

9. SAVJETOVANJE CG KO CIGRE

20²⁵

CIGRE

23-26. septembar 2025.
Hotel Mediteran, Bečići

ZBORNİK KRATKIH SADRŽAJA REFERATA



Zbornik kratkih sadržaja referata

GENERALNI POKROVITELJ

HITACHI

VELIKI SPONZORI



GE VERNOVA

SPONZOR SVEČANOG OTVARANJA I KOKTELA DOBRODOŠLICE



SPONZOR PANEL DISKUSIJA



SPONZOR KOTIZACIONE TORBE



SPONZOR STUDENATA



SPONZOR SVEČANE VEČERE



DONATOR





Crnogorski Komitet
CIGRE

9. SAVJETOVANJE

Zbornik

kratkih sadržaja referata

Hotel "Mediteran", Bečići
23 – 26. septembar 2025. godine

SADRŽAJ

I Grupa A1 – Obrtne električne mašine.....	5
II Grupa A2 – Transformatori i reaktori.....	8
III Grupa A3 – Prenosna i distributivna oprema.....	18
IV Grupa B1 – Kablovi.....	25
V Grupa B2 – Nadzemni vodovi	33
VI Grupa B3 – Postrojenja i električne instalacije	46
VI Grupa B4 – Jednosmjerni sistemi i energetska elektronika.....	50
VII Grupa B5 – Zaštita i automatizacija	56
VIII Grupa C1 – Razvoj i ekonomija EES.....	66
IX Grupa C2 – Eksploatacija i upravljanje EES.....	76
X Grupa C3 – Performanse sistema zaštite životne sredine ..	83
XI Grupa C4 – Tehničke performanse EES	89
XII Grupa C5 – Tržišta električne energije i deregulacija	97
XIII Grupa C6 – Distributivni sistemi i decentralizovana proizvodnja.....	110

I Grupa A1 – Obrtne električne mašine

Predsjednik STK A1: dr Mihailo Micev – Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore

U okviru grupe A1 - **obrtne električne mašine** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Obrtne električne mašine i energetska tranzicija;
2. Prelazni procesi kod obrtnih električnih mašina;
3. Optimizacija električnih pogona;
4. Regulacija napona i snage sinhronih mašina;
5. Održavanje i dijagnostika obrtnih električnih mašina;
6. Razvoj obrtnih električnih mašina i radna iskustva;
7. Matematičko modelovanje obrtnih električnih mašina;
8. Dizajn generatora za nove primjene (vjetroturbine, sinhroni kompenzator, itd.);
9. Primjena vještačke inteligencije kod električnih mašina;

Stručnu ocjenu radovima iz grupe A1 dali su **recenzenti**:

- doc.dr Martin Čalasan - Elektrotehnički fakultet, UCG;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćen je 1 rad.

R A1-01 **ODREĐIVANJE FUNKCIJE PERMEANSE
VAZDUŠNOG PROCJEP A SINHRONE MAŠINE SA
ISTAKNUTIM POLOVIMA**

AIR GAP PERMEANCE FUNCTION COMPUTATION
OF A SALIENT POLE SYNCHRONOUS MACHINES

Autor:

Filip Đuranović, Elektrotehnički fakultet - UCG

Aldin Kajević, Elektrotehnički fakultet - UCG

Gojko Joksimović, Elektrotehnički fakultet - UCG

Recenzent: doc.dr Martin Čalasan, Elektrotehnički fakultet – UCG

Kratak sadržaj: Sinhrona mašina je i danas vrlo zastupljena i nalazi svoje mjesto kod vjetrogeneratora, električnih vozila, dizel-električnih agregata, u all-electric aircraft i all-electric maritime vessels primjenama, kao wave energy konvertor itd. U mnogim od nabrojanih primjena su u upotrebi sinhrona mašine sa istaknutim polovima, vrlo često i sa stalnim magnetima kao pobudom. U svim tim slučajevima se nameće problem određivanja sinhronih reaktansi mašine, a ovaj problem je u uskoj vezi sa poznavanjem funkcije permeanse vazdušnog procjepa. U ovom radu je prikazan način određivanja ove funkcije korišćenjem statičkih analiza primjenom metode konačnih elemenata, na konkretnom primjeru konkretnog sinhronog generatora. Iz dobijenih rezultata za vektor jačine magnetskog polja duž oboda mašine, a za poznate struje u pretpostavljenim, fiktivnim namotajima, moguće je doći do permeanse vazdušnog procjepa u funkciji ugaoa koordinate, bez potrebe za ponavljanjem dugotrajnih FEM simulacija.

Ključne riječi: Funkcija permeanse vazdušnog procjepa, metod konačnih elemenata, sinhrona mašina sa istaknutim polovima

Summary: The synchronous machine is still very common today and finds its place in modern applications such as wind generators, electric vehicles, diesel-electric generators, all-electric aircraft applications, all-electric marine vessel applications, wave energy converters, etc. In many of these applications, salient pole synchronous machines are used, very often with permanent magnets as excitation. In all these cases, the problem of calculating the synchronous reactances of the machine arises, and this problem is closely related to the knowledge of the air gap permeance function. This paper presents a method for the determination of this function by means of static analyses using the finite element method on a particular example of a synchronous generator. From the results obtained for the magnetic field strength vector along the circumference of the machine, and for known currents in assumed, fictitious windings, it is possible to obtain the permeance of the air gap as a function of the angular coordinate, without the need to repeat the long-running FEM simulations.

Key words: Air gap permeance function, Finite Element Method,

Salient pole synchronous machine

Pitanja za diskusiju:

1. Kako se verifikuju rezultati dobijeni metodom konačnih elemenata [FEM]? – Da li ste ih uporedili sa eksperimentalnim mjerenjima ili analitičkim proračunima sinhronih reaktansi?
2. Koliko je predloženi pristup generički primenljiv? – Može li se metod koji ste prikazali koristiti i za druge tipove sinhronih mašina, ili je ograničen samo na mašine sa istaknutim polovima?

II Grupa A2 – Transformatori i reaktori

Predsjednik STK A2: Janko Gardašević, dipl.el.ing. –
Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić

U okviru grupe A2 – **transformatori i reaktori** predložene su
sljedeće **preferencijalne teme:**

1. Održavanje transformatora na terenu, njihova preventivna kontrola i revitalizacija;
2. Procjena životnog vijeka energetskih i mjernih transformatora i predlog mjera za dalju eksploataciju;
3. Zamjena starih transformatora novim zbog dotrajalosti i pouzdanosti sistema;
4. Nove ispitne metode, primijenjene tehnologije i monitorinzi.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe A2 dali su **recenzenti:**

- Olivera Čolaković, dipl.el.ing. - Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- mr Radovan Đukanović, dipl.el.ing. - Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić.
- Janko Gardašević, dipl.el.ing. - Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić
- Nikola Daković, dipl.el.ing. - Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 4 rada.

R A2-01

ANALIZA KVAROVA NA TRANSFORMATORIMA

ANALYSIS OF TRANSFORMER FAILURES

Autori:

Milica Sošić, CGES AD Podgorica

Milenko Došen, Comel

Recenzenti:

mr Radovan Đukanović, Elektroprivreda Crne Gore
AD Nikšić.

Kratak sadržaj: Havarije energetske transformatora predstavljaju značajan izazov u elektroenergetskim sistemima, često dovodeći do ozbiljnih operativnih i finansijskih troškova. U ovom radu prikazana su dva slučaja kvara na transformatorima iz realne prakse, zabilježena tokom interventnih i redovnih ispitivanja transformatora u pogonu. Analiza obuhvata zabilježeni slijed događaja koji su doveli do kvara. Primjenom dijagnostičkih metoda, poput analize rastvorenih gasova (DGA), analiza frekventnog odziva transformatora, ispitivanja izolacione otpornosti, faktora dielektričnih gubitaka, struja magnećenja, kapacitivnosti, induktiviteta i otpora namotaja, identifikovan je osnovni uzrok havarije. Pored toga, opisane su defektaže transformatora, praćene originalnim fotografijama. Analiza pruža dragocjene uvide u mehanizme kvarova, s ciljem povećanja pouzdanosti i produženja radnog vijeka transformatora.

Ključne riječi: Energetski transformatori, kvar transformatora, dijagnostičke metode

Summary: Failures of power transformers represent a significant challenge in electrical power systems, often leading to serious operational and financial consequences. This paper presents two real-life transformer failure cases recorded during both emergency and routine testing of transformers in operation. The analysis covers the recorded sequence of events leading up to the failure. By applying diagnostic methods such as dissolved gas analysis (DGA), frequency response analysis (FRA), insulation resistance testing, dielectric loss factor measurement, magnetizing current, capacitance, inductance, and winding resistance measurements, the root cause of the failure was identified. In addition, transformer disassembly procedures (defect inspections) are described and supported by original photographs. The analysis provides valuable insights into failure mechanisms, aiming to improve reliability and extend the service life of power transformers.

Key words: Power transformers, transformer failure, diagnostic methods

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je poslije havarije transformatora T5 rađena analiza ulja iz srednjeg nivoa (da bi se upoređivanje sadržaja gasova izvršilo sa istog mjesta uzorkovanja)?
2. Da li je transformator T5 štićen odvodnicima prenapona, i ako jeste da li je prije ispada registrovan prenapon u fazi B?

R A2-02

**TERMIČKI KVAROVI NA ENERGETSKIM
TRANSFORMATORIMA - ISKUSTVA
IZ PRAKSE**

THERMAL FAILURES IN POWER TRANSFORMERS -
CASE STUDIES FROM PRACTICE

Autori:

Goran Skelo - Elektroprijenos - Elektroprenos BiH
Amgijada Karišik - Elektroprijenos - Elektroprenos
BiH

Recenzent:

Janko Gardašević, dipl.el.ing. – Elektroprivreda Crne
Gore AD Nikšić

Kratak sadržaj: Stanje energetskih transformatora u pogonu Elektroprijenosa-Elektroprenosa BiH se prati primjenom električnih i hemijskih dijagnostičkih metoda. U toku eksploatacije energetski transformatori su izloženi različitim dielektričkim, termičkim i dinamičkim naprezanjima koji mogu imati za posljedicu kvar i isključenje transformatora iz pogona. U radu će biti prikazani slučajevi pojave termičkih kvarova na energetskim transformatorima, dijagnostičke metode koje su primjenjivane s ciljem određivanja mjesta i karaktera kvara kao i način otklanjanja kvarova i dovođenja energetskih transformatora u tehnički ispravno stanje.

Ključne riječi: energetski transformator (ET), dijagnostičke metode, kvar, povećane koncentracije plinova

Summary: The condition of power transformers in operation at Elektroprijenos-Elektroprenos BiH is monitored through the application of electrical and chemical diagnostic methods. During operation, power transformers are exposed to various dielectric, thermal, and dynamic stresses, which may result in faults and the

disconnection of transformers from the grid. The paper will present cases of thermal failures in power transformers, the diagnostic methods applied to determine the location and nature of the fault, as well as the methods of fault elimination and restoration of the power transformers to proper technical condition.

Key words: power transformer [PT], diagnostic methods, fault, increased gas concentrations

Pitanja za diskusiju:

1. U tabeli I prikazan je porast koncentracije acetilena 04.04.2016. godine. Da li je utvrđen uzrok zbog kog je došlo do povećana koncentracije acetilena jer je kasnije primjetan njegovog pad?
2. U radu ste više puta pomenuli procentualnu razliku između izmjerenih vrijednosti otpornosti namotaja mjereno između izvoda transformatora. Na osnovu Vašeg iskustva u praksi interesuje me koja je procentualna vrijednost razlike otpornosti namotaja mjereno između izvoda transformatora nakon koje bi se moralo pristupiti rješavanju potencijalnog problema?

R A2-03

**PRIMENA GASNE HROMATORGRAFIJE TOKOM
FAT/SAT I U GARANTNOM PERIODU
TRANSFORMATORA**

DISSOLVED GAS ANALYSIS DURING FAT/SAT AND
THROUGHOUT THE WARRANTY PERIOD

Autori:

Vesna Radin, Elektrotehnički institut Nikola Tesla
AD Beograd
Branka Đurić, Elektrotehnički institut Nikola Tesla
AD Beograd
Predrag Mijajlović, Crnogorski elektroprenosni
sistem AD
Ana Bogavac, Elektrodistribucija Srbije

Recenzent:

Nikola Daković, dipl.el.ing. - Elektroprivreda Crne
Gore AD Nikšić

Kratak sadržaj: Prijemna ispitivanja predstavljaju završnu fazu proizvodnog procesa i jednu od ključnih tačaka kontrole kvaliteta pre puštanja transformatora u rad. Fabrički prijemni testovi (eng. Factory Acceptance Test, FAT) predstavljaju konačnu potvrdu kvaliteta proizvodnje i proveru ispunjenosti tehničkih karakteristika,

dielektrične izdržljivosti i ostalih parametara iz ugovorene tehničke specifikacije. Jedan deo prijemnih ispitivanja se obavlja na mestu montaže transformatora [eng. Site Acceptance Test, SAT] u cilju potvrde da transport i montaža nisu izmenili stanje transformatora. Po obavljenim testovima i inicijalnom uključenju, transformator ulazi u redovan rad u okviru probnog i garantnog perioda. U cilju obezbeđivanja pouzdanog rada transformatora, preporučuje se sprovođenje dodatnih ispitivanja i kontrola. Kroz primere iz prakse, razmatrana je uloga i značaj gasnohromatografske analize ulja u okviru prijemnih ispitivanja, kao i tokom nadzora transformatora – od početnog puštanja u rad pa sve do isteka garantnog perioda. Za tumačenje i analizu sadržaja gasova u ulju, proizvođači često koriste granične vrednosti date u relevantim standardima, međutim, te vrednosti su visoke i nisu primenjive za nove transformatore. Zbog toga je, radi pouzdanog praćenja stanja transformatora u prvim godinama rada, potrebno uspostaviti referentne vrednosti koncentracija gasova kao polazne tačke za dalju dijagnostiku tokom pogona.

Ključne riječi: mineralno ulje, ispitivanje, gasovi, dijagnostika, defect

Summary: Acceptance testing is the final part of the production process and one of the key quality points before the transformer enters service. Factory acceptance tests (FAT) aim to confirm the quality of the production process and the fulfillment of technical characteristics, dielectric strength, and other parameters from the agreed technical specification. Some parts of the acceptance testing are conducted at the transformer installation site, known as Site Acceptance Tests (SAT) to confirm that transportation and installation have not affected the transformer's condition.

After the initial start-up and subsequent checks, transformers enter regular operation for the trial and warranty periods. To ensure that the transformer operates as expected, additional checks and tests are advisable. Through practical examples, the role and significance of dissolved gas analysis (DGA) in the context of acceptance tests and ongoing transformer monitoring, from the beginning of operation through the warranty period. During the first few years of service, the manufacturer usually uses DGA limits given in standards, however, these values tend to be high and not applicable to new transformers. Therefore, to reliably monitor the transformer condition during the first years of service, it is necessary to

establish a good baseline and use it as a reference for future gas development.

