

[www.abb.rs](http://www.abb.rs)

Power and productivity  
for a better world™



Srbija, Vrnjačka Banja, Hotel Zvezda  
22 - 26. septembar 2014.

Nacionalni komitet CIRED Srbija u saradnji sa nacionalnim komitetima CIRED Crne Gore i CIRED Rumunije i drugim komitetima, kompanijama i stručnjacima iz ostalih zemalja regiona organizovao je

## IX SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE

sa regionalnim učešćem



Savetovanje je kao i do sada bilo veoma dobro posećeno. Prema izvedenim podacima na skupu je prisustvovalo 690 registrovanih učesnika, kako autora referata i predstavnika firmi koje su učestvovala u komercijalnoj izložbi, tako i onih zainteresovanih za izlaganja autora ili posetu izložbi. Broj komercijalnih učesnika ove godine dostigao je rekordni broj od čak 59 firmi. Takođe, sa 114 učesnika iz inostranstva, Savetovanje je još jednom potvrdilo svoj regionalni karakter. Najviše inostranih učesnika došlo je kao i uvek iz Bosne i Hercegovine - 62, Hrvatske - 9, Crne Gore, Češke i Slovenije - 7, Austrije 5, Nemačke i Slovačke - 4, i mnogo drugih poput Rumunije, Francuske, Velike Britanije, Italije, Danske, Australije i Japana.

Ove godine Savetovanje je unelo određene izmene kako u programskom sadržaju skupa tako i u prostornoj organizaciji izložbe, kako bi omogućio većem broju firmi da na istoj učestvuje.

Što se tiče programskih izmena, ove godine je uveden Forum Smart Grid, koji ?? održan prvog radnog dana Savetovanja, 23.09.2014, i u okviru koga je prezentovano 7 radova autora iz zemlje i inostranstva. Tematiku Smart Grid i ove godine podržala je kompanija Kamstrup.

Istog, prvog radnog dana održana je i skupština CIRED SRBIJA.

U okviru FORUM SMART GRID prezentovano je 6 radova od ukupno 9, koji su uvršćeni u program Savetovanja.

CIRED Savetovanje je već drugi put imalo čast da ugosti godpodina **Herberta Haidvogla**, sada prethodnog predsednika međunarodnog CIRED-a i predsednika CIRED Austrija. U kratkom obraćanju gospodin Haidvogel pozdravio je rad Nacionalnog komiteta CIRED Srbija.





U okviru STK-1 prezentovano je 16 radova od ukupno 22, koji su uvršćeni u program Savetovanja. Najzapaženiji rad je R1.14 UPOTREBA RADNIH TABELA (SPREADSHEETS) ZA PRORAČUN POUZDANOSTI TRANSFORMATORSKIH STANICA / THE USE OF SPREADSHEETS TO CALCULATE THE RELIABILITY OF SUBSTATIONS; D. PERIĆ, JP EMS Beograd, M. TANASKOVIĆ, PD Elektrodistribucija Beograd, N. PETROVIĆ, JP EMS Beograd, Srbija.

Sesija STK 2 je održana u četvrtak 25.09.2014. u vremenu od 11.30 do 15.10. Odabran je najzapaženiji rad: R-2.03 ANALIZA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE I MEĐUSOBNOG UTICAJA PRENOSNOG I DISTRIBUTIVNOG SISTEMA U TAČKI PRIMOPREDAJE ELEKTRIČNE ENERGIJE / POWER QUALITY ANALYSIS AND INTERACTION BETWEEN THE TRANSMISSION AND THE DISTRIBUTION SYSTEM AT THE RECEPTION-DELIVERY POINT OF ELECTRICITY; N. ZLATKOVIĆ, Ž. MARKOVIĆ, N. MRAKOVIĆ, JP EPS – Direkcija za distribuciju električne energije, Beograd, Srbija

Radom komisije STK-3 su rukovodili predsednik Žarko Mićin i stručni izvestioci Đorđe Glišić i Dragan Cvetinov. Nakon razmatranja 18 radova izabran je najzapaženiji rad: R-3.04 ISKUSTVA TOKOM REVIZIJA TERETNIH REGULACIONIH PREKLOPKI ENERGETSKIH TRANSFORMATORA 110/x kV NA MESTU NJIHOVE UGRADNJE U DISTRIBUTIVNIM POSTROJENJIMA; J. PONOČKO, J. LAZIĆ, Đ. JOVANOVIĆ, B. PEJOVIĆ, D. ILIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Srbija, P. RADOSAVLJEVIĆ, L.J. NOVAKOVIĆ, Edex, Srbija

U okviru STK-4 prezentovano je 16 radova i informacija, od ukupno 18 prihvaćenih za ovogodišnje Savetovanje. Najzapaženiji rad / the most prominent paper is: R-4.03 IMPLEMENTACIJA HIBRIDNOG SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA SREDNENAPONSKIM DALEKOVODIMA NA TERITORIJI ED „ELEKTROMORAVA“ POŽAREVAC / IMPLEMENTATION OF HYBRID SYSTEM OF REMOTE CONTROL ON MEDIUM VOLTAGE LINES ON THE

TERRITORY OF ED „ELEKTROMORAVA“ POŽAREVAC; D. VIČIĆ, V. TRIFUNOVIĆ, N. ŠLJUKIĆ, PD „Centar“ d.o.o. Kragujevac, ED „Elektromorava“ Požarevac, Srbija, N. POPOVIĆ, „InfoProjekt“ d.o.o, Valjevo, Srbija

Najzapaženiji rad iz STK 5 na IX savetovanju CIRED Srbija 2014 je: R-5.10 STRATEGIJE REGULACIJE NAPONA I FAKTORA SNAGE ZA SINHRONE GENERATORE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA / VOLTAGE AND POWER FACTOR CONTROL STRATEGIES FOR SYNCHRONOUS GENERATORS IN DISTRIBUTION NETWORKS; S. ĐUKIĆ, O. ČOLIĆ, Elektrovovodina Novi Sad, Srbija



U stručnoj komisiji 6, od ukupno 18 radova, predstavljeno je njih 13. Najzapaženiji rad: R-6.09 NEISPORUČENA ELEKTRIČNA ENERGIJA KAO POKAZATELJ EFEKATA AUTOMATIZACIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI PD EDB / UNDELIVERED ELECTRICITY AS AN INDICATOR OF THE EFFECTS OF NETWORK AUTOMATION IN EDB – “ELECTRIC UTILITY OF BELGRADE”; N. VRCELJ, Elektrotehnički Institut “Nikola Tesla”, Beograd, D. VUKOTIĆ, PD “Elektrodistribucija Beograd” d.o.o. Beograd, D. KECMAN, Elektrotehnički Institut “Nikola Tesla”, Beograd, Srbija



Tokom savetovanja održane su brojne poslovne prezentacije. Učesnici konferencije imali su prilike da čuju o poslovanju kompanija u prethodnom periodu i proizvodima i uslugama koje nude. Tokom Savetovanja, organizovana je i izložba opreme, usluga i novih tehnologija iz oblasti elektrodistribucije na kojoj su učestvovalе mnoge strane i domaće kompanije

# ANALIZA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE I MEĐUSOBNOG UTICAJA PRENOSNOG I DISTRIBUTIVNOG SISTEMA U TAČKI PRIMOPREDAJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

**N. ZLATKOVIĆ, JP EPS, DIREKCIJA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE, SRBIJA**  
**Ž. MARKOVIĆ, JP EPS, DIREKCIJA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE, SRBIJA**  
**N. MRAKOVIĆ, JP EPS, DIREKCIJA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE, SRBIJA**

Deregulacijom tržišta električne energije pojam kvalitet električne energije dobija sve više na značaju, jer se električna energija posmatra kao roba sa svojim kvalitetom i cenom. To su prepoznali nacionalni regulatori, pa praćenje kvaliteta električne energije uvode kao obavezu. S obzirom da kvalitet napona utiče na kvalitet struje i obrnuto, parametri kvaliteta napona i struje se obično posmatraju integralno i definišu kvalitet električne energije. Uslovi na tržištu diktiraju da se jasno definiše odgovornost kako za narušavanje kvaliteta električne energije tako i za održavanje nivoa kvaliteta električne energije u određenim granicama. Održavanje propisanog nivoa kvaliteta napona u svakoj tački prenosne i distributivne mreže obaveza je operatora prenosnog sistema (OPS) i operatora distributivnog sistema (ODS). Navedena obaveza sprovodi se ograničavanjem negativnog povratnog uticaja opreme svih korisnika na mrežu. Kvalitet napona u pojedinim tačkama mreže zavisi od ukupnog međusobnog delovanja proizvodnih jedinica, prenosnih i distributivnih elemenata mreže te potrošača, koji su spojeni na elektroenergetsku mrežu, a opisana je harmonizacijom normi, Pravilima o radu prenosnog sistema i Pravilima o radu distributivnog sistema.