Key words: mineral oil, tests, gases, diagnostics, fault

Pitanja za diskusiju:

1. Kao što ste naveli, acetilen nastaje pri temperaturama većim od 800 °C i ukazuje na pojavu električnog luka u ulju i njegova pojava se vezuje za kvarove u namotajima transformatora. Da li kvarovi na magnetnom kolu npr. gorenje limova, mogu uzrokovati pojavu određene konstracije acetilana u ulju? Da li ste u praksi imali takav slučaj?
2. Da li je u toku garantnog perioda poželjno izvršiti ispitivanje sadržaja derivata furana u ulju?
3. Za transformatore koje snage i kojeg naponskog nivoa predlažete da se vrši Gasnohromatografske analize ulja na FAT-u i SAT-u? Da li je to pitanje uređeno standardima o ispitivanju transformatora?

R A2-04

**CHOOSING THE SAFE AND EFFECTIVE DRYING
(CURVE BASED) AND BLISTERING EFFECT
PREDICTION BASED ON WATER MOVEMENT
MONITORING FOR A MODERATELY TO SEVERELY
WET TRANSFORMER**

Autori: Filip Rzharov, POWER VIEW

Recenzent: Olivera Čolaković, dipl.el.ing. - Crnogorski
elektroprenosni sistem AD

Kratak sadržaj: Ovaj rad predstavlja pristup sušenju transformatora zasnovan na podacima, osiguravajući i sigurnost i efikasnost dinamičkim prilagođavanjem krive sušenja na osnovu uvida u kretanje vode.

Postrojenja za vakuumski tretman se široko koriste za sušenje mokrih transformatora i transformatora koji proizvode gasove, ali njihova efikasnost je često ograničena u realnim scenarijima, posebno za umereno do jako vlažne jedinice. Voda igra ključnu ulogu u izolaciji papira transformatora, utičući na njegov mehanički integritet i ukupnu pouzdanost. Kretanje vode između papira i ulja je dinamičan proces vođen temperaturnim fluktuacijama, promenama ravnoteže i svojstvima materijala. Nepravilno sušenje potencijalno

dovodi do stvaranja plikova vode i kvara izolacije.

Da bi se odgovorilo na ove izazove, u razvoju je algoritamska komponenta Substation Digital koja integriše senzorske podatke u realnom vremenu i prediktivno modeliranje za praćenje migracije vode unutar transformatora. Ovaj napredni alat dinamički dodeljuje sadržaj vode, predviđa rizik od nastanka plikova i optimizuje strategije sušenja na osnovu dizajna transformatora, nivoa vlage i raspoloživog vremena van mreže. Korišćenjem dinamičkih šablona migracije vlage i ugrađenih algoritama, softver predlaže najefikasniji metod sušenja, ublažavajući rizike povezane sa konvencionalnim tretmanima vakuumom. Pored toga, pruža kontrolu u realnom vremenu nad parametrima sušenja, sprečavajući kvarove tokom procesa sušenja.

Ključne riječi: transformator, održavanje, sušenje, pristup vođen podacima

Summary: This paper presents a data-driven approach to transformer drying, ensuring both safety and efficiency by dynamically adjusting drying curves based on water movement insights.

Vacuum treatment plants have been widely used for drying wet and gassing transformers, but their efficiency is often limited in real-world scenarios, particularly for moderately to severely wet units.

Water plays a critical role in transformer paper insulation, influencing its mechanical integrity and overall reliability. The movement of water between paper and oil is a dynamic process driven by temperature fluctuations, equilibrium shifts, and material properties. Utilizing moderately wet or wet transformers can potentially lead to free water blistering and insulation breakdown.

To address these challenges an algorithm component of Substation Digital is in development which integrates real-time sensor data and predictive modeling to monitor water migration within the transformer. This advanced tool dynamically allocates water content, predicts blistering risks, and optimizes drying strategies based on transformer design, moisture levels, and available offline time. By leveraging historical moisture migration patterns and built-in algorithms, the software suggests the most effective drying method, mitigating risks associated with conventional vacuum treatments. Additionally, it provides real-time control over drying parameters, preventing failures during the drying process.

Key words: transformer, maintenance, drying, data-driven approach

Pitanja za diskusiju:

1. Na osnovu kojih podataka softver donosi odluke – i koliko se ti podaci oslanjaju na senzore, a koliko na projektne karakteristike samog transformatora?
2. Možete li navesti konkretan primjer iz prakse gdje je alat “Substation Digital” primijenjen na stvarnom transformatoru? – Koji je bio stepen vlažnosti, koji tip tretmana je predložen, i kakav je bio ishod?
3. Da li je alat već u komercijalnoj upotrebi, i ako jeste – na kojim tržištima (i kod kojih korisnika)? – Postoji li implementacija u elektroprivredama, prenosnim sistemima ili kod proizvođača opreme?

R A2-05 IZAZOVI DIJAGNOSTIKE I PRAĆENJA STANJA USLED NOVIH TRENDOVA IZRADA I PRIMENE TRANSFORMATORA

Autori: Branka Đurić, Elektrotehnički institut Nikola Tesla
Akcionarsko Društvo Beograd
Vesna Radin, Elektrotehnički institut Nikola Tesla
Akcionarsko Društvo Beograd
Dragan Teslić, Elektrotehnički institut Nikola Tesla
Akcionarsko Društvo Beograd
Nenad Stevanović, Ogranak TE-KO Kostolac

Recenzent: Janko Gardašević, dipl.el.ing. – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić

Kratak sadržaj: Dijagnostika i praćenje stanja transformatora bazirani su na standardnim ispitivanjima i kriterijumima, što u osnovnom obimu obuhvata električna merenja i hemijska ispitivanja ulja. Sva ova ispitivanja kao rezultat daju vrednosti električnih ili hemijskih parametara čije su apsolutne vrednosti i trendovi promene unapred poznati i povezani sa uobičajenim mehanizmima starenja/deformacije.

Međutim, sa napretkom u konstrukciji transformatora, primenom novih materijala i uvođenjem savremenih tehnologija, i mehanizmi pojave disfunkcije i starenja se menjaju, pa je neophodno

prilagoditi ispitne metode i kriterijume merenih parametara kako bi ostali efikasni u ranom otkrivanju potencijalnih kvarova. Posebno je neophodno ažurirati dijagnostičke kriterijume i usavršiti algoritme za analizu dobijenih rezultata ispitivanja ulja, jer transformatorsko ulje dolazi u kontakt sa svim vitalnim delovima i izloženo je pogonskim uticajima.

Tako na primer, sve veća primena vakuumskih regulatora napona umesto tradicionalnih uljnih, dovodi do promena u mehanizmu stvaranja i vrsti rastvorenih gasova u ulju, što utiče na interpretaciju rezultata gasnohromatografske (GH) analize. Dodatni izazov predstavljaju promene u radnim uslovima transformatora iz obnovljivih izvora energije, kao što su vetro i solarne elektrane, koje dovode do neuobičajenih obrazaca opterećenja i utiču na procese termičke i električne degradacije. Pored toga, sve češća upotreba novih tehnologija u proizvodnji ulja, utiče na promene u dijagnostičkim parametrima, zahtevajući nove referentne vrednosti i metodologije za tumačenje podataka.

Ovaj rad ilustruje moguće načine adaptacije postojećih dijagnostičkih metoda i kriterijuma ocene u ispitivanju transformatorskog ulja, sa posebnim osvrtom na vakuumske regulatore napona, primenu u obnovljivim izvorima energije i novim tehnologijama proizvodnje ulja, kroz primere iz dosadašnje prakse. Ukazuje se na potrebu kontinuiranog prilagođavanja dijagnostičkih metodologija, posebno gasne hromatografije kao brze i pouzdane metode, koja ima široku primenu u praksi.

Ključne riječi: gasna hromatografija, energetski transformator, vakuumski regulator napona, obnovljivi izvori energije, nove tehnologije, dijagnostika

Summary: Diagnostics and condition monitoring of transformers are based on standard tests and criteria, which primarily include electrical measurements and chemical analysis of oil. The main goal of all methods is to correlate test results with predefined aging/change trends in transformer components. However, with advancements in transformer design, the use of new materials, and the introduction of modern technologies, test methods and criteria must be adapted to remain effective in the early detection of potential failures, as the mechanisms of dysfunction and accelerated aging are also evolving. It is particularly necessary to

update diagnostic criteria and refine algorithms for analyzing oil test results, as transformer oil comes into contact with all vital components and is exposed to operational influences.

For instance, the increasing use of vacuum on-load tap-changers instead of traditional oilbased ones leads to changes in the mechanism of gas formation and the type of dissolved gases in the oil, which affects the interpretation of dissolved gas analysis (DGA). An additional challenge is posed by changes in transformer operating conditions due to renewable energy sources, such as wind and solar power plants, which introduce unusual load patterns and impact thermal and electrical degradation processes. Furthermore, the growing use of new technologies in oil production alters diagnostic parameters, requiring new reference values and methodologies for data interpretation.

This paper illustrates possible ways to adapt existing diagnostic methods and evaluation criteria in transformer oil testing, with a special focus on vacuum on-load tap-changers, applications in renewable energy sources, and new oil production technologies, using examples from past practice. It highlights the need for continuous adaptation of diagnostic methodologies, particularly DGA as a fast and reliable method widely used in practice.

Key words: DGA, Power Transformer, Vacuum OLTC, Renewable Energy, New Technologies, Diagnostics

Pitanja za diskusiju:

1. U radu ste naveli ispitivanje ulja na transformatoru 20.5/0.75kV snage 60 MV, tj odradili ste test gasiranja ulja. Kako se pokazalo da ovo ulje ima sklonost ka izdvajanju gasova na visokim temperaturama i da to nije povezano sa termičkim ili električnim kvarom, da li bi se problem riješio samo zamjenom postojećeg ulja nekim kvalitetnijim ili poboljšanim hlađenjem transformatora?
2. U radu je opisano i ponašanje transformatorskog ulja u transformatorima u vjetro parkovima. Interesuje me da li ste radili ispitivanja transformatorskog ulja kod transformatora koji se koriste u solarnim elektrama i kakav uticaj na ulje imaju promjene opterećenja?

III Grupa A3 – Prenosna i distributivna oprema

Predsjednik STK A3: mr Stevan Čanović – Crnogorski elektroprenosni sistem AD

U okviru grupe A3 – **prenosna i distributivna oprema** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Problemi korišćenja opreme visokog napona;
2. Održavanje i popravka opreme visokog napona;
3. Nove ispitne metode, tehnologija, monitoring;
4. Uticaj važeće regulative i tehničkih standarda na odabir VN opreme u postrojenjima;
5. Digitalizacija opreme srednjeg i visokog napona;
6. Dekarbonizacija opreme srednjeg i visokog napona - zamjena SF6 gasa sa novim medijima sa manjim uticajem na okolinu.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe A3 dali su **recenzenti**:

- dr Vladan Durković – Elektrotehnički fakultet - UCG;
- Goran Čevriz, dipl.el.ing. – Siemens Energy;
- Božo Đukanović - Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- Saša Bojović - Crnogorski elektroprenosni sistem AD;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 4 rada.

R A3-01

**MOGUĆNOSTI UPOTREBE TEORIJE KONAČNIH
ELEMENATA I CFD SOFTVERA U CILJU SIMULACIJE
PONAŠANJA ELEKTRIČNOG LUKA**

APPLICATION POTENTIAL OF FINITE ELEMENT
THEORY AND CFD SOFTWARE IN ELECTRIC ARC
BEHAVIOR SIMULATION

Autori: Veljko Đurković, CGES AD
Vladan Radulović, Elektrotehnički fakultet – UCG

Recenzent: Goran Čevriz, dipl.el.ing. – Siemens Energy;

Kratak sadržaj: CFD [Computational Fluid Dynamics] softveri su sve zastupljeniji u simulacijama elektromagnetnih prelaznih procesa. Proračuni u ovim softverima zasnivaju se na teoriji konačnih elemenata [Finite Element Theory], čime se omogućava rješavanje zahtjevnih, nelinearnih problema, koji iziskuju dosta kompjuterskih resursa. U ovom radu biće prikazan pregled literature vezane za primjenu pomenute teorije u cilju simulacije ponašanja električnog luka. Na početku, biće predstavljena teorijska osnova simulacije električnog luka upotrebom MHD [Magnetohydrodynamics] teorije. Pregled literature pruža osvrt na mogućnosti koje navedeni metod pruža, od jednostavnih simulacija električnog luka između metalnih dijelova pod naponom, pa sve do primjene pomenutih softvera za analizu luka kod prekidača koji se koriste u savremenim elektroenergetskim sistemima.

Ključne riječi: MHD, CFD, Teorija Konačnih Elemenata, Električni Luk, Prekidači, Visokonaponska Oprema

Summary: CFD [Computational Fluid Dynamics] software is becoming increasingly prevalent in simulations of electromagnetic transients. Calculations in these software tools are based on Finite Element Theory, enabling the solution of complex, nonlinear problems that require significant computational resources. This paper presents a literature review related to the application of the aforementioned theory for simulating electric arc behavior. Initially, the theoretical basis for electric arc simulation using MHD [Magnetohydrodynamics] theory will be presented. The literature review provides an overview of the capabilities this method offers, ranging from simple simulations of electric arcs between energized metal parts to the application of such software in arc analysis for

circuit breakers used in modern power systems.

Key words: MHD, CFD, Finite Element Theory, Electric Arc, Circuit Breakers, High-voltage Equipment

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način računarska dinamika fluida (CFD) doprinosi boljem razumijevanju procesa koji se odvijaju unutar električnog luka?
2. Kako različiti procenti zastupljenosti provodnog materijala u gasu utiču na rezultate simulacije?
3. Koji električni parametri se uzimaju u obzir za modelovanje simulacije električnog luka jednosmjerne struje?

**R A3-02 PLAN I AKTIVNOSTI ODRŽAVANJA TRAFOSTANICA
35/X kV/kV, IZRADA RADNIH I ISPITNIH
IZVJEŠTAJA**

MAINTENANCE PLAN AND ACTIVITIES OF
SUBSTATIONS 35/X kV, PREPARATION OF WORK
AND TEST REPORTS

Autori: Ivan Brajović, CEDIS d.o.o. Podgorica

Recenzent: Božo Đukanović - Crnogorski elektroprenosni sistem
AD;

Kratak sadržaj: Kao dio preventivnog održavanja Služba za održavanje TS 35/x kV/kV i kablova, na osnovu godišnjih planova, vrši redovno periodično održavanje opreme u postrojenjima (revizija) i po potrebi vrši otklanjanje uočenih nedostaka (remont) u dijelu elektromontažnih radova u postrojenjima TS 35/x kV/kV na teritoriji Crne Gore.

Preventivno održavanje se kao planski proces sprovodi u skladu sa utvrđenim vremenskim rokovima, važećim nacionalnim tehničkim propisima i standardima i operativnim procedurama, u cilju smanjenja vjerovatnoće kvara opreme i slabljenja karakteristika iste. [Rutinske i preventivne radnje koje imaju za cilj da održavaju opremu u dobrom radnom stanju, čime se minimiziraju neočekivani kvarovi i poremećaji].

Revizija se vrši na licu mjesta, u trafostanicama 35/x kV/kV, pri čemu se stanje objekta, djelova objekta, opreme i uređaja: pregleda, provjerava, mjeri i ispituje. Revizijom se utvrđuje stvarno stanje

objekta, djelova objekta, opreme ili uređaja (nedostaci i promjene na objektu).

Ukoliko su nedostaci uočeni prilikom revizije takvi da zahtijevaju veće popravke i zamjenu dotrajalih djelova, odgovorni rukovodilac radova zakazuje remont opreme u trafostanici.

Prilikom vršenja elektromontažnih radova na održavanju objekata izvršioi koriste stečeno znanje i iskustvo uz korišćenje i upotrebu lične zaštitne opreme, ličnog alata i osnovnih instrumenta, kolektivnog alata, kao i specijalističkih instrumenta za mjerenje električnih veličina i parametara koji se koriste za dijagnostiku stanja opreme.

Ključne riječi: Trafostanica - Održavanje - Revizija - Remont - Ispitivanje - Mjerenje - Izvještaj

Summary: As part of preventive maintenance, the Department for maintenance of TS 35/x kV/kV and cables, based on the annual plans, performs periodical subsatation [audit] and, if necessary, removes observed defects [overhaul] in 35/x kV/kV substations in Montenegro.

Preventive maintenance is carried out as a planned process in accordance with established deadlines, valid national technical regulations and standards and operational procedures, with the aim of reducing the probability of equipment failure and weakening its characteristics. [Routine and preventive actions that aim to keep equipment in good working condition, thus minimizing unexpected breakdowns and disruptions].

The audit is carried out on site, in 35/x kV/kV substations, whereby the condition of the equipment and devices: is inspected, checked, measured and tested. The audit determines the actual working condition of the, equipment or devices [defects or abnormalities].

If the deficiencies observed during the audit are such that they require major repairs and the replacement of worn parts, schedules an overhaul of the equipment in the substation.

When performing maintenance activities, the executors use the acquired knowledge and experience with the use of personal protective equipment, personal tools and basic instruments, collective tools, as well as specialist instruments for measuring electrical quantities and parameters used to diagnose the working condition of the equipment.

Key words: Substation - Maintenance - Audit - Overhaul -

Electrical testing- Measurement – Report

Pitanja za diskusiju:

1. Da li planirate da u skorijoj budućnosti u Plan Održavanja pored preventivnog bude zastupljeno i prediktivno održavanje kao optimalnije sa spekta troškova, vremena trajanja ispada i pouzdanosti sistema?

R A2-03

**PREDICTION OF MAINTENANCE NEEDS ON HV
DISCONNECTORS WITH TENDENCY ANALYSIS
BASED ON THE PROCESSED HISTORICAL DATA**

Autori: OZAN UTKU SEVIK
OMER KARA

Recenzent: Saša Bojović - Crnogorski elektroprenosni sistem
AD;

Summary: The cost of poor quality in the energy systems increased due to the presence of commercial loads with high economic value, such as transportation, infrastructure, and banking. Different methodologies have been followed to improve the energy quality. One of the most critical steps to reach the targeted electrical energy supply quality is ensuring the continuity of power transmission and distribution. As a long-term disconnecter producer, we suggest implementing predictive maintenance methodologies to support the systems from the view of continuity in power flow while increasing the efficiency in time and budget management. Predictive maintenance employs the resources reserved by the system authorities for inspection and maintenance more effectively in comparison with planned maintenance. Continuous monitoring of the disconnecter by utilizing proper sensors and an appropriate data processing software enables the system to follow the actual situation of the device and compare the instantaneous performance with the average parameters calculated from the historical data set of the same product. In case of a tendency showing a probable permanent change in the performance, which is out of the operational tolerances, the predictive system may alert the authority's maintenance unit.

In our system design, we follow the current carrying performance of the main circuit and the mechanical performance of the disconnecter, then analyze the actual performance by considering the environmental conditions. To achieve the targeted prediction, temperature, position, voltage, and current sensors are employed together with data loggers and a decision-making algorithm in the system.

Key words: High voltage disconnecter, predictive maintenance, monitoring, sensor, data collection, data analysis, decision making, efficiency

R A3-04

**STATIČKI I DINAMIČKI OTPOR
VISOKONAPONSKIH PREKIDAČA**

STATIC AND DYNAMIC RESISTANCE OF HIGH-
VOLTAGE CIRCUIT BREAKERS

Autor:

MSc Milena Bogetić, Crnogorski elektroprenosni
sistem
prof. dr Vladan Radulović, Elektrotehnički fakultet
MSc Stevan Čanović, Crnogorski elektroprenosni
sistem

Recenzent:

dr Vladan Durković – Elektrotehnički fakultet -
UCG;

Kratak sadržaj: Visokonaponski prekidači predstavljaju automatske, upravljive sklopne uređaje namijenjene za prekidanje električnih kola, odnosno pojedinih djelova elektroenergetskog sistema [EES], kao što su generatori, transformatori, nadzemni vodovi, kablovski sistemi, sabirnice i drugi elementi. Njihova funkcija obuhvata isključenje kola pod opterećenjem i bez opterećenja u normalnim uslovima rada, kao i isključenje struja preopterećenja i kratkih spojeva tokom havarijskih stanja. Osnovna uloga visokonaponskog prekidača jeste da omogući sigurno i pouzdano prekidanje strujnog toka u navedenim režimima rada, pri čemu mora da izdrži sva termička i dinamička naprezanja koja nastaju uslijed prekidanja struje. Istovremeno, u normalnim uslovima rada, prekidač mora omogućiti prenos električne energije uz minimalne gubitke. Radi očuvanja tehničke ispravnosti i pouzdanosti rada, neophodno je sprovođenje preventivnih dijagnostičkih ispitivanja prekidača. Ova

ispitivanja obuhvataju mjerenje statičkog i dinamičkog prelaznog otpora, čime se omogućava uvid u stanje kontakata prekidača, kao i u karakteristike električnog luka koji se formira tokom procesa prekidanja strujnog toka.

Ključne riječi: Visokonaponski prekidač, Elektroenergetski sistem, Električni luk, Kontakti prekidača, Metoda ispitivanja, Statički i dinamički otpor

Summary: High-voltage circuit breakers [HV CB] are automatic, controllable switching devices designed to interrupt electric circuits or sections of the power system [e.g., generators, transformers, overhead transmission lines, power cables, busbars, etc.], both under load and no-load conditions during normal operating modes. Additionally, they are intended to interrupt overload currents and fault currents during emergency operating conditions. The primary function of a circuit breaker is to safely and reliably interrupt current flow under the aforementioned scenarios, withstanding all thermal and electrodynamic stresses that may arise during these events. In normal operating conditions, circuit breakers must also conduct electrical energy with minimal power losses. To ensure reliable operation, preventive condition assessments of circuit breakers must be carried out. These assessments include testing of static and dynamic contact resistance, which provides insight into the condition of the breaker contacts and the arc phenomena that occur during the switching transient process.

Key words: High-voltage circuit breaker, Power system, Electric arc, CB contacts, Testing method, Static and dynamic resistance

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko često se provjeravaju statički i dinamički otpor prekidača?
2. Da li je moguće formirati kriterijum na osnovu koga bi se formirala lista za vanrednu provjeru otpora prekidača?

IV Grupa B1 – Kablovi

Predsjednik STK B1: Boris Babović, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem

U okviru grupe B1 – **kablovi** predložene su sljedeće **preferencijalne teme:**

1. Konstrukcija kabla i kablovskog pribora;
2. Projektovanje i polaganje kablovskih vodova;
3. Iskustva u održavanju kablovskih vodova;
4. Uticaj kabla i kablovskog pribora na životnu sredinu tokom eksploatacije;
5. Napredne tehnologije za budući monitoring i optimizaciju kablovskih vodova

Stručnu ocjenu radu iz grupe B1 dao je **recenzent:**

- Boris Babović, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 3 rada.

R B1-01

**TEHNIČKA ANALIZA NOVOG DVOSTRUKOG
KABLOVSKOG VODA 2X110KV ZA PROJEKAT
LUŠTICA LOT2**

Autori: Miloš Milošević, MINS ELEKTRO DOO Beograd
Goran Jović, MINS ELEKTRO DOO Beograd
Borko Vuksanović, CGES AD

Recenzent: Boris Babović, dipl.el.ing. – Crnogorski
elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: Ovaj rad će predstaviti i dati detaljno pojašnjenje tehničke analize koja je izrađena za potrebe projektovanja novog kablovskog voda 2x110kV za Projekat Luštica Lot2.

Za potrebe Crnogorskog Elektroprenosnog Sistema [CGES] predviđeno je strateško proširenje prenosne mreže 110kV na reon poluostrva Luštica, sa novim glavnim čvorištem u TS Radovići 110/35kV. Napajanje 110kV naponom nove TS Radovići izvodi se iz dva smera, TS Lastva i TS Tivat. Planirano je rasecanje postojećeg dalekovoda 110kV i polaganje novih kablovskih vodova 2x110kV do TS Radovići, odnosno nastaju dva nova mešovita voda koja se povezuju sa novom TS po principu ulazizlaz. Novi kablovski vodovi su dužine oko 11,5km tako da će predstavljati bitan element u elektroprenosnom sistemu.

Predviđena trasa polaganja kablova je kompleksna zbog raznovrsnih geoloških odlika terena, postojeće i planirane putne, kanalizacione i druge infrastrukture, te realnih klimatskih i atmosferskih parametara na mikrolokaciji. Imajući u vidu sve navedeno, cilj tehničke analize jeste optimizacija i postizanje maksimalne iskoristive prenosne moći kablovskih vodova.

Biće razmatrani različiti načini polaganja, odabir i broj spojnica, tehnički aspekt i uticaj načina povezivanja električnih zaštita [plašteva] između deonica [bonding], uticaj postojećih kablova kao izvora grejanja, uticaj infrastrukture [prelaz ispod saobraćajnica, postojećih kanala itd.]

Sva navedena razmatranja biće data kroz odgovarajuće modele u programskom paketu CYMCAP 8.0.

Ključne riječi: visokonaponski kabl, projektovanje, modelovanje, CYMCAP

Summary: This paper will present and provide a detailed

explanation of the technical analysis that was made for the purposes of designing a new 2x110kV cable line for the Luštica Lot2 Project.

For the needs of the Montenegrin Electric Transmission System (CGES), a strategic expansion of the 110kV transmission network to the area of the Luštica peninsula, with a new main hub in SS Radovići 110/35kV, is foreseen. The 110kV power supply of the new SS Radovići is carried out from two directions, SS Lastva and SS Tivat. It is planned to cut the existing 110kV transmission line and lay new 2x110kV cable lines to SS Radovići, that is, two new mixed lines will be created that will be connected to the new SS according to the input-output principle. The new cable lines are about 11.5 km long, so they will represent an important element in the electrical transmission system.

The planned cable laying route is complex due to various geological features of the terrain, existing and planned road, sewage and other infrastructure, as well as realistic climatic and atmospheric parameters in the microlocation. Bearing in mind all of the above, the goal of the technical analysis is to optimize and achieve the maximum usable transmission power of cable lines.

Different methods of laying, selection and number of joints, technical aspect and influence of the method of connection of electrical protections [sheaths] between sections [bonding], influence of existing cables as a heating source, influence of infrastructure [passage under roads, existing canals, etc.] will be considered.

All the above considerations will be given through the corresponding models in the CYMCAP 8.0 software package.

Key words: High voltage Cable, Design, Model, CYMCAP

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su ključni kriterijumi pri izboru između djelimičnog i potpunog cross-boundinga u projektima?
2. Postoje li dodatne tehničke mjere, osim cross-boundinga, koje bi mogle povećati kapacitet prenosa na istom kablovima?
3. Kako balansirati između tehničke optimizacije i ekoloških ograničenja kod polaganja u turističkim područjima?

INDUSTRIJSKU PRIMJENU

DEVELOPMNET OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY CABLES FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

Autor: Dražen Topalović, CEDIS d.o.o. Podgorica

Recenzent: Boris Babović, dipl.el.ing. – Crnogorski
elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: U posljednjim godinama, ekološki faktori imaju značajan uticaj na odabir dizajna i materijala koji se koriste pri proizvodnji kablovskih vodova.

Ovaj rad bavi se analizom uticaja kablova na životnu sredinu, kao i način na koji različiti ekološki uslovi mogu uticati na performanse i pouzdanost kablova. Ekološki problemi uključuju emisiju toksičnih materijala iz kablovskih vodova, što može dovesti do zagađenja zemljišta i podzemnih voda. S druge strane, faktori kao što su prisustvo vlage, hemikalija, ulja i rastvarača mogu negativno uticati na kvalitet i životni vijek kablova. Kako bi se smanjili ovi negativni efekti, razvijeni su ekološki prihvatljiviji kablovi i materijali.

Međutim pri konstrukciji i dizajnu kablovskih vodova, ključno je uzeti u obzir i ekološke aspekte tokom proizvodnje materijala za izolaciju i zaštitu kablova. U ovom radu biće predstavljeni inovativni dizajni kablova i materijali koji doprinose smanjenju ekoloških uticaja. Poseban fokus biće stavljen na tehnologije koje minimizuju štetan uticaj na životnu sredinu, a uporedo sa tim doprinose i produžavanju životnog vijeka kablova. Biće razmatrani napreci u materijalima za izolaciju i zaštitu kablova, kao i novi dizajni koje treba uzeti u obzir pri odabiru i primjeni kablova u industrijskim postrojenjima kao što su naftna i hemijska postrojenja. Takođe, razmotriće se i druga ključna pitanja, poput prečnika kablova, otpornosti na kratke spojeve, mehaničkih karakteristika, instalacije, spojeva i završetaka kablova.

Ključne riječi: ekološki faktori, konstrukcija kablova, zaštita životne sredine, toksični materijali

Summary: In recent years, environmental factors have had a significant impact on the selection of design and materials used in the production of cable systems. This paper analyzes the impact of cables on the environment, as well as how various environmental conditions can affect the performance and reliability of cables. Environmental issues include the emission of toxic materials from

cables, which can lead to soil and groundwater contamination. On the other hand, factors such as the presence of moisture, chemicals, oils, and solvents can negatively impact the quality and lifespan of cables.

To reduce these negative effects, more environmentally friendly cables and materials have been developed. However, when designing and constructing cable systems, it is crucial to consider environmental aspects during the production of materials for insulation and cable protection. This paper will present innovative cable designs and materials that contribute to reducing environmental impacts.