Poslednjih godina OPS je započeo ograničavanje negativnog uticaja na kvalitet električne energije objekata priključenih na prenosni sistem kroz ugovore o povezivanju tih objekata na prenosni sistem. Ovakvim ugovorima, ODS-ovi su uslovljeni da poštuju uslove o dozvoljenim granicama, u kojima se mogu naći parametri kvaliteta električne energije. Ugovorom definisane dozvoljene granice, u kojima se mogu nalaziti parametri kvaliteta električne energije, OPS je preuzeo iz Pravila o radu prenosnog sistema.

Na osnovu ukazane potrebe za permanentnim praćenjem kvaliteta električne energije, kako u pogledu obaveza korisnika distributivnog sistema prema ODS, tako i u pogledu obaveza ODS prema OPS, u JP EPS se započelo sa nizom aktivnosti, usmerenih ka uspostavljanju sistema za praćenje kvaliteta električne energije. S toga je i ovaj rad nastao kao rezultat pilot merenja, koja su se koristila tokom istraživanja. Operatori sistema u zemljama u okruženju već učestvuju u projektima, koji podrazumevaju monitoring kvaliteta električne energije [1].

Cilj ovog rada je da prikaže rezultate merenja kvaliteta električne energije na mestu primopredaje električne energije na 110 kV, i da na osnovu rezultata merenja utvrdi kvalitet električne energije u prenosnoj mreži. Mereni rezultati su upoređeni sa zahtevima iz Pravila o radu prenosnog sistema i standarda SRPS EN 50160. Objekat na kojem je vršeno merenje je trafostanica (TS) 110/35/20/10 kV Arandjelovac. Ova trafostanica napaja konzum grada Arandjelovca. U njoj se nalaze dva transformatora, TR1 110/20 kV snage 31,5 MVA i TR2 110/35 kV snage 31,5 MVA. Ukupna odobrena snaga objekta je 36,496 MW. Transformator TR1 napaja kombinovano i domaćinstva u gradu i industriju, dok TR2 napaja pretežno industrijske kupce i vangradska naselja.

## MESTA MERENJA I METODA MERENJA

Kako bi se izvršila što bolja analiza kvaliteta električne energije, vršena su merenja sledećih parametara:

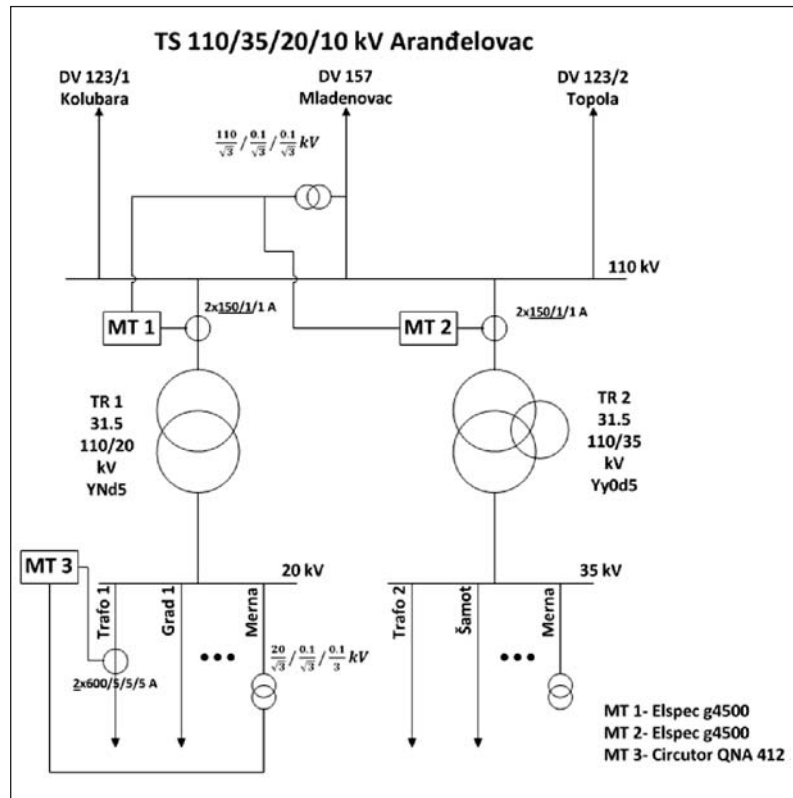
- Efektivne vrednosti linijskih napona,
- Efektivne vrednosti faznih struja,
- Faktor totalnog izobličenja napona i struja ( $THD_U$ ,  $THD_I$ ),
- Nesimetrija napona,
- Jačina flikera ( $P_{st}$ ,  $P_{lt}$ ),
- Frekvencija,
- Vrednosti harmonika napona i struja,
- Aktivna, prividna i reaktivna snaga,
- Faktor snage,
- Naponski događaji (propadi napona, prenaponi...).

Trend u svetu je da se izvrši optimizacija sistema za merenje kvaliteta električne energije, tj. da se utvrdi optimalan broj mernih tačaka kako bi se izvršila kvalitetna analiza [2].

Merenja su vršena u tri tačke (slika 1): dve u prenosnoj elektroenergetskoj mreži i jedna u distributivnoj elektroenergetskoj mreži. Merne tačke su:

- MT1 - naponski priključci vezani na naponski merni transformator u dalekovodnom polju Mladenovac 110 kV, a strujni na strujne merne transformatore u trafo polju Trafo 1,
- MT2 - naponski priključci vezani na naponski merni transformator u dalekovodnom polju Mladenovac 110 kV, a strujni na strujne merne transformatore u trafo polju Trafo 2,
- MT3 – naponski priključci vezani na naponski merni transformator u mernom polju 20 kV, a strujni na strujne merne transformatore u trafo polju Trafo 1 (na 20 kV strani).

Za merenje ovih parametara korišćeni su najsavremeniji mrežni analizatori klase A prema standardu IEC 61000-4-30. Merenje u tački MT2 vršeno od 03.01.2014. godine do 08.02.2014. godine, dok su merenja u tačkama MT1 i MT3 vršena istovremeno u periodu od 22.02.2014. godine do 08.03.2014. godine.



Slika 1- Prikaz mernih mesta u TS 110/35/20/10 kV Arandelovac

## VAŽEĆI PROPISI KOJI REGULIŠU GRANICE PARAMETARA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI

U Republici Srbiji, dozvoljene granice u kojima se mogu naći parametri koji definišu kvalitet električne energije u prenosnoj mreži propisane su Pravilima o radu prenosnog sistema. OPS se upravo pozvao na pojedine članove ovog dokumenta prilikom pravljenja ugovora o povezivanju objekata sa prenosnim sistemom. Parametri koji se odnose na kvalitet isporučene električne energije koji su propisani ovim dokumentom su:

- Efektivna vrednost napona,
- Frekvencija,
- Nesimetrija,
- Viši harmonici,
- Flikeri.

Granice u kojima se mogu naći efektivna vrednost napona i frekvencija definisane su normom SRPS EN 50160. Vrednosti napona i frekvencije su takođe bitne jer određuju za koje vrednosti objekat mora trajno ostati u pogonu povezan sa prenosnom mrežom. Da bi objekat ostao trajno priključen na prenosnu mrežu 110 kV, efektivna vrednost napona u mestu priključenja mora biti u granicama od 99 kV do 121 kV, frekvencije od 49,5 Hz do

50,5 Hz. Uticaj objekta na kvalitet naponskog talasa u prenosnoj mreži, opisan je preko: strujne nesimetrije koju izaziva objekat, struje viših harmonika koje izaziva objekat u mestu priključenja i flikera koji se preko objekta emituju u prenosni sistem [3,4].

Jedan od najčešće upotrebljivanih standarda koji se bavi kvalitetom električne energije je standard EN 50160, kod nas SRPS EN 50160 [5]. Ovaj standard, sa malim izmenama je relativno dugo u upotrebi, a svoju dugotrajnost može

da zahvali činjenici, da predstavlja kompromis između interesa isporučilaca i korisnika električne energije. Prvi insistiraju na što širim granicama i tolerancijama parametara mrežnog napona, a drugi insistiraju na što užim. Upravo ta delikatna teza je i uzrok stabilnosti ove norme [6]. Standard definiše i opisuje karakteristike naizmjeničnog napona na mestima priključenja korisnika na mrežu napajanja u javnim niskonaponskim, sredjenaponskim i visokonaponskim naizmjeničnim, električnim mrežama u normalnim uslovima rada. Ovim standardom utvrđuju se granice ili vrednosti u okviru kojih se očekuje ostvarenje utvrđenih karakteristika napona na bilo kom mestu priključenja korisnika u javnim evropskim električnim mrežama. Opisane su karakteristike napona napajanja u pogledu na:

- Efektivnu vrednost,
- Frekvenciju,
- Talasni oblik,
- Simetriju.

Razlika najnovije verzije ovog standarda u odnosu na prethodne je što su dodate karakteristike napona u visokonaponskim mrežama.