A special focus will be placed on technologies that minimize harmful effects on the environment while also contributing to the extension of cable lifespan. Advances in materials for cable insulation and protection will be discussed, as well as new designs to consider when selecting and applying cables in industrial facilities such as oil and chemical plants. Additionally, other key issues will be addressed, such as cable diameter, short-circuit resistance, mechanical properties, installation, joints, and cable terminations

Key words: environmental factors, cable construction, environmental protection, toxic materials

Pitanja za diskusiju:

1. Kako bi prelazak na nove materijale mogao uticati na pouzdanost sistema u periodu dužem od očekivanog vijeka trajanja?
2. Postoji li rizik da novi materijali izaovu druge ekološke probleme [npr. reciklaža polimera]?
3. Da li su ekonomske uštede u potpunosti mjerljive samo na osnovu troškova instalacije, ili bi trebalo uključiti i indirektne faktore [npr. prekidi u snabdijevanju, održavanje]?

R B1-03

**RAZVOJ GRAFIČKOG KORISNIČKOG INTERFEJSA
ZA ANALIZU I OPTIMIZACIJU KABLOVSKIH
VODOVA PRIMJENOM MATLAB RAZVOJNOG
OKRUŽENJA**

DEVELOPMENT OF A GRAPHICAL USER INTERFACE
FOR ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF CABLE
LINES USING THE MATLAB DEVELOPMENT

ENVIRONMENT

Autori: MSc Nemanja Kostić, CEDIS d.o.o. Podgorica
Aleksandra Jaredić, CEDIS d.o.o. Podgorica

Recenzent: Boris Babović, dipl.el.ing. – Crnogorski
elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: Sa stalnim razvojem tehnologije i uvećanim zahtjevima za pouzdanošću i efikasnošću elektroenergetskih sistema, projektovanje kablovskih vodova postaje ključni izazov inženjerske prakse. Različite konstrukcione karakteristike kablovskih vodova, uključujući impedansu, termičku otpornost i pad napona, zahtijevaju preciznu analizu i optimizaciju kako bi se osigurao optimalan rad sistema. Iako postoje etablirane metode za proračun parametara kablovskih vodova, ograničen broj softverskih rješenja nudi integrisani pristup koji obuhvata sve relevantne aspekte projektovanja.

Cilj ovog rada je razvoj MATLAB softverskog rješenja sa grafičkim korisničkim interfejsom [GUI], koje omogućava sveobuhvatnu analizu i optimizaciju kablovskih vodova, u skladu sa međunarodnim standardima. Razvijena aplikacija omogućava korisnicima da unesu ulazne parametre i dobiju ključne rezultate, uključujući proračun pada napona, termičkog ponašanja, maksimalne struje kratkog spoja, kao i proračun životnog vijeka i smanjenja gubitaka električne energije selektovanih kablovskih vodova, pri njihovoj eksploataciji. Softver pruža visok nivo fleksibilnosti i automatizacije pri donošenju inženjerskih odluka vezanih za projektovanje, selekciju i optimizaciju kablovskih sistema. Uporedo sa tim, dizajniran je da bude intuitivan i lako primjenjiv u praksi, omogućavajući upotrebu čak i korisnicima sa ograničenim poznavanjem naprednih analitičkih metoda. Analizom dobijenih rezultata potvrđeno je da projekat ispunjava sve postavljene tehničke zahtjeve i da su svi funkcionalni ciljevi uspješno ostvareni. Ovaj alat može se koristiti za efikasno projektovanje i optimizaciju kablovskih sistema, pružajući korisnicima relevantne informacije pri donošenju inženjerskih odluka.

Ključne riječi: Kablovski vodovi, MATLAB, Grafički interfejs, optimizacija, analiza, energetska efikasnost

Summary: With the constant advancement of technology and the increased demand for reliability and efficiency in power systems, the design of cable lines has become a key challenge in engineering practice. Various design characteristics of cable lines, including impedance, thermal resistance, and voltage drop, require precise analysis and optimization to ensure optimal system performance. Although established methods for calculating cable line parameters exist, a limited number of software solutions offer an integrated approach that covers all relevant aspects of design.

The goal of this paper is to develop a MATLAB software solution with a graphical user interface [GUI] that enables comprehensive analysis and optimization of cable lines, in accordance with international standards. The developed application allows users to input parameters and obtain key results, including calculations for voltage drop, thermal behavior, maximum short-circuit current, as well as calculations for service life and reduction of electrical energy losses in selected cable lines, during their exploitation. The software provides a high level of flexibility and automation in making engineering decisions related to the design, selection, and optimization of cable systems. At the same time, it is designed to be intuitive and easily applicable in practice, enabling use even by users with limited knowledge of advanced analytical methods.

Analysis of the obtained results confirmed that the project meets all set technical requirements and that all functional objectives have been successfully achieved. This tool can be used for efficient design and optimization of cable systems, providing users with relevant information to aid in engineering decisionmaking.

Key words: Cable lines, MATLAB, Graphical user interface, optimization, analysis, energy efficiency

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način algoritam filtrira kandidate prema graničnim vrijednostima i kako se obrađuju slučajevi kada više kablova ima identične performanse?
2. Da li softver uzima u obzir dinamičke promjene opterećenja tokom eksploatacije i kako bi se mogao proširiti na takav scenario?
3. Kako je implementiran višekriterijumski sistem rangiranja- da li su

ponderi kriterijuma unaprijed definisani ili ih korisnik sam može podešavati?

4. Kako je riješeno skaliranje softvera za rad sa velikim bazama podataka kablova različitih proizvođača?

5. Koji matematički modeli su korišćeni za proračun pada napona, termičkih karakteristika i dozvoljene struje opterećenja kablovskih vodova?

V Grupa B2 – Nadzemni vodovi

Predsjednik STK B2: Ranko Radulović, dipl.el.ing.

U okviru grupe B2 – **nadzemni vodovi** predložene su sljedeće **preferencijalne teme:**

1. Izazovi i nova rešenja u projektovanju i izgradnji novih nadzemnih vodova;
2. Nove tehnike u upravljanju imovinom i investicijama, povećanje kapaciteta, rekonstrukcije nadzemnih vodova;
3. Nadzemni vodovi: uticaj na životnu sredinu i bezbjednost;
4. Koordinacija izolacije na nadzemnim vodovima, posebno sa aspekta u slučajevima visokih vrijednosti specifičnog otpora tla;
5. Iskustva i mjere poboljšanja prelaznog otpora uzemljivača nadzemnih vodova u uslovima visokih vrijednosti specifičnog otpora tla;
6. Iskustva ka poboljšanjima karakteristika prenosne moći nadzemnih vodova;
7. Nove tehnologije za monitoring nadzemnih vodova [dronovi, satelitski snimci - praćenje vegetacije i vodova havarijskih stanja, DLR - Dynamic Line Rating, softverska rešenja za obradu podataka i sl.]
8. Alternativna rešenja za rekonstrukciju nadzemnih vodova [havarijski stubovi, nova rešenja zavješanja, i sl.].

Stručnu ocjenu radovima iz grupe B2 su dali **recenzenti:**

- Boris Ostojić, dipl.el.ing. - Crnogorski elektrodistributivni sistem
- Šeljko Redžepagić, dipl.el.ing. - AE Studio Podgorica
- Ranko Radulović, dipl.el.ing.
- Rade Dašić - Crnogorski elektrodistributivni sistem

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 5 radova.

R B2-01

**IZAZOVI I NEKI NOVI ZAHTJEVI U
PROJEKTOVANJU NADZEMNIH VODOVA
UZROKOVANIH PRIMJENOM DIJELA NOVIH
ZAKONA I STANDARDA**

Autori: Dževad Imširović, Elektroprenos – Elektroprijenos
BIH, OP Tuzla

Recenzent: Šeljko Redžepagić, dipl.el.ing. - AE Studio
Podgorica

Kratak sadržaj: U projektovanje nadzemnih vodova u BiH i zemljama okruženja već se dešavaju, a u narednom periodu će biti znatnije izmjene i nova rješenja kao rezultat pooštrenih zahtjeva iz novih standarda, zakona i proisteklih pravilnika. U radu će se dati kratak osvrt na tri značajnije promjene.

Prva se tiče samih gabarita stubova koji su sada robusniji a zahtjevi koji su proistekli iz norme EN 50341-1 Nadzemni električni vodovi naizmjenične struje iznad 1 kV i povezanih standarda (EN 61284, EN 60826,...) su kompleksniji pa pored ostaloga uzimaju se i dejstva na vodove kroz kombinaciju opterećenja vjetrom i ledom.

Druga promjena se tiče podizanja same udaljenosti 400 kV nadzemnih vodova od terena preko kojeg prelaze zbog pooštrenih zahtjeva vezanih za električna i magnetna polja iz Zakona o zaštiti od nejonizirajućih zračenja i proisteklih pravilnika.

Treća se tiče temeljenja stubova i proisteklih izmjena usljed detaljnih geotehničkih ispitivanja tla na svakom stubnom mjestu prema važećim pravilnicima. U radu će se dati i neki primjeri iz prakse.

Ključne riječi: nadzemni vodovi, EN 50341, električna i magnetna polja, geotehnička ispitivanja, stubovi, novi standardi, zakon o nejonizirajućem zračenju, projektovanje

Summary: In the design of overhead power lines in Bosnia and Herzegovina and neighboring countries, changes and new solutions are already taking place, and even more significant modifications are expected in the near future as a result of stricter requirements from new standards, laws, and resulting regulations. This paper provides a brief overview of three major changes.

The first concerns the dimensions of the towers themselves, which

are now more robust. The requirements derived from the EN 50341-1 standard Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV and related standards [EN 61284, EN 60826, etc.] are more complex. Among other things, they take into account the effects on lines through combinations of wind and ice loads.

The second change relates to the increased clearance of 400 kV overhead lines from the ground they cross, due to stricter requirements regarding electric and magnetic fields, as stipulated in the Law on Protection from Non-Ionizing Radiation and the resulting regulations.

The third change concerns the foundation of towers and the resulting modifications based on detailed geotechnical investigations of the soil at each tower location, in accordance with current regulations. Practical examples will also be provided.

Key words: overhead lines, EN 50341, electric and magnetic fields, geotechnical investigations, towers, new standards, non-ionizing radiation law, design

Pitanja za diskusiju:

1. Možda je pod tačkom 2. i 3. bilo potrebno dat osvrt na srednje naponske vodove 10,20 i 35kV.
2. Da li se u CG radi na izradi novog pravilnika o izgradnji nadzemnih vodova 1kV -400kV, ako se radi do koje faze je došla izrada.

R B2-02

**ANALIZA UTICAJNIH FAKTORA NA VRIJEDNOSTI
IZNESENIH NAPONA NADZEMNIM VODOVIMA IZ
VISOKONAPONSKIH RAZVODNIH POSTROJENJA**

ANALYSIS OF THE INFLUENCING FACTORS ON THE
VOLTAGE VALUES TRANSFERRED BY OVERHEAD
LINES FROM HIGH-VOLTAGE SUBSTATIONS

Autori:

MSc Milica Đukić, Elektrotehnički fakultet - UCG ☐
prof. dr Vladan Radulović, Elektrotehnički fakultet
- UCG

Recenzent:

Rade Dašić – Crnogorski elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: Izneseni naponi (odnosno izneseni potencijali, u odnosu na nulti referentni potencijal zemlje) predstavljaju napone koji se iznose iz postrojenja, čiji je uzemljivač došao na nenultu

vrijednost napona, različitim provodnim putevima. Pomenuti naponi mogu predstavljati opasnost od strujnog udara po ljude unutar tog i susjednih visokonaponskih razvodnih postrojenja (VNRP-a) ili njihove okoline. Bezbjednost ljudi je ugrožena ukoliko izneseni naponi za posljedicu imaju napone dodira i koraka, u susjednim postrojenjima postrojenju pogođenom kvarom, čije vrijednosti izlaze iz propisanih okvira. Izneseni naponi zavise od mnogobrojnih faktora. Ovaj rad obrađuje kvantitativne uticaje po dva faktora u kombinaciji, na vrijednosti iznesenih napona do jednog ili više susjednih postrojenja. Analiza se odnosi na visokonaponske nadzemne vodove (NV-e), posmatrane između postrojenja u kom se dogodio kvar sa zemljom i postrojenja do kog/kojih se iznose naponi zaštitnim užetom/užadima. Razmatrani uticajni faktori su: ukupan broj priključenih NV-a, njihove ukupne dužine, broj raspona svakog NV-a, dužina jednog raspona, naponski nivo, temperatura okoline, specifična električna otpornost zemljišta, material zaštitnog užeta, nulta komponenta struje kvara, impedansa uzemljivača postrojenja pogođenom kvarom i impedanse uzemljivača susjednih postrojenja

Ključne riječi: Izneseni napon - Koeficijent iznesenog potencijala - Redukcioni faktor - Zaštitno uže nadzemnog voda

Summary: Transferred voltages [or transferred potentials, relative to the zero reference potential of the ground] represent the voltages carried out of a substation, whose grounding system has reached a nonzero voltage value, through various conductive paths. These voltages can pose a risk of electric shock to people within the affected substation, adjacent high-voltage substations (HVSs), or their surroundings. Human safety is compromised if transferred voltages result in touch and step voltages in neighboring substations, exceeding the prescribed safety limits. Transferred voltages depend on numerous factors. This paper examines the quantitative effects of two factors in combination on the magnitude of transferred voltages reaching one or more neighboring substations. The analysis focuses on high-voltage overhead lines (OHLs) situated between the substation where a ground fault has occurred and the substation[s] to which voltage is transferred via the

shield wire[s]. The considered influencing factors include: the total number of connected OHLs, their cumulative lengths, the number of spans per OHL, the length of a single span, voltage level, ambient temperature, specific soil resistivity, shield wire material, zero-sequence fault current, the grounding impedance of the faulted substation, and the grounding impedances of adjacent substations.

Key words: Transferred voltage - Coefficient of transferred potentials - Reduction factor - Overhead ground wire

Pitanja za diskusiju:

1. Koliki je uticaj otpora (impedanse) uzemljenja susjednih trafostanica niženaponskog nivoa priključenih na nadzemnu mrežu?
2. Koje su osnovne razlike analize za OPGW zaštitno užetopoređujući sa ekvivalentnim čeličnim zaštitnim užetom?

R B2-03

**EFEKTI ZAMJENE ACSR PROVODNIKA 2X490/65
SA ASTER 3X366 NA ELEKTRIČNO I MAGNETNO
POLJE I NA NIVO AUDIO BUKU USLJED KORONE
DVSISTEMSKOG DALEKOVODA 400KV I 110 KV**

EFFECTS OF REPLACEMENT OF ACSR CONDUCTOR
2X490/65 WITH ASTER 3X366 ON THE ELECTRIC
AND MAGNETIC FIELD AND ON THE AUDIO NOISE
LEVEL DUE TO THE CORONA OF THE TWO-SYSTEM
400 KV AND 110 KV TRANSMISSION LINES

Autori:

Milutin Ostojić, Elektrotehnički fakultet - UCG
Dragan Perunović, CGES AD
Božo Đukanović, CGES AD

Recenzent:

Ranko Radulović, dipl.el.ing.