## MERENJA

Uređaji, kojima je vršena analiza rade u skladu sa standardom IEC 61000-4-30. Ovim standardom je definisano da se mereni parametri uzimaju na svakih 200 ms, što predstavlja osnovni interval merenja [7]. Za potrebe ove analize, vršena su usrednjavanja merenih parametara u skladu sa zahtevima iz standarda SRPS EN 50160. Usrednjavanjem na 10 s je obuhvaćeno 50 osnovnih intervala na 200 ms, a usrednjavanjem na 10 minuta je obuhvaćeno 3000 osnovnih intervala na 200 ms. U tabeli 1, prikazani su zahtevi opisani u Pravilima o radu prenosnog sistema kao i izmerene vrednosti u mernim tačkama MT1 i MT2. Kod parametara: efektivna vrednost napona, nesimetrija struje, fliker  $P_{st}$ , faktor totalnog izobličenja napona  $THD_U$ , merene vrednosti su usrednjavane na 10 minuta, dok je za frekvenciju usrednjavanje vršeno na 10 sekundi i fliker  $P_{It}$  na 2 časa. Vrednosti prikazane u zagradama predstavljaju granice u kojima se nalaze izmerene vrednosti u određenim procentima mernog intervala. Merni interval u mernoj tački MT1 trajao je od 22.02.2014. 12:00h do 08.03.2014. 12:00h, dok je u mernoj tački MT2 trajao od 03.01.2014. 10:00h do 08.02.2014. 10:00h. Kao što se može videti, intervali merenja su trajali duže od standardom predviđenih najčešće 7 dana, da bi se dobila što bolja slika o kvalitetu električne energije na mestu priključenja ovog objekta.

**Tabela 1 - Prikaz zahteva iz pravila o radu prenosnog sistema, kao i izmerenih vrednosti u MT1 i MT2**

Parametar	Dozvoljene granice	Izmerene srednje vrednosti za MT1 (vrednosti u 95% vremena za sve parametre osim frekvencije/99,5% vremena za frekvenciju)			Zahtev ispunjen	Izmerene srednje vrednosti za MT2 (vrednosti u 95% vremena za sve parametre osim frekvencije/99,5% vremena za frekvenciju)			Zahtev ispunjen
		L <sub>12</sub>	L <sub>31</sub>	L <sub>23</sub>		L <sub>12</sub>	L <sub>31</sub>	L <sub>23</sub>	
Efektivna vrednost napona [kV]	99 – 121*	110,92 (108,10-113,75)	110,93 (108,14-113,72)	111,24 (108,44-114,05)	Da	111,44 (108,49-114,40)	111,10 (108,16-114,04)	111,07 (108,02-114,12)	Da
Frekvencija [Hz]	49,5 - 50,5*	50,01 (49,95 - 50,07)			Da	50,01 (49,95 - 50,07)			Da
Nesimetrija struje[%]	< 1	0,87 (0,20 - 1,55)			Ne	Nije merena			-
Flikeri	$P_{st} \leq 0,8$	0,18 ( $\leq 0,36$ )	0,18 ( $\leq 0,34$ )	0,18 ( $\leq 0,36$ )	Da	0,19 ( $\leq 0,53$ )	0,19 ( $\leq 0,46$ )	0,19 ( $\leq 0,42$ )	Da
	$P_{It} \leq 0,6$	0,21 ( $\leq 0,39$ )	0,20 ( $\leq 0,35$ )	0,20 ( $\leq 0,39$ )	Da	0,22 ( $\leq 0,60$ )	0,22 ( $\leq 0,53$ )	0,22 ( $\leq 0,46$ )	Da
THD <sub>U</sub> [%]	-	0,72 (0,27 – 1,18)	0,79 (0,29 – 1,28)	0,74 (0,27 - 1,22)	-	0,76 (0,38 – 1,13)	0,80 (0,43 – 1,18)	0,76 (0,41 – 1,10)	-

\* odnosi se na vrednosti pod kojima objekat mora trajno ostati u pogonu povezan sa prenosnim sistemom,

\*\* procenat vremena u kome su merene vrednosti strujne nesimetrije bile manje od 1%.

U tabelama 2 i 3 prikazane su izmerene vrednosti strujnih harmonika, koje objekat injektuje u prenosnu mrežu kao i maksimalne dozvoljene vrednosti koje su date u ugovoru o povezivanju ovog objekta sa prenosnim sistemom. Pošto u Pravilima o radu prenosnog sistema nije precizirano na kom intervalu se vrši usrednjavanje izmerenih strujnih harmonika, dat je pregled kada su merene vrednosti uzimane nad osnovnim intervalom (200ms) i kada su merene vrednosti usrednjavane na 10 minuta.



Tabela 2 - Prikaz vrednosti injektovanih strujnih harmonika odabiranih na 200 ms, prema IEC 61000-4-30

Redni broj harmonika	Maksimalne dozvoljene vrednosti strujnih harmonika prema Pravilima o radu prenosnog sistema $I_{hn,max}$ [A]	Izmerene maksimalne vrednosti na mestu MT1 [A]			Izmerene maksimalne vrednosti na mestu MT2 [A]		
		Usrednjavanje na 200 ms					
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
2	5,39	10,40	15,92	17,72	7,41	7,24	8,62
3	11,63	10,05	9,73	19,72	3,62	3,03	3,78
4	2,68	4,75	5,60	6,10	1,95	1,39	2,34
5	14,32	4,15	4,87	5,89	2,61	2,34	2,57
6	1,79	3,24	3,53	5,39	0,96	0,87	0,81
7	14,32	2,60	1,71	3,15	0,96	1,10	1,06
8	1,79	1,99	2,55	4,45	0,47	0,56	0,70
9	5,37	1,47	2,73	3,75	0,65	0,46	0,53
10	1,79	0,95	1,46	1,85	0,38	0,37	0,37
11	8,95	1,94	1,87	2,84	0,46	0,67	0,66
12	1,79	1,58	1,45	2,75	0,48	0,34	0,23
13	8,95	0,63	1,12	1,46	0,46	0,48	0,46
14	1,79	1,03	1,49	2,13	0,40	0,32	0,23
15	5,37	1,06	0,97	1,92	0,48	0,29	0,25

Tabela 3- Prikaz vrednosti injektovanih strujnih harmonika usrednjenih na 10 min, prema IEC 61000-4-30

redni broj harmonika	Maksimalne dozvoljene vrednosti strujnih harmonika prema Pravilima o radu prenosnog sistema $I_{hn,max}$ [A]	Izmerene maksimalne vrednosti na mestu MT1 [A]			Izmerene maksimalne vrednosti na mestu MT2 [A]		
		Usrednjavanje na 10 min					
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
2	5,39	0,35	0,47	0,53	0,16	0,19	0,17
3	11,63	0,43	0,44	0,50	0,37	0,27	0,36
4	2,68	0,15	0,14	0,18	0,10	0,08	0,09
5	14,32	3,70	4,36	3,74	2,02	1,99	1,90
6	1,79	0,08	0,08	0,12	0,22	0,19	0,20
7	14,32	1,61	1,57	1,47	0,92	0,98	0,98
8	1,79	0,05	0,06	0,10	0,13	0,13	0,12
9	5,37	0,08	0,06	0,09	0,02	0,06	0,07
10	1,79	0,02	0,03	0,05	0,01	0,01	0,01
11	8,95	0,47	0,54	0,59	0,25	0,30	0,27
12	1,79	0,04	0,03	0,07	0,01	0,01	0,01
13	8,95	0,35	0,19	0,15	0,05	0,20	0,17
14	1,79	0,02	0,03	0,05	0,01	0,01	0,01
15	5,37	0,06	0,04	0,05	0,01	0,04	0,05

U tabelama 4 i 5 date su vrednosti izmerenih parametara u skladu sa normom SRPS EN 50160, u delu koji se odnosi na naponski nivo 110 kV.

Tabela 4 - Granične vrednosti parametara kvaliteta napona napajanja u visokonaponskim mrežama

Parametar	Granične vrednosti	Osnovna veličina	Interval usrednjavanja	Granice [%]		merenje u MT1	merenje u MT2
Frekvencija	50 Hz ± 1%	srednja vrednost	10 s	99,5	f [Hz]	49,95-50,07	49,95-50,07
	50 Hz + 4%/-6%			100	f [Hz]	49,89-50,12	49,89-50,12
Spore promene napona	nisu definisane ovim standardom za naponski nivo 110 kV			99	L12 [kV]	106,68-115,16	107,00-115,87
			L23 [kV]		107,03-115,46	106,49-115,64	
			L31 [kV]		106,74-115,11	106,69-115,50	
Flikeri	Plt < 1	algoritam flikera	2 h	95	L12 [kV]	≤ 0,39	≤ 0,60
					L23 [kV]	≤ 0,39	≤ 0,46
					L31 [kV]	≤ 0,35	≤ 0,53
Nesimetrija napona	< 2%	efektivna vrednost	10 min	95	Ui/Ud [%]	0,13-0,27	nije mereno
Harmonici napona	THDu- pod razmatranjem	efektivna vrednost	10 min	95	L12 [%]	0,27-1,18	0,38-1,13
					L23 [%]	0,27-1,22	0,41-1,10
					L31 [%]	0,29-1,28	0,43-1,18

Tabela 5 - Granične vrednosti harmonika napona napajanja u visokonaponskim mrežama

Harmonik napona	Granice [%]	Merenje u MT1			Merenje u MT2		
		L12 [%]	L23 [%]	L31 [%]	L12 [%]	L23 [%]	L31 [%]
3	3,00	0,45	0,20	0,40	0,26	0,53	0,31
5	5,00	0,95	1,02	1,10	1,15	1,08	1,19
7	4,00	0,48	0,42	0,45	0,48	0,56	0,51
9	1,30	0,18	0,09	0,09	0,06	0,12	0,06
11	3,00	0,30	0,20	0,20	0,23	0,34	0,20
13	2,50	0,32	0,18	0,15	0,24	0,37	0,22
15	0,50	0,21	0,11	0,11	0,18	0,37	0,20
17	u.r.*	0,25	0,13	0,12	0,15	0,31	0,16
19	u.r.*	0,37	0,19	0,19	0,16	0,32	0,16
21	0,50	0,31	0,15	0,16	0,34	0,69	0,35
23	u.r.*	0,21	0,12	0,10	0,18	0,39	0,20
25	u.r.*	0,20	0,10	0,12	0,17	0,26	0,14

\* u.r. u razmatranju.

U tabeli 5 date su samo izmerene vrednosti neparnih naponskih harmonika, jer su parni i po nekoliko desetina puta manji od dozvoljenih vrednosti, pa ih i nema potrebe razmatrati.

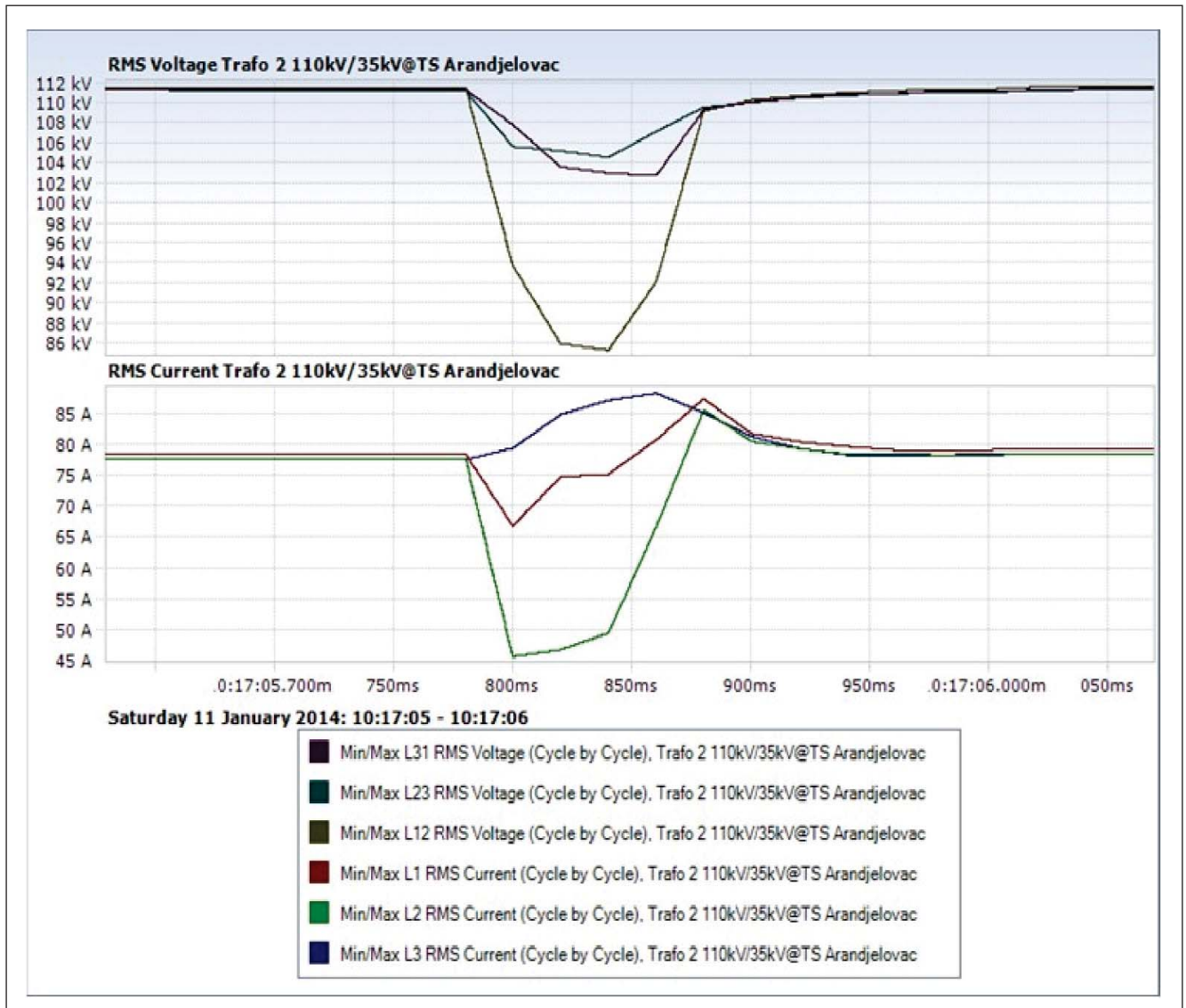
### REGISTROVANI NAPONSKI DOGAĐAJI

Ovom analizom praćeni su događaji na naponu (propadi, prenaponi). Analizator u tački MT3 je stavljen na naponski nivo 20 kV iz razloga što transformator TR1 napaja kombinovano industrijske kupce i kupce iz kategorije domaćinstva, i jer su na njemu češći kvarovi (ispadi) nego u delu koji se napaja sa transformatora TR2. Prilikom ove analize registrovani su propadi napona napajanja, koji su prikazani u tabeli 6.

Tabela 6 - Registrovani propadi na 110 kV naponskom nivou u mernim tačkama MT1 i MT2

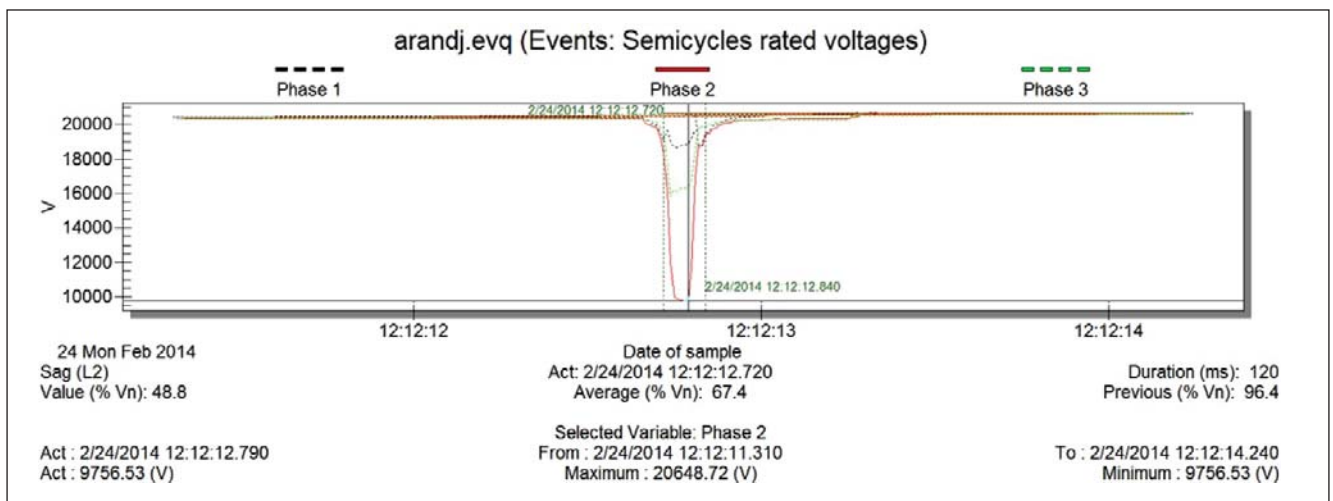
Vrednost napona $u$ u odnosu na $U_n$ [%]	Broj propada u mernoj tački MT1	Trajanje propada u MT1 [s]	Broj propada u mernoj tački MT2	Trajanje propada u MT2 [s]
$90 \geq u \geq 80$	0	-	10	$0,01 \leq t \leq 0,2$
$80 \geq u \geq 70$	0	-	1	$0,01 \leq t \leq 0,2$

Izgled tipičnog propada napona snimljen u MT2 prikazan je na slici broj 2.