Kratak sadržaj: U posljednje vrijeme se sve više u svijetu, a i kod nas, u skladu sa ekološkim trendovima, nameće pitanje rešavanja zaštite od nejonizujućeg zračenja i buke koje proizvode visokonaponski nadzemni vodovi. Ove zaštite su posebno aktuelne i značajne u blizini zona povećane osjetljivosti. U skladu sa ovim, u ovom referatu biće analizirane raspodjele jačina električnog i magnetnog polja i nivo audio buke koju proizvodi korona

dvosistemskog dalekovoda 400/110 kV Brezna - Kosanica na dionicama u čijim se blizinama nalaze zone povećane osjetljivosti. Ideja je da se na tim dionicama izvrši zamjena provodnika ACSR 2x490/65 sa provodnikom ASTER 3x366, pod uslovom da stubovi i rasponi na tim dionicama ostanu isti kao u prihvaćenom projektu.

Ključne riječi: Električno polje, magnetno polje, magnetna indukcija, korona, audio buka

Summary: Recently, more and more in the world, and also in our country, in accordance with ecological trends, the question of solving the protection against non-ionizing radiation and noise produced by high-voltage overhead lines has arisen. These protections are especially relevant and significant in the vicinity of zones of increased sensitivity. In accordance with this, this report will analyze the distribution of electric and magnetic field strength and audio noise level of the dual-system transmission line 400/110 kV Brezna - Kosanica on the sections near which there are zones of increased sensitivity. The idea is to replace the ACSR 2x490/65 conductor with the ASTER 3x366 conductor on those sections, provided that the poles and spans on those sections remain the same as in the accepted project.

Key words: Electric field, magnetic field, magnetic induction, corona, audio noise

R B2-04 **PRIMJENA VISOKOTEMPERATURNIH
PROVODNIKA MALOG UGIBA (HTLS) U
ELEKTROPRENOSNOJ MREŽI CRNE GORE**
APPLICATION OF HIGH TEMPERATURE LOW SAG
(HTLS) CONDUCTORS IN THE TRANSMISSION
NETWORK OF MONTENEGRO

Autori: Milica Vranić, CGES AD
Nikola Novosel, CGES AD
Ana Despotović, CGES AD

Recenzent: Ranko Radulović, dipl.el.ing.

Kratak sadržaj: Proces zelene tranzicije kojem svjedočimo posljednjih godina nije moguće zamisliti bez kvalitetne prenosne mreže. Razvoj tehnologije i smanjenje cijene proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora doveli su do velikog interesovanja

investitora za vjetro, i naročito solarne elektrane. Mreža treba da se razvija kako bi mogla da podrži takvu varijabilnu proizvodnju, kako kroz gradnju novih prenosnih kapaciteta tako i kroz jačanje postojećih, prije svega povećanja prenosne moći dalekovoda. Temeljem dosadašnjih tehno-ekonomskih analiza za nekoliko najkritičnijih prenosnih dalekovoda na području Crne Gore, pokazana je potpuna opravdanost revitalizacije starih dalekovoda primjenom visokotemperaturnih provodnika malog ugiba (eng. High Temperature Low Sag – skraćeno: HTLS), koji se u svijetu sve više i više koriste, a naročito za ove namjene.

Rad se bavi primjenom specijalnih HTLS provodnika na postojećim dalekovodima 110 kV Perućica – Danilovgrad i 110 kV Podgorica 1 – Danilovgra u cilju povećanja prenosne moći dalekovoda uz zadržavanje, odnosno povećanje, sigurnosnih visina. Poseban osvrt je dat na mehaničke i električne karakteristike HTLS provodnika aktuelnih proizvođača, osnovne razlike u odnosu na klasične Al/Č provodnike, posebnu opremu koju zahtijeva ugradnja ovog tipa provodnika, izazove sa kojima su se investitor i proizvođači susreli prilikom fabričkih testiranja, kao i prilikom instalacije kako samih provodnika tako i pripadajuće spojne opreme, što je zahtijevalo i posebna projektna rješenja.

Ključne riječi: HTLS provodnici, revitalizacija prenosne mreže, povećanje prenosne moći vodova, HVCRC Rovinj

Summary: The green transition process that we have been witnessing in recent years is inconceivable without a quality transmission network. The development of technology and the reduction in the cost of electricity production from renewable sources have led to significant investor interest in wind and especially solar power plants. The network must be developed to accommodate such variable production, both through the construction of new transmission capacities and by strengthening the existing ones, primarily by increasing the transmission capacity of overhead lines.

Based on previous techno-economic analyses of several critical high-voltage transmission lines in Montenegro, the revitalization of old power lines using High Temperature Low Sag (HTLS) conductors has been shown to be fully justified. These conductors are increasingly being used worldwide, especially for this purpose.

This paper focuses on the application of specialized HTLS

conductors on existing 110 Kv transmission lines Perućica – Danilovgrad and 110 kV Podgorica 1 – Danilovgrad to increase transmission capacity while maintaining or improving safety clearances. Special attention is given to the mechanical and electrical characteristics of HTLS conductors from current manufacturers, the main differences compared to conventional aluminum-steel [ACSR] conductors, the specific equipment required for the installation of this conductor type, and the challenges faced by both investors and manufacturers during factory testing and installation—both of the conductors as well as the associated jointing equipment which required special design solutions.

Key words: HTLS conductors, transmission network revitalization, transmission capacity increase, HVCRC Rovinj

Pitanja za diskusiju:

1. U radu se navodi da su ugibi ranijeg provodnika AlFe 150/25 mm² pri temperaturi od +40 st.C isti kao novograđenog provodnika pri temperaturi od +170 st.C. Da li se podatak o temperaturama odnosi na temperaturu provodnika ili temperaturu ambijenta? Da li su temperature mjerene ili preuzete iz projektne, odnosno proizvođačke dokumentacije?
2. Da li su vršena mjerenja gubitaka na dalekovodu prije i poslije zamjene provodnika i, ako su mjerenja vršena, kakvi su rezultati?
3. U radu se navodi da će prenosna moć dalekovoda biti još ugroženija nakon ulaska u pogon G8 u HE Perućica. Na koje povećanje snage HE Perućice se misli ako je njena proizvodna snaga ograničena na oko 285 MW?
4. Zašto su ugaono zatezni stubovi prevođeni u nosno - zatezni sa odstojnicima i kako se to odražavalo na sigurnosne visine koje su na ovaj način smanjene za oko 1,5 m? kako se ovo odražavalo na sigurnosne udaljenosti od stubne konstrukcije kod većih uglova skretanja trase?
5. Obradivač navodi da je prilikom izrade projekta zamjene provodnika sa HTLS provodnikom, dokumentacija rađena za proračun sa kombinovanim opterećenjem: Sa kojim parametrima kombinovanog opterećenja su vršeni proračuni?
6. Obzirom na povećanje prenosne moći dalekovoda (povećanje strujnog opterećenja), da li se nakon puštanja u pogon vršilo mjerenje elektromagnetnog polja, tj. uticaj nejonizujućeg zračenja.

R B2-05

**ISPITIVANJE STANJA PROVODNIKA SA ČELIČNIM
JEZGROM I ČELIČNOG ZAŠITNOG UŽETA
PRIMENOM ROBOTSKE TEHNOLOGIJE**

INSPECTION OF THE CONDITION OF STEEL CORE
CONDUCTORS AND STEEL GROUND WIRES USING
ROBOTIC TECHNOLOGY

Autori:

Urošević Ivan, PD Elektroistok Izgradnja
Vlastimir Tasić, PD Elektroistok Izgradnja
Stefan Jovanović, PD Elektroistok Izgradnja
Zoran Petrović, EMS AD Beograd
Ana Lovrenčić, C&G

Recenzent:

Boris Ostojić, Crnogorski elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: Rano otkrivanje i lokalizacija kvara na elementima nadzemnih visokonaponskih vodova umanjuje troškove održavanja i sprečava neželjene prekide u isporuci električne energije. Da bi se obezbedio siguran i pouzdan prenos u EES-u usled starenja dalekovoda i zahteva u pogledu standarda za upravljanje i održavanje, razvijene su nove tehnike za procenu i dijagnozu različitih elemenata nadzemnih visokonaponskih vodova u cilju potvrde stanja u kojem se elementi ovih vodova nalaze. Jedna od tehnologija je robot [Line Inspection Robot] koji omogućava inspekciju provodnika sa čeličnim jezgrom [ACSR i ACSS] i čeličnih zaštitnih užadi. Robot se može primeniti na dalekovodima u beznaponskom stanju i dalekovodima pod naponom od 500kV dok je primena na provodnicima i zaštitnim užadima ograničena na prečnike od 15mm do 45mm. Robot vrši merenje preostale površine poprečnog preseka sa čeličnim jezgrom i detektuje lokalno oštećenje, prekid provodnika kao i nastalu koroziju. Za razliku od ostalih metoda koje zahtevaju isključenje nadzemnih vodova, uzimanje uzorka i dugotrajno laboratorijsko testiranje, robot [Line Inspection Robot] omogućava pregled i procenu stanja provodnika bez demontaže i spuštanja u radnom polju dalekovoda, uključujući i teško dostupne raspone. Na ovaj način se obezbeđuje veći broj uzoraka, smanjuju troškovi i umanjuju rizici pri uzimanju uzoraka. Dobijeni rezultati se mogu koristiti u postupku procene stanja i optimizacije preostalog životnog veka starih visokonaponskih

vodova.

Dva pilot projekta sa gore pomenutim robotom [Line Inspection Robot] izvršena su 2021. godine u ELES-u [Slovenački elektroenergetski prenosni sistem] i 2024. u EMS-u [Srpski elektroenergetski prenosni sistem] dajući zanimljiv uvid u stanje provodnika starosti od 10 do 70 godina.

Ključne riječi: Ispitivanje provodnika, Ispitivanje visokonaponskih vodova, Mobilni robot, Procena stanja provodnika

Summary: Early fault detection and localization on components of overhead high-voltage transmission lines reduces maintenance costs and prevents unwanted interruptions in the delivery of electrical energy. To ensure safe and reliable transmission within the power transmission system [PTS], due to aging of transmission lines and increasing requirements regarding management and maintenance standards, new techniques have been developed for the assessment and diagnosis of various elements of overhead high-voltage lines, in order to confirm their operational condition. One such technology is the Line Inspection Robot, which enables the inspection of conductors with steel cores [ACSR and ACSS] and steel ground wires. The robot can be deployed on de-energized lines as well as on live lines with voltages up to 500 kV. Its application is limited to conductors and ground wires with diameters ranging from 15 mm to 45 mm. The robot measures the remaining cross-sectional area of the steel core and detects local damage, conductor breaks, and corrosion.

Unlike other methods that require de-energizing the overhead lines, sampling, and time-consuming laboratory testing, the Line Inspection Robot allows for inspection and condition assessment of conductors without disassembly and without lowering them within the transmission line's working field—including hard-to-reach spans. This approach enables a higher number of samples to be taken, reduces costs, and minimizes risks associated with sample collection. The obtained results can be used for condition assessment and optimization of the remaining service life of aged high-voltage transmission lines.

Two pilot projects using the aforementioned Line Inspection Robot were carried out in 2021 by ELES [Slovenian Transmission System Operator] and in 2024 by EMS [Serbian Transmission System Operator], providing an interesting insight into the condition of

conductors ranging from 10 to 70 years old.

Key words: Conductor condition assessment, Mobile robot, High-voltage line inspection

Pitanja za diskusiju:

1. Kako se robot ponaša kada naiđe na kompresionu spojnicu (promjena materijala i prečnika)?

2. Da li robot može da priđe do nosive stezaljke izolatorskog lanca sa varničarima (korona prstenovi robota sa fotografije djeluju kao ograničenje)?

Spoj užeta sa nosivom stezaljkom, usled otklanjanja provodnika, takođe je kritično mjesto. Da li postoji ograničenje kretanja robota kod kosih raspona sa velikom razlikom u nadmorskoj visini, odnosno da li je ograničen ugao kretanja ili se, teorijski, može kretati i vertikalno?

R B2-06 UTICAJ DALEKOVODA NAJVIŠIH NAPONA NA ŠUMSKE POŽARE

INFLUENCE OF HIGH VOLTAGE TRANSMISSION LINES
ON FOREST FIRES

Autori: Veselin Ilić

Recenzent: Ranko Radulović, dipl.el.ing.

Kratak sadržaj: U ovom radu je opisan uzrok požara usled neblagovremenog čišćenja koridora na dalekovodnim trasama, posebno ispod nadzemnih vodova najviših napona (220kV, često 400kV).

Zbog neusaglašenosti stavova i obaveza Elektroprivrednog preduzeća-Uprave koja gazduje šumama-Uprave Nacionalnih parkova-Agencije za zaštitu životne sredine javljaju se šumski požari ispod faznih provodnika (ispod lančanica u rasponu), koji unose velike poteškoće na nepristupačnim mjestima. Ovo posebno na djelovima trase dalekovoda, na kojima postoji složena kosina u koridoru. Uz to se Nacionalni parkovi, kao specifični lokaliteti, mogu naći, obzirom na režim i stepen zaštite, u veoma opasnoj situaciji.

Ključne riječi: Dalekovod - Koridor -Rastinje-Struja odvoda

Summary: This paper describes the cause of fires due to untimely cleaning of corridors on transmission lines, especially under overhead lines of the highest voltage (220kV, often 400kV).

Due to the inconsistency of the positions and obligations of the Electric Power Company – the Forest Management Authority - the National Parks Authority - the Environmental Protection Agency, forest fires occur under phase conductors (under chain chains in the range), which cause great difficulties in inaccessible places. This is especially true on parts of the transmission line route, where there is a complex slope in the corridor. In addition, National Parks, as specific localities, can be found, considering the regime and level of protection, in a very dangerous situation.

Key words: Transmission line-Corridor-Plants-Drain current

Pitanja za diskusiju:

1. Na strani 3 se pominje pojam "dvostruki profil" dalekovoda. Obzirom da se na dalekovodima većih naponskih nivoa kod kojih su konzole većih dimenzija, rade se uzdužni profili za svaku fazu pojedinačno, te ostaje nejasno o kojem dvostrukom profilu se radi?
2. Na istoj strani se kaže da se projekat izvedenog stanja može razlikovati od stvarnog stanja zbog održavanja... Pojasniti u kom smislu se ova dva stanja mogu razlikovati?
3. Autor je naveo da se, kod radi o manjim kapacitivnim strujama (na kraju referata su data i bliža pojašnjenja), ali ostaje nejasno koje konkretne mjere se predlažu da bi se zemljospojevi preko rastinja mogli jasnije prepoznati i preduprijediti obzirom da se isti registruju kao male struje zemljospoja?
4. Kada je riječ o konkretnom rasponu između stubova 210 - 211, govori se o oscilovanju provodnika. Da li se radi o oscilovanju provodnika usled opadanja leda i snijga (inja) kada su požari nevjerovatni ili o oscilovanju provodnika usled vjetra? Da li se razmišljalo o ugradnji amortizera oscilacija provodnika i dozemnih užadi (Stocbridge, prutevi,...)?
5. U radu se kaže visoke vrijednosti prelaznog otpora usled pada provodnika na tlo!? Pojasniti.
6. U radu se navodi i galopiranje provodnika. Potrebno pojasniti kako galopiranje provodnika izaziva prolazni kratki spoj?