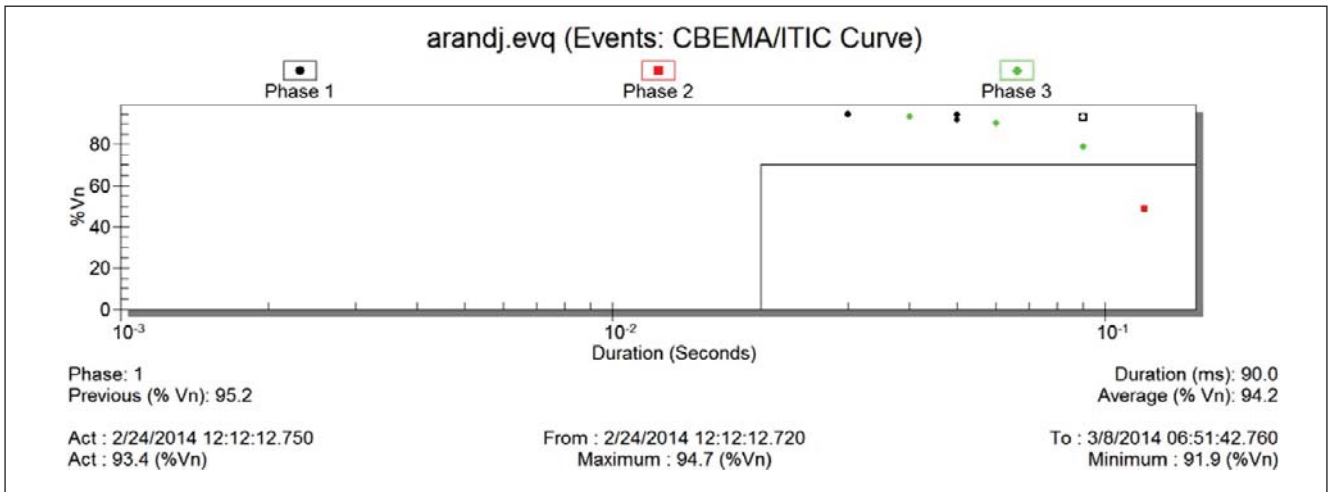


Slika 2 - Tipičan propad napona napajanja snimljen u MT2

Analizator koji je bio postavljen u MT3 na 20 kV naponu zabeležio je propade napona napajanja, koji se nisu videli na 110 kV, od kojih je jedan po svojoj dubini propada i trajanju propada, prema CBEMA/ITIC krivoj i standardu IEC 61000-4-34, mogao izazvati prekid rada uređaja energetske elektronike.



Slika 3 - Prikaz propada napona napajanja koji je mogao izazvati prekid rada uređaja energetske elektronike



Slika 4- Razvrstavanje propada napona napajanja u MT3 prema CBEMA/ITIC krivoj

### ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA PARAMETARA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ako se pažljivo pogledaju rezultati iz tabele 1, može se videti da su svi, osim strujne nesimetrije u okviru granica predviđenih Pravilima o radu prenosnog sistema. Efektivne vrednosti napona su duboko unutar granice od 99 kV do 121 kV. Ova granica definisana u Pravilima o radu prenosnog sistema ne predstavlja granicu u okviru koje se može menjati napon, već konstantnu vrednost napona, pri kojoj objekat priključen na prenosni sistem mora ostati povezan sa sistemom. Što se tiče promena napona, Pravila o radu prenosnog sistema se pozivaju na zahteve iz standarda SRPS EN 50160, ali ih on ne definiše za naponski nivo 110 kV. Granica od  $U_n \pm 10\%$ , što za naponski nivo 110 kV predstavlja od 99 kV do 121 kV je uzeta analogno granicama definisanim za niže naponske nivoe u SRPS EN 50160. Frekvencija, kao sistemska veličina sa srednjom vrednosti 50,01 Hz je prilično stabilna i u

99,5% mernog intervala se nalazi u granicama od 49,95 Hz do 50,07 Hz. Strujna nesimetrija je prosečno bila

0,87%, dok se u 95% intervala merenja kretala u granicama 0,20% do 1,55%. Detaljnijom analizom, utvrđeno je da su u samo oko 33% mernog intervala, izmerene vrednosti strujne nesimetrije bile manje od 1%. Na osnovu rezultata nesimetrije, može se izvesti zaključak da ona ne zadovoljava uslov  $< 1\%$  dat u Pravilima o radu prenosnog sistema, a i u ugovoru o povezivanju objekta sa prenosnim sistemom, mada se mora napomenuti da je ovaj uslov nerealno nizak i da ne bi bio ispunjen u većini objekata TS 110/x kV. Srednja vrednost jačine flikera dugog trajanja  $P_{fT}$  je iznosila oko 0,20. Kada se pogledaju granice u kojima su se nalazile ove vrednosti u 95% intervala merenja, može se zaključiti da je ovaj parametar u potpunosti u skladu sa zahtevima. Granice u kojima bi se nalazile vrednosti faktora totalnog izobličenja napona  $THD_U$ , nisu definisane u ovim Pravilima, već su u radu date čisto ilustrativno, da se kroz brojke sagleda talasni oblik napona na mestu priključenja ovog objekta na prenosni sistem. Na osnovu tih rezultata može se reći da je talasni oblik napona sasvim zadovoljavajući. Treba istaći nepreciznost zahtevima OPS za objekte priključene na prenosni sistem, po pitanju ograničenja dozvoljenih granica struje viših harmonika koju izaziva objekat povezan sa prenosnim sistemom. Prvi problem koji se javlja je način merenja ove struje. Ne postoji tehnička mogućnost da se ova struja izmeri, jer ona predstavlja zbir struje transformatora TR1 i struje transformatora TR2 u kompleksnom domenu. Dakle, potrebno je meriti sinhronizovano struje sa TR1 i TR2, i vrednost njihovog zbira uporediti sa vrednostima dobijenim u ugovorima o povezivanju objekata sa prenosnim sistemom. Kao drugi problem nameće se to, da nigde nije definisano na kom vremenskom intervalu se vrši usrednjavanje izmerenih vrednosti. U tabeli 2 su prikazane vrednosti strujnih harmonika uzetih na 200 ms, a u tabeli 3 su prikazane vrednosti usrednjene na 10 minuta. Oba intervala su u skladu sa standardom IEC 61000-4-30. Vidi se velika razlika u tim vrednostima. U tabelama 4 i 5 upoređivane su merene vrednosti sa parametrima definisanim u standardu SRPS EN 50160. Pošto je najnovija verzija ove norme uključila i visoke naponske nivoe, može se videti da za mnoge parametre kvaliteta napona, granice još nisu definisane. Pogledom na izmerene rezultate u mernim tačkama MT1 i MT2 može se zaključiti, da su ti parametru u potpunosti u skladu sa zahtevima ovog standarda. Vrednosti onih parametara, čije granice još uvek nisu određene ovim standardom date su čisto radi boljeg pregleda kvaliteta napona na mestu priključenja ovog objekta.

Kada se pogledaju rezultati naponskih događaja, može se videti da se tokom merenja u MT2 dogodilo 11 propada napona. Propadi su relativno niskog intenziteta i male dužine trajanja. S obzirom da tokom trajanja propada nije zabeležena prelazna pojava (rast) u struji konzuma, niti je zabeleženo reagovanje zaštitne opreme, može se zaključiti da propadi nisu došli iz distributivne mreže (slika 2). Snimanjem naponskih prilika u MT3 na 20 kV, zabeleženi su doga-



daži na naponu 20 kV, koji su pre svega posledica kvara na distributivnoj mreži. Uočen je jedan propad dubine 51,2% i trajanja 120 ms koji je prema CBEMA/ITIC krivoj i standardu IEC 61000-4-34 mogao izazvati prekid rada uređaja energetske elektronike.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu izvedenih analiza, dolazi se do zaključka da objekat TS 110/35/20/10 kV Aranđelovac ispunjava uslove propisane Pravilima o radu prenosnog sistema i ugovorom o povezivanju objekta sa prenosnim sistemom po pitanju:

- Efektivnih vrednosti napona,
- Frekvencije,
- Flikera.

Napon na mestu priključenja objekta na prenosni sistem je u potpunosti u skladu sa normom SRPS EN 50160. Takođe uočavamo, da uslov u vezi sa strujnom nesimetrijom nije ispunjen, mada autori smatraju, da je uslov < 1% izuzetno zahtevan i nedovoljno definisan, jer nije preciziran interval nad kojim se vrši usrednjavanje merenih vrednosti. Stoga autori predlažu da se kroz izmene Pravila o radu prenosnog sistema ostvari kompromis i da se ovaj zahtev relaksira, ili ukine, a da se umesto njega propiše zahtev za naponsku nesimetriju, što je u skladu sa normom SRPS EN 50160. Autori takođe smatraju da u postojećim Pravilima o radu prenosnog sistema, nisu dobro propisani uslovi koji se tiču struja viših harmonika. Naime Pravila o radu prenosnog sistema definišu dozvoljene vrednosti strujnih harmonika koje objekat (u ovom slučaju trafostanica) injektuje u prenosnu mrežu, a u svim TS 110/x kV je merenje struja moguće vršiti samo na nivou transformatora, a ne na nivou trafostanice. Stoga autori predlažu da se u izmenama Pravila o radu prenosnog sistema, propiše granice dozvoljenih vrednosti injektovanja strujnih harmonika za svaki transformator 110/x kV u objektima TS 110/x kV, a ne samo za objekte TS 110/x kV.