7. Šta je prema mišljenju autora u konkretnom slučaju bio uzrok požara i kako se došlo do takvog zaključka?

VI Grupa B3 – Postrojenja i električne instalacije

Predsjednik STK B3: Nikola Daković, dipl.el.ing. –
Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić

U okviru grupe B3 – **Postrojenja i električne instalacije** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Projektovanje i primjena novih tehničkih rješenja i tehnologija u postrojenjima;
2. Korištenje novih izolacionih materijala u visokonaponskim postrojenjima, primjena, životni vijek, način održavanja opreme i uticaj na životnu sredinu;
3. Razvodna postrojenja i podstanice za obnovljive izvore energije;
4. Eksploatacija, održavanje, rekonstrukcija, proširenje kapaciteta i optimizacija postrojenja;
5. Uticaj razvoja prenosne i distributivne mreže na koncepciju u postrojenja;
6. Optimizacija sopstvene potrošnje električne energije u elektroenergetskim postrojenjima;
7. Rekonstrukcije i modernizacije, kapitalni remont i analize prelaznih režima u hidroelektranama;
8. Uticaj postrojenja na okolinu, zdravlje i bezbjednost.
9. Nove funkcije u razvodnim postrojenjima: skladištenje energije, sinhroni kompezatori itd..

Stručnu ocjenu radovima iz grupe B3 dali su **recenzenti**:

- Janko Gardašević - Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;
- Borislav Manojlović - Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 2 rada.

- **R B3-01 LIDAR SNIMANJE POSTROJENJA**

LIDAR SCAN OF SUBSTATION

Autori: Ana Kijanović, CGES AD

Recenzent: Janko Gardašević - Elektroprivreda Crne Gore AD
Nikšić;

Kratak sadržaj: Po prvi put Crnogorski elektroprenosni sistem je za svoje dvije trafostanice obavio snimanje lidar (Light Detection and Ranging - detekcija i merenje udaljenosti pomoću svetlosti) kamerama i to za: postrojenja 110 kV i 220 kV "Perućica" i TS 400/220/110 kV "Pljevlja 2", za potrebe rekonstrukcije pomenutih postrojenja Lidar snimanjem je obezbijeđen prikaz postrojenja: u obliku mape, blizi prikaz elemenata postrojenja u 3D, panorama prikaz i prikaz postrojenja na crtežima u .dwg formatu.

Podloga na kojoj je obavljeno snimanje podržava geografski informacioni sistem (GIS) tako da svaki snimljeni element postrojenja ima svoje koordinate koje odgovaraju stvarnom stanju na terenu.

Omogućeno je 3D kretanje kroz postrojenje. Postoji mogućnost mjerenja širine, dužine, visine, međusobne udaljenosti elemenata postrojenja, što će olakšati projektovanje i izvođenje radova prilikom rekonstrukcije postrojenja. Takođe postoji mogućnost mjerenja obilježene površine. Omogućena je i čuvanje obilježenih podataka.

Ključne riječi: lidar snimanje – postrojenje - element postrojenja

Summary: For the first time, the Montenegrin Electric Power Transmission System has recorded with lidar cameras for its two substations, for the 110 kV and 220 kV Perućica and 400/220/110 kV Pljevlja 2 substations, for the purpose of reconstruction of these plants. Lidar scan provides a view of the plant: in the form of a overview map, a closer view of the plant elements in 3D, a panorama view and a view of the plant in drawings in .dwg format.

The surface on which the recording was carried out supports the Geographic Information System (GIS) so that each recorded element of the plant has its own coordinates that correspond to the actual situation on the ground.

3D movement through the plant is enabled. There is a possibility of measuring the width, length, height, distance between the elements of the plant, which will facilitate the design and execution of works

during the reconstruction of the plant. It is also possible to measure the marked area. It is also possible to store marked data.

Key words: lidar scan – plant – high voltage equipment

Pitanja za diskusiju:

1. Kako u HE Perućica postoji određen broj kablovskih kanala i kablovskih tunela, interesuje me da li je izvršeno njihovo snimanje lidar kamerom što bi bilo veoma korisno za planirani projekat rekonstrukcije?

R B3-02 GASOM IZOLOVANA POSTROJENJA (GIS) BEZ PRIMENE SF6

SF6-FREE GAS INSULATED SWITCHGEAR

Autori: Ninoslav Simić, Institut Nikola Tesla AD
Filip Jevtić, Institut Nikola Tesla AD

Recenzent: Borislav Manojlović - Elektroprivreda Crne Gore AD
Nikšić;

Kratak sadržaj: Prednosti gasom izolovanih postrojenja, poput manje dimenzije, nemogućnost dodira delova pod naponom, neosetljivosti na meteorološke prilike i odsustvo korone dovele su do velike upotrebe ovih postrojenja, posebno u gradskim sredinama. Kao izolaciono sredstvo u ovim postrojenjima koristi se SF₆, gas sa velikim potencijalom globalnog zagrevanja [GWP]. Cilj je značajno smanjiti ugljenični otisak elektroenergetskih postrojenja i opreme u narednih nekoliko godina, zbog čega se uveliko radi na alternativnim rešenjima. Tema ovog rada su dosad razvijena rešenja GIS postrojenja bez primene SF₆ gasa. U radu su prikazana neka od GIS postrojenja za visoke napone. Za sada alternativni gasovi koji su se najbolje pokazali jesu mešavine na bazi fluornitrila [C₄FN] i sintetički vazduh. Neka od rešenja postrojenja za visoke napone koja će biti predstavljena u ovom radu već su dostupna na tržištu, a neka su još uvek u fazi razvoja. Potom se informativno navode podaci u vezi održavanja postrojenja sa alternativnim gasovima. U zaključku rada su dati podaci iz EU regulative broj 2024/573 koja definiše i rokove za primenu novih pravila, u odnosu na naponske nivoe opreme. Cilj rada je da se stručno osoblje upozna sa novim tehnologijama koje će biti obaveza u EU počev od sledeće godine.

Ključne riječi: gas SF6, gas C4FN, VN postrojenja

Summary: The advantages of gas-insulated switchgear, such as smaller dimensions, the impossibility of touching live parts, insensitivity to meteorological conditions, and the absence of corona, have led to the widespread use of these products, especially in urban areas. The insulating agent used in these power equipment is SF6, a gas with a high global warming potential [GWP]. The goal is to significantly reduce the carbon footprint of power plants and equipment in the next few years, so there is a lot of work being done on alternative solutions. The topic of this paper will be the solutions for GIS switchgear developed so far without the use of SF6 gas. Some of the high-voltage GIS will be presented. So far, alternative gases based on fluoronitrile [C4FN] and synthetic air have proven to be the best. Some of the solutions for HV switchgears that will be presented in this paper are already available on the market, and some are still in the development phase. After that, information related to the maintenance of switchgears with alternative gases is provided. The paper concludes with data from EU Regulation No. 2024/573, which defines the deadlines for the application of new rules in relation to voltage levels of equipment. This paper aims to familiarize professional personnel with new technologies that will be mandatory in the EU from next year.

Key words: SF6 gas, C4FN gas, HV switchgear

Pitanja za diskusiju:

1. Kakve su performanse postrojenja sa alternativnim gasovima u odnosu na standardna SF6 postrojenja što se tiče pouzdanosti, radnog vijeka i održavanja?
2. Kakve su procjene sa ekonomskog stanovišta, da li ići na rekonstrukciju postojećih postrojenja, tj. prelazak na alternativne gasove ili rizikovati eventualne velike takse za SF6 gas?

VI Grupa B4 – Jednosmjerni sistemi i energetska elektronika

Predsjednik STK B4: dr Nikola Kuljača, dipl.el.ing. – TERNA Crna Gora d.o.o.

U okviru grupe B4 – **Jednosmjerni sistemi i energetska elektronika** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. HVDC sistemi i njihove komponente: performanse, upravljanje, pouzdanost, održavanje, mjerenje nivoa elektromagnetnog zračenja i uticaj na životnu sredinu;
2. HVDC sistemi i povezane HV AC prenosne mreže: benefiti, izazovi, međusobni uticaj, usklađivanje i tehnička rješenja za budući razvoj;
3. Primjena energetske elektronike u elektroprenosnim sistemima (FACTS i drugi uređaji);
4. Primjena energetske elektronike u postrojenjima za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije;
5. Elektromagneta kompatibilnost uređaja energetske elektronike;
6. Napredne metode upravljanja energetskim pretvaračima i električnim pogonima.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe B4 dali su **recenzenti**:

- dr Nikola Kuljača – TERNA Crna Gora doo
- mr Stevan Čanović - Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- Ranko Redžić - Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- doc. dr Martin Čalasan - Elektrotehnički fakultet - UCG;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 3 rada.

R B4-01

**ANALIZA UTICAJA HVDC TEHNOLOGIJE NA
SIGURNOST ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA:
STUDIJA SLUČAJA MONITA HVDC INTERKONEKCIJE**

ANALYSIS OF THE IMPACT OF HVDC TECHNOLOGY
ON THE SECURITY OF THE POWER SYSTEM: A CASE
STUDY OF THE MONITA CABLE

Autori:

Tijana Milovanović, SCC Ltd. Belgrade
Anđela Krljaš, SCC Ltd. Belgrade
Petar Marković, SCC Ltd. Belgrade
Miloš Đurđević, SCC Ltd. Belgrade
Marija Milovanović, EMS AD Beograd

Recenzent:

Ranko Redžić - Crnogorski elektroprenosni sistem
AD;
dr Nikola Kuljača - TERN A Crna Gora doo

Kratak sadržaj: Ovaj rad pruža pregled HVDC (High Voltage Direct Current) tehnologije, uključujući njen razvoj, trenutni status, ključne karakteristike, ograničenja i primene. Nakon toga, obrazloženi su kriterijumi sigurnosti, sa naglaskom na njihov značaj u obezbeđivanju stabilnosti i funkcionalnosti elektroenergetskog sistema u svim radnim uslovima. Posebna pažnja posvećena je MONITA interkonekciji sa aspekta sigurnosti uz analizu tehničkih i eksploatacionih karakteristika, kao i pouzdanosti u različitim radnim uslovima. U praktičnom delu rada sprovedene su analize sigurnosti MONITA HVDC interkonekcije u nekoliko različitih scenarija kako bi se ispitao njegov uticaj na elektroenergetski sistem. Analizirani su različiti uslovi rada, uključujući normalan režim, preopterećenje i scenarije uvoza i izvoza električne energije u regionu od interesa. Cilj istraživanja bio je procena ponašanja MONITA HVDC interkonekcije u stvarnim operativnim uslovima i njen uticaj na stabilnost i pouzdanost sistema. Analize su uključivale detaljne simulacije kako bi se procenila sposobnost ove interkonekcije da održi stabilnost mreže tokom iznenadnih promena u opterećenju i tokovima snaga,

kao i u slučaju isključenja ili ispada drugih elemenata mreže.

Ključne riječi: HVDC tehnologija, sigurnost EES-a, MONITA interkonekcija, analize sigurnosti

Summary: This paper provides an overview of High Voltage Direct Current (HVDC) technology, including its development, current status, key characteristics, limitations, and applications. Following this, security criteria are explained, emphasizing their importance in ensuring the stability and functionality of the power system under all operating conditions. Special attention is given to the MONITA HVDC interconnection from a security perspective, including an analysis of its technical and operational characteristics, as well as its reliability under different operating conditions. In the practical part of the study, security analyses of the MONITA HVDC interconnection were conducted in several different scenarios to assess its impact on the power system. Various operating conditions were analyzed, including normal operation, overload conditions, and scenarios of electricity import and export in the region of interest. The objective of the research was to evaluate the behavior of the MONITA HVDC interconnection under real operational conditions and its impact on system stability and reliability. The analyses included detailed simulations to assess the interconnection's ability to maintain grid stability during sudden changes in load and power flows, as well as in cases of disconnections or failures of other network elements.

Key words: HVDC technology, power system security, MONITA cable, security analyses

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko često se u praksi primjenjuje promjena set pointa na kablju kao remedijalna mjera za otklanjanje zagušenja i koliki je njen udio u ukupnom broju aktiviranih remedijalnih mjera?
2. Kolika su opterećenja u kritičnim situacijama koja se javljaju na granicama sistema Crne Gore i koliko se često ona pojavljuju?
3. Da li je, po mišljenju autora, moguće identifikovati uzroke zagušenja na granicama sistema Crne Gore u procesima planiranja koji prethode DACF procesu?
4. Od kolikog je uticaja nedostatak adekvatne koordinacije

proračuna kapaciteta u regionu?

5. Da li postoje granice na kojima se dodjeljuje nerealno visok kapacitet i koliko to utiče na zagušenja na granicama EES Crne Gore?

R B4-02

**PAN-EVROPSKA INTEROPERABILNA AC-DC
HIBRIDNA ELEKTROENERGETSKA MREŽA –
HYNET**

PAN-EUROPEAN INTEROPERABLE AC-DC HYBRID
ELECTRICITY NETWORKS – HYNET

Autori:

Nina Damjanović, CGES AD

Ana Kijanović, CGES AD

Irena Bašanović, CGES AD

Recenzent:

doc. dr Martin Čalasan - Elektrotehnički fakultet -
UCG;

Kratak sadržaj: Crnogorski elektroprenosni sistem [CGES] od oktobra 2024. godine učestvuje u ambicioznom evropskom projektu HYNET [Pan-evropska interoperabilna AC-DC hibridna mreža]. Ovaj projekat, koji je konzorcijum od 16 učesnika, finansiran je kroz program Horizont Europe i ima za cilj inovativni razvoj i demonstraciju hibridnih elektroenergetskih sistema koji kombinuju tehnologije naizmjenične [AC] i jednosmjerne struje [DC]. HYNET projekat predstavlja korak naprijed ka održivijoj i energetske nezavisnoj Evropi.

HYNET je ključna inicijativa koja odgovara na izazove postavljene u okviru plana Evropske komisije REPowerEU. Cilj plana je povećanje proizvodnje energije iz obnovljivih izvora na 1236 GW do 2030. godine i ubrzanje integracije DC tehnologija u energetske sektor. Tehnologija jednosmjerne struje [DC] je od suštinskog značaja za povezivanje velikih vjetroelektrana na moru i smanjenje energetske zavisnosti Evrope.