Na osnovu izvršenih analiza, autori dolaze do zaključka da bi trebalo razmišljati o jedinstvenom sistemu za praćenje parametara kvaliteta električne energije, koji bi omogućio da se prate događaji koji se iz distributivnog sistema prenose u prenosni i obratno. Time bi se na osnovu realnih pokazatelja, omogućilo propisivanje pravila, kojima bi se ograničilo dejstvo kupaca kako na distributivni, tako i na prenosni sistem. Stoga će se u daljem profesionalnom radu dati predlog da se realizuje zajednički sistem za praćenje parametara kvaliteta električne energije, dok će se autori posvetiti algoritmima za što efikasniju procenu mernih tačaka zajedničkog sistema, u kojima će biti postavljeni mrežni analizatori.

## LITERATURA

1. Nikolovski S, Klaić Z, Kraus Z, Slipac G, 2008, "Online power quality measurements and voltage sags analysis", Universities Power Engineering Conference, 43rd International, vol., no., pp.1, 5, 1-4
2. Cebrian J.C, Almeida C.F.M, Kagan N, 2010, "Genetic algorithms applied for the optimal allocation of power quality monitors in distribution networks", Harmonics and Quality of Power, 14th International conference on, vol., no., pp.1, 10, 26-29
3. JP EMS, "Pravila o radu prenosnog sistema", Službeni glasnik RS 55/2012
4. JP EMS, "Izmene i dopune Pravila o radu prenosnog sistema", Službeni glasnik RS 3/2012
5. SRPS EN 50160:2012, "Karakteristike napona isporučene električne energije iz javnih električnih mreža"
6. Zlatković N, Vujičić V, 2013, "Predlog monitoringa kvaliteta električne energije na 0,4 kV", 31. savetovanje CIGRE, Zlatibor
7. IEC 61000-4-30, "Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods"

**Nenad Zlatković**, JP EPS, Direkcija za distribuciju električne energije, Vojvode Stepe 412, 11000 Beograd, 011/3952385, [nenad.zlatkovic@eps.rs](mailto:nenad.zlatkovic@eps.rs)

**Željko Marković**, JP EPS, Direkcija za distribuciju električne energije, Vojvode Stepe 412, 11000 Beograd, 011/3952370, [zeljko.markovic@eps.rs](mailto:zeljko.markovic@eps.rs)

**Nenad Mraković**, JP EPS, Direkcija za distribuciju električne energije, Vojvode Stepe 412, 11000 Beograd, 011/3952383, [nenad.mrakovic@eps.rs](mailto:nenad.mrakovic@eps.rs)

# 16. SIMOZIJUM CIGRE SRBIJA

## UPRAVLJANJE I TELEKOMUNIKACIJE U EES

(KLADOVO, 26.-28. oktobar 2014.)



16. Simpozijum CIGRE Srbija Upravljanje i telekomunikacije u EES održan je u Kladovu, u hotelu „Đerdap“, u periodu od 26-28. oktobra 2014. Ukupno je na Simpozijumu prezentirano 29 radova (15 radova iz domena rada STK C2 i 14 radova iz domena rada STK D2), od toga 1 rad po pozivu, pripremljen od strane 70 autora i ko-autora. Izlaganje autora i veoma interesantne stručne diskusije, kao i interesantne i aktuelne poslovne prezentacije Sponzora, zasnovane na primeni novih tehnologija i mogućnosti pružanja usluga EE sektoru, pratilo je više od 100 učesnika 16. Simozijuma.

Broj učesnika, referata i autora, kao i podrška i učešće Pokrovitelja (EMS, EPS) i osam Sponzora su potvrda kontinuiranog, značajnog interesa elektroprivrede, industrije, projektantskih i razvojnih organizacija za problematiku upravljanja i telekomunikacija u elektroenergetskom sistemu. Ispred OO 16. Simozijuma na početku uvodne plenarne sesije, održane u nedelju 26.10.2014. god, skupu se obratio dr Ninel Čukalevski sa prikazom programa rada Simpozijuma, a nakon toga zanimljiva izlaganja imali su:

Predsednik CIGRE Srbija, mr Gojko Dotlić: Aktivnosti međunarodne CIGRE i informacije vezane za organizovanje regionalne CIGRE (SEERC)

Dr Aca Marković, JP EPS: Aktuelni razvojno-investicioni projekti u EPS-u

Nebojša Petrović; JP EMS: Aktuelni razvojni projekti i planovi u EMS-u.

Stevan Radaković, PD Đerdap: Prikaz tekućih razvojnih aktivnost u PD Đerdap

Potom je mr Gojko Dotlić uručio Povelje Pokroviteljima i Zahvalnice Sponzorima Simpozijuma, a zatim je dr Ninel Čukalevski proglasio skup otvorenim i pozvao pi-

sutne na koktel dobrodošlice. Pre koktela, u organizaciji domaćina, hotela „Đerdap“, nastupio je dečiji folklor iz Kladova sa sletom igara iz istočne Srbije.

U skladu sa rasporedom rada 16. Simpozijuma, 27. i 28. oktobra 2014. godine održan je radni deo Simozijuma vezan za izlaganje i diskutovanje referata iz domena STK D2 i STK C2 kao i poslovne prezentacije Sponzora.

Opšti utisak je da su sesije sa izlaganjima referata bile dobro posećene, da je kvalitet radova bio veoma dobar kao i da su tokom sesija vođene interesantne i konstruktivne stručne diskusije. Takođe, hotel „Đerdap“ (smeštaj, ostale usluge hotela, kongresna sala i biznis klub, izložbeni prostor) je u potpunosti zadovoljio potrebe 16. Simpozijuma CIGRE Srbija.

U skladu sa Pravilnikom o radu simozijuma/kolokvijuma CIGRE Srbija izabrani su najzapaženiji referati sa 16. Simpozijuma, a to su:

R C2 15 – „Određivanje globalnog faktora samoregulacije sistema i regulacione konstante mrežnog regulatora“ - *Nikola Obradović, Duško Tubić*

R D2 04 – „Iskustva u ispitivanju mernih transformatora u realnim uslovima primenom akustičke metode za dijagnostiku parcijalnih pražnjenja“ - *Iva Salom, Vladimir Čelebić, Jovanka Gajica, Vladislav Sekulić, Nenad Kartalović, Dragan Teslić, Dejan Ilić*

Domaćini su za učesnike na 16. simpozijumu priredili krstarenje Dunavom između hidroelektrana Đerdap 1 i Đerdap 2. Mnogi učesnici simpozijuma takođe su iskoristili priliku boravka u Kladovu za stručnu posetu HE Đerdap 1.

*Pripremili,  
mr Jovanka Gajica, dipl. ing.  
dr Ninel Čukalevski, dipl. ing.*

# ODREĐIVANJE GLOBALNOG FAKTORA SAMOREGULACIJE SISTEMA I REGULACIONE KONSTANTE MREŽNOG REGULATORA

Nikola OBRADOVIĆ\*

Duško TUBIĆ

JP Elektromreža Srbije, BEOGRAD, SRBIJA

*Kratak sadržaj* — Ovaj rad ima za cilj da na jednom mestu, na srpskom jeziku, sumira i navede osnovna znanja vezana za globalni faktor samoregulacije sistema i podešavanje regulacione konstante mrežnog regulatora učestanosti i snage razmene.

Posle osnovnih teorijskih objašnjenja koja čitaocu treba da približe fiziku globalnog faktora samoregulacije sistema, prikazana su i objašnjena osnovna pravila podešavanja regulacione konstante mrežnog regulatora.

Na kraju rada opisana je važeća praksa određivanja regulacionih konstanti mrežnih regulatora u ENTSO-E interkonekciji „Kontinentalna Evropa“.

*Ključne reči* — Interkonekcija, regulacija učestanosti i snage razmene

## 1. UVOD

Sekundarna regulacija učestanosti i snage razmene omogućava regulacionoj oblasti da u svakom trenutku proizvodnju prilagodi trenutnoj potrošnji [1], [2]. Kada regulaciona oblast radi u okviru interkonekcije proračun greške koju otklanja mrežni regulator se sastoji iz dva člana, prvog koji uvažava snagu razmene sa susedima i drugog koji uvažava odstupanje učestanosti.

$$ACE = (P - P_0) + K(F - F_0)$$

U ovoj jednačini su:

ACE - regulaciona greška;

P - trenutna suma razmene aktivne snage na svim interkonektivnim dalekovodima;

$P_0$  - plan razmene aktivne snage sa susedima;

F - trenutna učestanost;

$F_0$  - plan učestanosti;

K - regulaciona konstanta mrežnog regulatora.

Kako je razlika u prvom članu jednačine izražena u MW, a drugom u Hz, regulaciona konstanta mrežnog regulatora se izražava u MW/Hz. Ona predstavlja „težinski faktor“ koji određuje uticaj odstupanja učestanosti na veličinu regulacione greške i presudno utiče na ponašanje mrežnog regulatora.

U ovom radu će biti opisan ovaj uticaj kao i način na koji se određuje regulaciona konstanta mrežnog regulatora sa posebnim osvrtom na metodologiju koja se pri-

menjuje u ENTSO-E interkonekciji „Kontinentalna Evropa“.

## 2. GLOBALNI FAKTOR SAMOREGULACIJE SISTEMA

Prilikom određivanja vrednosti regulacione konstante mrežnog regulatora mora se početi od globalnog faktora samoregulacije sistema. On opisuje odziv elektroenergetskog sistema (EES) na promene aktivne snage (proizvodnje ili potrošnje) i učestanosti. U evropskoj literaturi na engleskom jeziku ova veličina se naziva „Network Power Frequency Characteristics“ i izražava se u MW/Hz. U američkoj literaturi čest naziv je „Prevailing Natural Combined Governing Characteristics“ i izražava se u MW/0,1Hz.

Kada je narušen balans između proizvodnje i potrošnje električne energije u EES (na primer usled ispada generatora) učestanost se menja. Posledica je da sve regulacione oblasti u datoj interkonekciji reaguju kako bi zaustavili promenu učestanosti. Reakcija ide u dva pravca. Potrošnja se menja srazmerno promeni učestanosti, a generatori menjaju odatu snagu zahvaljujući automatskoj turbinskoj (primarnoj) regulaciji. U slučaju nedostatka snage u EES, na ovaj način se smanjuje potrošnja, a generatori povećavaju odatu snagu. Superpozicijom ove dve akcije dobija se ukupan odziv sistema. Propadanje učestanosti se zaustavlja, a učestanost stabilizuje, istina na vrednosti nižoj od one pre poremećaja. Globalni faktor samoregulacije sistema „opisuje“ ovaj odziv tako što „povezuje“ promenu snage u EES sa promenom učestanosti.

Na primer, procenjeno je da globalni faktor samoregulacije interkonekcije

„Kontinentalna Evropa“, u kojoj radi i EES Srbije, u 2014. godini iznosi 27106

MW/Hz. Drugim rečima, potrebno je da iz pogona ispadne nešto više od 27000 MW u proizvodnim kapacitetima, da bi se učestanost u interkonekciji smanjila za 1 Hz.

Naravno u pitanju je veoma gruba procena, koja više ukazuje na red veličine, jer je vremenski period za procenu od godinu dana veoma dug za prirodu veličine kakva je globalni faktor samoregulacije sistema.

Naime, globalni faktor samoregulacije sistema se stalno menja jer zavisi od karakteristika potrošača i generatora koji su u određenom trenutku na mreži [1][2][3]. Kod potrošača su od posebnog značaja:

\* JP EMS - Direkcija za upravljanje prenosnim sistemom – Vojvode Stepe 412, Beograd, nikola.obradovic@ems.rs

- struktura angažovanih potrošača u određenom trenutku;
- trenutna snaga angažovanih potrošača;
- koeficijent sa kojim pojedinačni angažovani potrošači utiču na učestanost

(ovaj koeficijent predstavlja odnos promene aktivne snage nekog potrošačapri promeni učestanosti).

Takođe, globalni faktor samoregulacije sistema zavisi i od karakteristika generatora koji su u pogonu u određenom trenutku i to od:

- trenutnog skupa i trenutnih aktivnih snaga angažovanih generatora;
- mrtve zone i zone neosetljivosti njihovih turbinskih regulatora;
- brzine odziva različitih vrsta turbina;
- nelinearnog statizma turbinskih regulatora itd.

Globalni faktor samoregulacije sistema se stoga menja praktično pri svakom uključenju ili isključenju generatora ili potrošača na prenosni sistem.

Kako se interkonekcija sastoji od više regulacionih oblasti pri računanju ukupnog faktora samoregulacije interkonekcije moraju se uvažavati faktori samoregulacije svih regulacionih oblasti. Oni zavise od broja i osobina elektrana i snage i osobina potrošača u datoj regulacionoj oblasti. Naravno, suma faktora samoregulacije svih regulacionih oblasti je jednaka ukupnom faktoru samoregulacije interkonekcije.

### 3. REGULACIONA KONSTANTA MREŽNOG REGULATORA

Regulaciona konstanta mrežnog regulatora je kontrolni parametar koji se koristi u mrežnom regulatoru za potrebe sekundarne regulacije učestanosti i snage razmene. U ovom poglavlju biće opisan njen uticaj na odziv sistema nakon poremećaja.

Posle poremećaja (na primer ispada generatora) prvo će delovati brza, primarna regulacija. Kako ova regulacija reaguje na promenu učestanosti, odazvaće se agregati u celoj interkonekciji, nezavisno od toga gde se desio poremećaj. Posledica dejstva primarne regulacije je da će pad učestanosti biti zaustavljen i da će se učestanost stabilizovati na vrednosti nižoj od nominalne. Dejstvo primarne regulacije ima cilj da zaustavi promenu i stabilizuje učestanost, pa će jedna od posledica reagovanja primarne regulacije biti i promena tokova aktivnih snaga na interkonektivnim dalekovodima.

Sa druge strane sporija sekundarna regulacija ima zadatak da učestanost i snagu razmene između regulacionih oblasti vrati na planirane vrednosti. Darijeov princip neintervencije, koji je jedan od osnovnih postulata na kome je koncipiran rad sekundarne regulacije učestanosti i snage razmene, zahteva da se sekundarna regulacija odazove samo u regulacionoj oblasti u kojoj se poremećaj dogodio. Mrežni regulator TSO u čijoj regulacionoj oblasti se desio poremećaj angažuje sekundarnu regula-

ciju i otklanja svoju regulacionu grešku tako što podiže snagu na regulacionim elektranama. Na taj način raste učestanost u interkonekciji i oslobađa se primarna rezerva koja je pre toga angažovana u celoj interkonekciji. Teorijski, kada se učestanost vrati na nominalnu vrednost, snage svih generatora koji su se odazvali u primarnoj regulaciji će se vratiti na vrednost pre poremećaja. Primarna rezerva biće spremna da zaustavi neku buduću promenu učestanosti. Kako sekundarna regulacija TSO-a u kome se desio poremećaj, u isto vreme kontroliše i njegovu razmenu sa susedima, drugi rezultat dejstva sekundarne regulacije biće povratak ukupne razmene aktivne snage „pogođenog“ TSO-a sa susedima na planiranu vrednost.

Da bi princip neintervencije bio zadovoljen mrežni regulator mora „prepoznati“ da li se poremećaj dogodio u njegovoj regulacionoj oblasti. To je moguće samo ako je vrednost regulacione konstante mrežnog regulatora jednaka vrednosti faktora samoregulacije regulacione oblasti [1], [2]. Tada će prilikom proračuna regulacione greške u regulacionoj oblasti u kojoj nije bilo poremećaja prvi član jednačine biti jednak drugom.

$$ACE = (P - P_0) + K(F - F_0)$$

Na primerima ispada elektrane unutar i izvan regulacione oblasti Srbije i vrednosti regulacione konstante mrežnog regulatora u odnosu na faktor samoregulacije regulacione oblasti Srbije, analiziraće se vrednost ASE i „fizika“ procesa.

Tako na primer, prilikom ispada elektrane u Srbiji, raste uvoz u Srbiju i prvi član regulacione greške Srbije postaje negativan (usvojeno je da pozitivan znak ima izvoz aktivne snage). Učestanost takođe pada pa i drugi član postaje negativan. Ukupna regulaciona greška Srbije je negativna i sekundarna regulacija „daje nalog“ za dizanje snage.

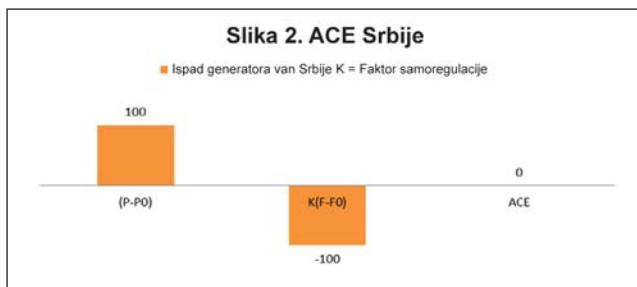


Prilikom ispada elektrane van Srbije, usled dejstva primarne regulacije raste izvoz iz Srbije i prvi član regulacione greške Srbije postaje pozitivan. Učestanost pada pa drugi član postaje negativan. Ukupna regulaciona greška Srbije je suma ove dve veličine.