Ključne riječi: AC/DC hibridni sistem – MVDC – LVDC - DC sistem – HVDC

Summary: Since October 2024, the Montenegrin Electric Power Transmission System [CGES] has been participating in the European project HYNET [Pan-European interoperable AC-DC hybrid electricity networks]. This project, which is a consortium of 16 beneficiaries, is funded through the Horizon Europe program and aims to

innovatively develop and demonstrate hybrid power systems that combine alternating current (AC) and direct current (DC) technologies. The HYPNET project is a step forward towards a more sustainable and energy-independent Europe.

HYPNET is a key initiative that responds to the challenges posed by the European Commission's REPowerEU plan. The plan aims to increase renewable energy production to 1,236 GW by 2030 and accelerate the integration of DC technologies into the energy sector. Direct current (DC) technology is essential for connecting large offshore wind farms and reducing Europe's energy dependence.

Key words: AC/DC hybrid system – MVDC – LVDC – DC system – HVDC

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su glavni tehnički i regulatorni izazovi u integraciji AC-DC hibridnih mreža u postojećem elektroenergetskom sistemu Evrope?
2. Na koji način učešće CGES-a u projektu HYPNET može doprinijeti energetske tranzicije Crne Gore i regiona, posebno u kontekstu integracije obnovljivih izvora i smanjenja zavisnosti od uvoza energije?

R B4-03

OPTIMIZACIJA PARAMETARA KOMPENZATORA U IMPULSNIM DC-DC PRETVARAČIMA

OPTIMIZATION OF COMPENSATOR PARAMETERS
IN SWITCHED-MODE DC-DC CONVERTERS

Autori: Nikola Otašević, Elektrotehnički fakultet - UCG

Recenzent: mr Stevan Čanović, Crnogorski elektroprenosni
sistem AD

Kratak sadržaj: Kompenzatori su ključni za osiguravanje pravilnog rada DC-DC pretvarača, sprečavanje oscilacija i poboljšanje odziva, posebno u aplikacijama gdje su česte brze promjene opterećenja i imaju raznovrsnu primjenu u različitim sferama industrije i privrede.

U radu će biti prikazano poređenje metoda optimizacije parametara kompenzatora u impulsnim DC-DC pretvaračima i to tradicionalnog k-faktor pristupa i savremenih soft computing optimizacionih algoritama. Kroz simulacione rezultate biće pokazano koja od ovih metoda bolje optimizuje

parameter kompenzatora i pruža bolji balans između brzine odziva, stabilnosti i robusnosti sistema.

Ključne riječi: kompenzator, DC-DC pretvarači, optimizacija, k-faktor, soft computing

Summary: Compensators are essential for ensuring the proper operation of DC-DC converters, preventing oscillations, and improving response, especially in applications where rapid load changes are frequent. They have diverse applications across various industries and economic sectors.

This paper will present a comparison of methods for optimizing compensator parameters in switched-mode DC-DC converters, specifically the traditional K-factor approach and modern soft computing optimization algorithms. Through simulation results, it will be demonstrated which of these methods better optimizes compensator parameters and provides a superior balance between response speed, stability, and system robustness.

Key words: compensator, DC-DC converters, optimization, k-factor, soft computing

Pitanja za diskusiju:

1. Koji je najveći izazov pri izboru metode optimizacije kompenzatora – da li treba dati prednost brzini odziva, stabilnosti ili odsustvu preskoka – i kako to zavisi od konkretne industrijske primjene?
2. Koliko je opravdano koristiti složene soft-computing algoritme [PSO, WOA] umjesto jednostavnijeg K-faktora, s obzirom na računarsku složenost i mogućnost implementacije u realnim sistemima?
3. Da li bi kombinacija različitih optimizacionih algoritama [hibridni pristup] mogla nadmašiti performanse pojedinačnih metoda i gdje bi takvo rješenje imalo najviše smisla?

VII Grupa B5 – Zaštita i automatizacija

Predsjednik STK B5: Gojko Blagojević, dipl.el.ing. –
Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić

U okviru grupe B5 – **Zaštita i automatizacija** predložene su
sljedeće **preferencijalne teme:**

1. Savremena rješenja sistema zaštita u hidroelektranama, termoelektranama, visokonaponskim i srednjenaponskim postrojenjima;
2. Savremena rješenja kod automatizacije HE, TE, visokonaponskih i srednjenaponskih postrojenja;
3. Grupna regulacija i optimizacija rada hidroelektrana;
4. Bezbjednost kod povećanog nivoa automatizacije;
5. Standardizacija sistema označavanja;
6. Primjena različitih protokola u automatizovanim sistemima;
7. Zaštita i automatizacija kod malih i mini hidroelektrana;
8. Karakteristike i specifičnosti postrojenja bez posade;
9. Zaštita i automatizacija kod vjetroelektrana;
10. Socijalni aspekti automatizacije.
11. Sajber bezbjednost u OT sistemima

Stručnu ocjenu radovima iz grupe B5 dali su **recenzenti:**

- Gojko Blagojević - Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;
- mr Radovan Đukanović - Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;
- Ratko Pavićević - Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 5 radova.

**R B5-01 ANALIZA POGONSKOG DOGAĐAJA REGIONALNOG
PROPADA NAPONA SA ASPEKTA DJELOVANJA
ZAŠTITE**

Autori: Milena Bogetić, CGES AD
Nikola Mugoša, CGES AD
Miloš Darmanović, CGES AD
Prof. dr Vladan Radulović, Elektrotehnički fakultet -
UCG

Recenzent: Gojko Blagojević, Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić

Kratak sadržaj: Dana 21.06.2024. dogodio se regionalni poremećaj rada elektroenergetskog sistema [EES] koji za posljedicu ima prekid napajanja šireg potrošačkog područja na teritoriji Crne Gore, Albanije, Bosne i Hercegovine i Hrvatske. Poremećaj je izazvao višestruko beznaponsko stanje većeg dijela konzuma u pogođenim zemljama. Značaj događaja prepoznat je i od strane Evropske mreže operatora prenosnih sistema električne energije [ENTSO-E], kao i od strane nadležnih institucija u pogođenim državama, te je podvrgnut detaljnoj analizi. U ovom radu prikazan je pregled toka samog poremećaja, redoslijed ispada snage u određenim vremenskim intervalima, identifikacija mogućih uzroka, kao i set preporuka koje je ENTSO-E izdao s ciljem unapređenja rada operatora sistema i povećanja pouzdanosti ukupne interkonekcije evropske elektroenergetske mreže.

Ključne riječi: Elektroenergetski sistem, Regionalni poremećaj, Prekid napajanja, Uzrok ispada, Beznaponsko stanje, Preporuke

Summary: On June 21, 2024, a regional disturbance occurred in the operation of the electric power system [EPS], resulting in a power outage across a wide consumer area in the territories of Montenegro, Albania, Bosnia and Herzegovina, and Croatia. The disturbance caused a prolonged power outage affecting a large portion of the load in the impacted countries. The significance of the event was recognized by the European Network of Transmission System Operators for Electricity [ENTSO-E], as well as by the competent authorities in the affected countries, and it was subjected to detailed analysis. This paper presents an overview of

the course of the disturbance, the sequence of power outages within specific time intervals, identification of potential causes, as well as a set of recommendations issued by ENTSO-E aimed at improving the operation of system operators and enhancing the reliability of the overall interconnection of the European electric power grid.

Key words: Electric power system, Regional disturbance, Power Outage, Cause of outage, Blackout, Recommendation

Pitanja za diskusiju:

1. Sa ove tačke gledišta nakon analize pogonskih događaja koji su prethodili ispadima, da li je bilo prostora za intervenciju bilo sistema ili dispečera kako bi se izbjeglo kaskadno urušavanje sistema ili smanjila pogođena zona?
2. U radu je očito stavljanje naglaska na rekonfiguraciju podešenja nadstrujne zaštite dalekovoda na način da se produži zatezanje. I u samom Entso-E izvještaju je to spomenuto, ali nije naglašeno kao ključno. S druge strane, Entso-E je prebacio na lokalne operatere da razmotre mogućnosti rekonfiguracije sistema električnih zaštita. Kakav je vaš stav po pitanju unošenja dodatnog zatezanje usled djelovanja nadstrujnih pa i drugih električnih zaštita, i koje su mane koje bi mogle proizaći iz takvog postupka.
3. Da li su neke mjere već preduzete u crnogorskom elektroprenosnom sistemu a koje su proizašle iz analiza ovog pogonskog događaja?

**R B5-02 OGRANIČENJE UDARNE STRUJE UKLJUČENJA
TRANSFORMATORA PRIMENOM TEHNIKE
KONTROLISANOG UKLJUČENJA PREKIDAČA
[„POINT ON WAVE”]**

LIMITATION OF TRANSIENT INRUSH CURRENT IN
TRANSFORMER USING CONTROLLED [POINT ON
WAVE] SWITCHING METHOD

Autori: Uroš Njegovan, Siemens Energy doo Beograd/
Elektrotehnički fakultet - UB
Aleksandar Marjanović, Siemens doo Beograd/
Elektrotehnički fakultet - UB

Zoran Stojanović, Elektrotehnički fakultet – UB

Recenzent: mr Radovan Đukanović - Elektroprivreda Crne Gore
AD Nikšić

Kratak sadržaj: Uključenje transformatora u praznom hodu praćeno je pojavom udarne struje magnećenja [eng. inrush current] koja može dostići vrednost i do deset puta veću od nazivne struje. U radu je opisana tehnika kontrolisanog uključenja prekidača [eng. Point on Wave] koja u velikoj meri može ograničiti udarne struje magnećenja transformatora. Razmotrene su optimalne strategije uključenja u zavisnosti od sprege i načina uzemljenja neutralne tačke transformatora. Pri različitim konfiguracijama energetskog transformatora testirana je funkcija kontrolisanog uključenja prekidača u laboratorijskim uslovima. Laboratorijska postavka se sastoji od mikroprocesorskog uređaja za zaštitu i upravljanje kao kontrolera i HIL uređaja, na kome je realizovan model energetskog transformatora i prekidača. Uređaji komuniciraju korišćenjem IEC 61850 Sampled Values i GOOSE protokola. Dobijeni rezultati potvrđuju ograničenje udarne struje magnećenja transformatora.

Ključne riječi: Kontrolisano uključenje prekidača – Hardware-in-the-loop simulacija – Udarne struja magnećenja transformatora.

Summary: At the time of transformer energization inrush current will be drawn by the transformer and it may rise to ten times the nominal full load current of transformer. The paper presents technique of controlled switching as a tool to mitigate the negative effects of switching transients. The paper also discusses how to select the optimum controlled switching strategy depending on transformer winding configuration and neutral point grounding. Algorithm for controlled closing of the circuit breaker has been tested in laboratory for different power transformer configurations. The test setup is made of Point on Wave Intelligent Electronic Device (IED) and HIL device used to simulate power transformer and circuit breaker. The devices exchange information using IEC 61850 Sampled Values and GOOSE protocol. Experimental results demonstrate limitation of inrush current using controlled switching device.

Key words: Controlled switching - Point on Wave - Hardware-in-the-loop simulation - Transformer inrush current

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je opisana tehnika kontrolisanog uključenja prekidača za uključenje transformatora u praznom hodu primijenjena negdje u regionu?
2. Da li se priprema ili je urađena neka IEC preporuka za primjenu opisane tehnike?

R B5-03

**INTEGRACIJA FOTONAPONSKIH ELEKTRANA U
SISTEME UPRAVLJANA ELEKTROENERGETSKIM
POSTROJENJIMA**

PHOTOVOLTAIC PLANT CONTROL INTEGRATION IN
TO SUBSTATION AUTOMATION AND SCADA SYSTEM

Autori:

Aleksandar Marjanovi ć,
Elektrotehnički fakultet – UB
Uroš Njegovan, Siemens Energy doo Beograd/
Elektrotehnički fakultet - UB
Zoran Stojanović, Elektrotehnički fakultet – UB

Recenzent:

Ratko Pavićević - Elektroprivreda Crne Gore AD
Nikšić

Kratak sadržaj: Posljednjih godina operatori distributivnog i prenosnog sistema suočeni su sa velikim brojem zahteva za priključenje obnovljivih izvora energije, pre svega fotonaponskih i vetroelektrana. Značaj integracije obnovljivih izvora energije je u zadovoljenju potreba za električnom energijom na ekološki prihvatljiv način ali i porast instalisane snage proizvodnih kapaciteta čiji doprinos ukupnoj proizvodnji električne energije nije zanemarljiv. Sa druge strane, povećanje instalisane snage u obnovljivim izvorima električne energije u odnosu na konvencionalne, velike proizvodne jedinice, dovodi operatore pred nove izazove održavanja stabilnosti, odnosno regulacije elektroenergetskog sistema u kompleksnim tržišnim uslovima što rezultuje sve složenijim funkcionalnim zahtevima i uslovima za priključenje, tzv. "Grid Code". Ispunjenje propisanih uslova za priključenje i test usklađenosti su ključni korak koji prethodi završetku probnog rada elektrane i ishodovanju dozvole za rad. Upravo zbog toga se javlja potreba da se već u ranim fazama izrade studije izvodljivosti i projektovanja arhitekture elektrane u obzir uzmu i rešenja za upravljanje elektranom koju u većini slučajeva čini kontroler sa pripadajućim SCADA sistemom. U ovom radu prikazani su koncepti upravljanja fotonaponskim

elektranama kao i primer kontrolera formiranog proširenjem staničnog SCADA sistema priključne transformatorske stanice funkcijama za nadzor i za upravljanje invertorima. Dat je i pregled pojedinih funkcionalnosti i kontrolnih algoritama koji se najčešće zahtevaju na distributivnom i prenosnom nivou. Predstavljen je i primer testiranja konfiguracije kontrolera i SCADA sistema na "hardware in loop" modelu solarne elektrane. Ovaj koncept se može iskoristiti i za proveru performansi upravljačkog sistema elektrane u odnosu na zahteve prilikom izbora rešenja za upravljanje što je čest slučaj pri dizajniranju fotonaponskih elektrana velike snage.

Ključne riječi: Upravljanje fotonaponskim elektranama, SCADA, "hardware in loop" koncept, fotonaponske elektrane, integracija fotonaponskih elektrana

Summary: In recent years, operators of distribution and transmission systems have faced a large number of requests for the connection of renewable energy sources, primarily photovoltaic and wind power plants. The importance of integrating renewable energy sources lies in meeting the demand for electricity in an environmentally friendly manner, as well as increasing the installed capacity of production facilities, whose contribution to the total electricity production is not negligible. On the other hand, the increase in installed capacity in renewable energy sources compared to conventional, large production units presents operators with new challenges in maintaining stability and regulating the power system in complex market conditions, resulting in increasingly complex functional requirements and conditions for connection, known as the "Grid Code." Meeting the prescribed connection conditions and compliance testing are key steps that precede the completion of the trial operation of the power plant and obtaining a permit to operate. For this reason, there is a need to consider solutions for power plant monitoring and control, which in most cases consists of a controller with an associated SCADA system, already in the early stages of feasibility studies and power plant architecture design.