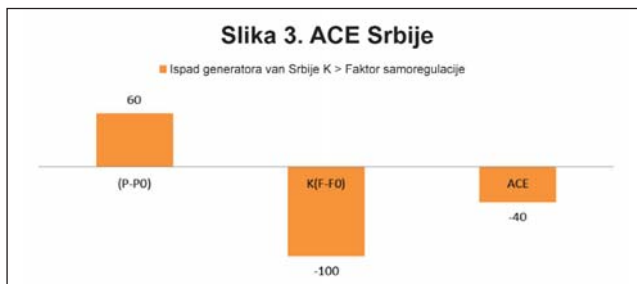
Ukoliko je vrednost regulacione konstante mrežnog regulatora jednaka vrednosti faktora samoregulacije sistema Srbije prvi i drugi član jednačine će biti jednaki po



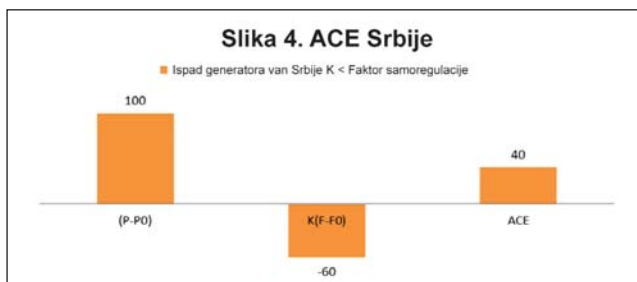
apsolutnoj vrednosti, ali suprotnog znaka, pa će regulaciona greška Srbije biti jednaka nuli i sekundarna regulacija neće reagovati (Slika 2).



Ukoliko je vrednost regulacione konstante mrežnog regulatora veća od vrednosti faktora samoregulacije sistema Srbije, član vezan za učestanost će prevladati, a regulaciona greška Srbije biće manja od nule (Slika 3). Tada će sekundarna regulacija Srbije dizati snagu, nadovezati se na dejstvo primarne regulacije i pomoći interkonekciji da vrati učestanost na nominalnu vrednost.



Ukoliko je vrednost regulacione konstante mrežnog regulatora niža od vrednosti faktora samoregulacije Srbije, prvi član u jednačini (1) (odnosi se na snagu razmene) će prevladati, pa bi regulaciona greška Srbije bila veća od nule (Slika 4). Tada bi sekundarna regulacija Srbije „davala nalog“ za spuštanje snage, i tako bi poništavala promene snage usled delovanja primarne regulacije, te bi „odmagala“ u naporu interkonekcije da vrati učestanost na nominalnu vrednost.



Praktično je nemoguće podesiti regulacionu konstantu mrežnog regulatora tako da se poklopi sa trenutnom vrednosti faktora samoregulacije regulacione oblasti i na taj način obezbediti da samo TSO pogođen poremećajem otklanja njegove posledice. Stoga je preporuka i

praksa da treba podesiti regulacionu konstantu mrežnog regulatora tako da u svakom trenutku bude nešto veća od vrednosti faktora samoregulacije regulacione oblasti. Na taj način će sekundarna regulacija učestanosti i snage razmene svih regulacionih oblasti u jednoj sinhronoj oblasti pomagati oporavak učestanosti.

#### 4. PRAKSA U INTERKONEKCIJI „KONTINENTALNA EVROPA“

Prenosni sistem Srbije je deo interkonekcije „Kontinentalna Evropa“ koja obuhvata najveći deo kontinentalnog dela Evrope [4]. TSO Srbije, JP Elektromreža Srbije, je punopravni član evropske asocijacije TSO-ova ENT-SO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity). Ova asocijacija, pored TSO-ova iz interkonekcije „Kontinentalna Evropa“ okuplja i TSO-ove iz Skandinavije, Velike Britanije i Irske, kao i baltičkih zemalja.

Pravila za rad u interkonekciji „Kontinentalna Evropa“ definisana su u ENTSO-E Operativnom priručniku (ENTSO-E Operational Handbook) [4], koji se sastoji od osam Pravila (Policy). Policy 1 se odnosi na regulaciju učestanosti i neophodnu rezervu u interkonekciji i, između ostalog, propisuje način proračuna regulacionih konstanti mrežnog regulatora za sve članice interkonekcije. U Operativnom priručniku regulaciona konstanta mrežnog regulatora naziva se K-faktor i izražava u (MW/Hz). U američkoj literaturi najčešći naziv je Frequency Bias i izražava u (MW/0,1Hz).

Za svaki TSO u interkonekciji „Kontinentalna Evropa“ proračun regulacione konstante mrežnog regulatora se obavlja jednom godišnje prema unapred definisanoj proceduri. U prvom koraku proračuna regulacionih konstanti mrežnog regulatora vrši se procena globalnog faktora samoregulacije interkonekcije i to kao rezultat sumiranja sledeća četiri člana.

Prvi član opisuje uticaj dejstva primarne regulacije. Kako Operativni priručnik zahteva da ukupna primarna rezerva interkonekcije uvek bude 3000 MW te da se celokupna rezerva aktivira pri odstupanju od 200 mHz, sledi da ovaj član ima konstantnu vrednost od 15000 MW/Hz.

Drugi član uvažava uticaj promene učestanosti na potrošnju. Koristi se konzervativna vrednost faktora samoregulacije potrošnje od 1%, ali se ova vrednost primenjuje na maksimalnu vrednost sarednjesatne potrošnje u interkonekciji tokom godinu dana.

Treći i četvrti član opisuju uticaj dodatne primarne rezerve koja je sve vreme prisutna u interkonekciji, na generatorima koji „zvanično“ ne učestvuju u primarnoj regulaciji.

Jednom izračunata vrednost globalnog faktora samoregulacije interkonekcije se na kraju raspodeli na pojedinačne TSO-ove, srazmerno ukupnoj godišnjoj proizvodnji zabeleženoj na teritoriji svakog TSO-a. Ovako dobijenu regulacionu konstantu mrežnog regulatora tj. K-faktor TSO unosi u svoj mrežni regulator. Dozvoljena je upotreba i druge vrednosti, pod uslovom da je nova vrednost viša od izračunate u gore navedenoj proceduri.

### 5. ZAKLJUČAK

Globalni faktor samoregulacije je prirodna karakteristika svakog elektroenergetskog sistema. U radu je opisana kako njegova priroda tako i njegova veza sa podešavanjem regulacione konstante mrežnog regulatora. Podešena regulaciona konstanta mrežnog regulatora utiče na doprinos sekundarne regulacije učestanosti i snage razmene u naporu interkonekcije da vrati učestanost na nominalnu vrednost.

Na kraju rada opisana je i aktuelna praksa određivanja regulacione konstanta mrežnog regulatora u ENTSO-E interkonekciji „Kontinentalna Evropa“.

### 6. LITERATURA

1. Nathan COHN: Control of Generation and Power Flow on Interconnected Systems; John Willey & Sons Inc, New York 1961;
2. Milan S. Čalović: Regulacija Elektroenergetskih sistema, Vizartis, Beograd, 1997.
3. Thomas KENNEDY, Stephen M. HOYT, Charles F. ABELL: Variable, Non-linear Tie-line Frequency Bias for Interconnected Systems Control; IEEE Transactions on Power Systems Vol.3 No3, August 1988;
4. ENTSO-E Operational Handbook - <https://www.entsoe.eu/publications/system-operations-reports/operation-handbook/Pages/default.aspx>

## Calculation of Network Power Frequency Characteristics and K-factor

**Nikola OBRADOVIĆ**

**Duško TUBIĆ**

JP EMS BELGRADE, SERBIA

*Abstract* — Document tries to describe, in a single paper on Serbian language, basic knowledge about network power frequency characteristics and K – factor (frequency bias) settings.

After fundamental theoretical explanation, that will describe physical nature of network power frequency characteristics the basic rules of K – factor settings are described.

Finally, paper presents the current practice of K – factor calculation in the ENTSO-E Continental Europe interconnection.

*Key words* — Interconnected power system, Load Frequency Control

# Miross

TRAVEL AGENCY

IATA Code: 95-2 2167 4

## Kancelarija u Beogradu:

A: Majke Jevrosime 19/I,  
11000 Beograd, Republika Srbija  
T: +381 (11) 30-33-225, 30-33-226  
F: +381 (11) 30-34-615  
M: office@miross.rs  
W: www.miross.rs

## Kancelarija u Podgorici:

A: Marka Miljanova 1,  
81000 Podgorica, Crna Gora  
T: +382 (20) 231-654  
F: +382 (20) 231-383  
M: office@miross.me  
W: www.miross.me

lider u kongresnom i poslovnom turizmu  
... verni pratilac aktivnosti CIGRE Srbija



Tradicija kvaliteta • Standard budućnosti

# CIGRE<sub>D</sub>

## ELEKTRONSKA BROJILA

sitel  
www.sitel.co.rs

Sitel d.o.o. Beograd  
Stevana Brakusa 6  
tel/fax: 011 75 44 974  
email: office@sitel.rs