This paper presents the concepts of photovoltaic power plant control, as well as an example of a controller formed by expanding the station SCADA system of the connecting transformer station with functions for monitoring and control of inverters. An overview

of certain functionalities and control algorithms that are most often required at the distribution and transmission level is also given. An example of testing the configuration of the controller and SCADA system on a "hardware in the loop" model of a solar power plant is presented. This concept can also be used to verify the performance of the power plant management system in relation to the requirements when choosing management solutions, which is often the case when designing high-power photovoltaic power plants.

Key words: substation automation, photovoltaic plant control, grid code, hardware in loop, photovoltaic plants, SCADA

Pitanja za diskusiju:

1. Koje su prednosti korišćenja „Hardware in the Loop“ (HIL) simulacije u procesu testiranja kontrolera solarnih elektrana, i na koji način ovaj pristup doprinosi verodostojnosti ispitivanja?
2. Na koji način kontroler solarne elektrane upravlja aktivnom i reaktivnom snagom prema zadatim rampama, i kako se ovaj proces realizuje kroz Modbus TCP komunikaciju sa proizvodnim blokovima?
3. Kako vremenske prilike, poput iznenadnog nailaska oblaka, utiču na upravljanje fotonaponskom elektranom, i na koji način kontroler odgovara na takve promene u proizvodnji električne energije kako bi ispunio zahtjeve operatora sistema?

R B5-04

**PARCIJALNA MODERNIZACIJA SISTEMA POBUDE
AGREGATA 1 – HE PERUĆICA**

PARTIAL RETROFIT OF EXCITATION SYSTEM OF
UNIT 1 – HE PERUCICA

Autori:

Matija Mićunović, EPCG AD Nikšić
Ratko Pavićević, EPCG AD Nikšić
Boško Božović, EPCG AD Nikšić
Danilo Mujičić, EPCG AD Nikšić

Recenzent:

Gojko Blagojević - Elektroprivreda Crne Gore AD
Nikšić

Kratak sadržaj: Ovaj rad istražuje parcijalnu modernizaciju sistema pobude fokusirajući se na poboljšanje performansi, pouzdanosti i efikasnosti zastarelih sistema pobude. Budući da ovi sistemi igraju ključnu ulogu u održavanju stabilnosti napona i obezbjeđivanju optimalnog rada sinhronih generatora, modernizacija može

značajno produžiti operativni vijek samog sistema, umanjiti operativne troškove i umanjiti frekvenciju potencijalnih kvarova sistema. Rad proučava integraciju novog tipa konfiguracije modernih programabilnih kontrolera, upravljačkih kartica tiristorskih mostova, mjernih pretvarača i unaprijedjenih sistema za monitoring električnih veličina sa postojećim sistemom pobude na Agregatu A1 HE Perućica.

Ključne riječi: Modernizacija, Sistem pobude, Cross Control Redundansa, Stabilnost Napona, Optimizacija, Performanse

Summary: This paper explores the partial modernization of the excitation system, focusing on improving the performance, reliability, and efficiency of outdated excitation systems. Since these systems play a key role in maintaining voltage stability and ensuring the optimal operation of synchronous generators, modernization can significantly extend the operational life of the system itself, reduce operational costs, and decrease the frequency of potential system failures. The paper examines the integration of a new type of configuration involving modern programmable controllers, control boards for thyristor bridges, measurement transducers, and enhanced systems for monitoring electrical quantities with the existing excitation system on Unit A1 of the Perućica Hydroelectric Power Plant.

Key words: Modernization, Excitation System, Cross Control Redundancy, Voltage Stability, Optimization, Performance.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako je izvedena redundansa kada su u pitanju mjerenja napona generatora. Da li se za oba mosta uzimaju sa istih mjernih transformatora?
2. Da li su kroz modernizovani pobudni sistem ostvarene i neke dodatne funkcionalnosti osim cross redundancy topologije.
3. Autor u radu navodi da je funkcija električnog kočenja donekle smanjila vrijeme zaustavljanja agregata. Koja su vremena zaustavljanja agregata bez kočenja, sa mehaničkim kočenjem i sa električnim kočenjem i da li se nekad koristi kombinacija mehaničkog i električnog kočenja.

VAZDUŠNOG ZAZORA

GENERATOR AND TRANSFORMER UNIT MONITORING SYSTEM WITH SPECIAL FOCUS ON VIBRATION AND AIR GAP MONITORING

Autori: Milan Đurović, EPCG AD Nikšić
Igor Todorović, EPCG AD Nikšić
Sandra Mandić, EPCG AD Nikšić

Recenzent: Ratko Pavićević - Elektroprivreda Crne Gore AD
Nikšić

Kratak sadržaj: U ovom radu ćemo opisati sistem monitoringa na dvije velike hidroelektrane koje se nalaze na teritoriji Crne Gore. Biće posebno opisan značaj i upotreba sistema za monitoring vibracija i monitoring vazdušnog zazora (air gap-a) na HE Perućica i HE Piva. Pored navedenog, napravićemo poseban osvrt na sličnosti i razlike ugrađene opreme na dva tipa turbina, i to Peltonovu i Fransisovu turbinu, respektivno.

Ove dvije hidroelektrane imaju ključnu ulogu i od izuzetnog su značaja za proizvodni sektor i za elektroprenosni sistem Crne Gore. Stoga je potreban i adekvatan sistem za nadzor i nadgledanje rada agregata. Kao značajan segment praćenja i djelovanja proizvodnog procesa na hidroelektrani, ovaj sistem je ključan za osiguranje besprekidnog i kontinualnog napajanja potrošača, operativne efikasnosti i nesmetanog rada dijelova elektroenergetskog sistema.

Ključne riječi: Monitoring, monitoring vibracija, monitoring vazdušnog zazora, air gap

Summary: This article will review the monitoring system at two large hydroelectric power plants situated in Montenegro. The importance and use of vibration monitoring and air gap monitoring systems at the Perućica and Piva hydroelectric power plants will be described in particular. In addition to the above, we will conduct a special review of the similarities and differences in the equipment installation on two types of turbines: Pelton and Francis turbines.

These two hydroelectric power plants play a crucial role and are of exceptional importance for the production sector and the electricity transmission system of Montenegro. Therefore, an adequate system for monitoring and supervising the operation of the aggregates is needed. Monitoring and managing the production process at a

hydroelectric power plant represents a vital segment of its operation. This system is of the essence for ensuring a continuous and reliable power supply to consumers, maintaining operational efficiency, and ensuring the smooth functioning of various components within the electric power system.

Key words: Monitoring, vibration monitoring, air gap monitoring.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li sistemi on-line monitoringa vibracija uzimaju u obzir različita stanja rada agregata (stanje mirovanja, pokretanja i zaustavljanja, naglim promjenama tereta pri radu na mreži, hitnim zaustavljanjima i sl.) i na koji način se to ostvaruje?
2. Kolike su vrijednosti vazdušnih zazora između statora i rotora na agregatima u HE Perućici i HE Pivi i na koji način su postavljeni alarmi kod ovog sistema monitoringa?

VIII Grupa C1 – Razvoj i ekonomija EES

Predsjednik STK C1: Ranko Vuković – Crnogorski elektrodistributivni sistem d.o.o.

U okviru grupe C1 – **Razvoj i ekonomija EES** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Dekarbonizacija elektroenergetskog sektora;
2. Planiranje razvoja mreže u cilju omogućavanja sigurnog pogona sistema sa visokom penetracijom obnovljivih izvora energije;
3. Planiranje optimalnog proizvodnog miksa s aspekta sigurnosti pogona elektroenergetskog sistema;
4. Optimalno upravljanje osnovnim sredstvima.
5. Fleksibilnost kao kriterijum za planiranje razvoja sistema i
6. Balansiranje i upravljanje sistemom sa aspekta implementacija uređaja za skladištenje energije

Stručnu ocjenu radovima iz grupe C1 dali su **recenzenti**:

- Ranko Redžić – Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- Krsto Biskupović - Crnogorski elektrodistributivni sistem;
- Ljubo Knežević – Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- Vanja Maksimović - Crnogorski elektrodistributivni sistem;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 5 radova.

R C1-01

**IZAZOVI TRANZICIJE KA ČISTIM IZVORIMA
ELEKTRIČNE ENERGIJE U SVIJETU I KOD NAS**

CHALLENGES OF THE TRANSITION TO CLEAN
SOURCES OF ELECTRICITY IN THE WORLD AND
OUR COUNTRY

Autori: Mirjana Božović Glogovac, CGES AD

Recenzent: Ranko Redžić – Crnogorski elektroprenosni sistem
AD;
Krsto Biskupović - Crnogorski elektrodistributivni
sistem;

Kratak sadržaj: U radu će biti riječi o aktuelnom trendu prelaska na obnovljive izvore energije (OIE), na koji način zemlje u svijetu sprovode ovu tranziciju i sa kojim izazovima se suočavaju. Poseban osvrt je dat na zemlje EU i Crnu Goru.

Elektroenergetski sektor je danas najveći emiter CO₂ u energetsom sektoru. Zbog toga se trebaju preduzeti brojne akcije za smanjenje karbonskog otiska. Ovaj proces je podstaknut nacionalnim i međunarodnim obavezama. Rješenje se vidi u prelasku sa fosilnih goriva, koji su danas dominantni primarni izvori energije, na OIE. OIE će pozitivno uticati na dekarbonizaciju proizvodnje, energetske sigurnost, ekonomsku stabilnost i fleksibilnost elektroenergetske mreže. Uspješna integracija OIE u elektroenergetske sisteme je ključni faktor za ispunjavanje pomenutih ciljeva, a taj proces je kompleksan i zahtijeva značajno prilagođavanje elektroenergetske infrastrukture.

Ključne riječi: Zelena energetska tranzicija, obnovljivi izvori energije, elektroenergetski sistemi, proizvodnja električne energije

Summary: The paper will discuss the current trend of switching to renewable energy sources (RES), how countries in the world implement this transition, and the challenges they face. A special review is given to EU countries and Montenegro.

Today, the electricity sector is the largest CO₂ emitter in the energy sector. Therefore, numerous actions need to be taken to reduce the carbon footprint. This process is guided by both national and international commitments. The solution can be seen in the transition from fossil fuels, which are the dominant primary sources of energy today, to RES. RES will positively influence the decarbonization of production, energy security, economic stability,

and flexibility of the power grid. Successful integration of RES into power systems is a key factor in meeting the aforementioned goals, and this process is complex and requires significant adaptation of the power system's infrastructure.

Key words: Green energy transition, renewable energy sources, power systems, electricity production

Pitanja za diskusiju:

1. Kakav je očekivani trend potražnje za el.energijom u CG u narednih 10-tak godina?
2. U tabeli 9 i poglavlju 5.1 su dati bitno različiti podaci o budućem priključenju novih OIE u CG. Koji je razlog?
3. Sa stanovišta supstitucije TE Pljevlja, dovoljan iznos snage novih OIE je 1GW. Smatrate li da je opravdana izgradnja dodatnih izvora, čiji bi iznos značajno premašio porast potrebe za električnom energijom u CG, a koji služili za izvoz i za čije priključenje je potrebna dodatna infrastruktura?
4. Da li postoje precjene obima potrebnih resursa za pružanje pomoćnih usluga u CG, u zavisnosti od količine priključenih novih OIE?
1. Kako novi Zakon o energetici i Zakon o upotrebi električne energije iz OIE podstiču privlačenje investicija, a kako se rješava izazov varijabilnosti proizvodnje OIE u postojećem elektroenergetskom sistemu?
2. Koje ključne smjernice bi trebala da sadrže nova pravila o funkcionisanju prenosnog i distributivnog sistema a koje se odnose na i yayove definisane novom zakonskom regulativom?
3. Koji su tehnički prioriteti za razvoj prenosnih i distributivnih kapaciteta CG s obzirom na planirane nove kapacitete solarnih i vjetroelektrana do 2032. godine?
4. Na koji način će primjena CBAM mehanizma uticati na konkurentnost izvoza električne energije iz Crne Gore u EU, i da li postoji prostor za izuzeće uz ispunjavanje određenih zakonodavnih uslova?
5. Kako regionalna saradnja kroz projekte poput Transbalkanskog koridora može doprinijeti većoj fleksibilnosti i sigurnosti regionalnog elektroenergetskog sistema, uz smanjenje troškova proizvodnje i distribucije električne energije?

R C1-02

**IMPLEMENTACIJA 110 KV MREŽE U ITC
MEHANIZMU**

IMPLEMENTATION OF THE 110 KV NETWORK IN THE
ITC MECHANISM

Autori: Marko Hajdina, HOPS d.d.
Tomislav Lešković, HOPS d.d.

Recenzent: Ljubo Knežević – Crnogorski elektroprenosni sistem
AD;

Kratak sadržaj: U referatu će se analizirati utjecaj 110 kV mreže na rezultate ITC mehanizma, kakva je bila proizvodnja, potrošnja i razmjena (uvoz ili izvoz) Hrvatske, da li je bilo značajnijih isključenja u mreži za promatrane snapshotove (SN) i koliki su bili tokovi po najznačajnijim 400 kV dalekovodima. Također će se u obzir uzeti i tokovi na slovensko-talijanskoj i crnogorsko-talijanskoj granici. Uspoređivat će se datoteke s najnižim, prosječnim i najvišim gubicima nastalim uslijed tranzita i prekogranične razmjene kroz godinu bez 110 kV mreže i s uključenom 110 kV mrežom. Cilj je kroz naredno vrijeme uključiti i 110 kV mrežu u ITC mehanizam. U budućnosti će se dostavljati sve više snapshotova kako bi cijeli ITC mehanizam bio što transparentniji.

Key words: ITC mehanizam – 110 kV mreža – Gubitak uslijed tranzita

Summary: The report will analyze the influence of the 110 kV network on the results of the ITC mechanism, what was the production, consumption and exchange (import or export) of Croatia, whether there were significant disconnections in the network for the observed snapshots (SN) and what were the flows on the most significant 400 kV transmission lines. Flows on the Slovenian-Italian and Montenegrin-Italian borders will also be taken into account. The files with the lowest, average and highest losses caused by transit and cross-border exchange throughout the year without the 110 kV network and with the 110 kV network included will be compared. The goal is to include the 110 kV network in the ITC mechanism in the near future. In the future, more and more snapshots will be delivered in order to make the entire ITC mechanism as transparent as possible.

Key words: ITC mechanism - 110 kV network - Loss due to transit

Pitanja za diskusiju:

1. Sa kojom se vjerovatnoćom može očekivati da uključenje hrvatske 110kV mreže u ITC mehanizam bude prihvaćeno na nivou ENTSO-E?
2. Obzirom da u većini sistema u regionu, 110kV mreže, makar djelimično, zapravo služe za tranzit energije, da li bi, po procjeni autora, proširenje svih tih prenosnih sistema na 110kV mrežu, imalo međusobno neutrališući efekat u finansijskom smislu (jer bi se povećala ukupno tranzitirana energija mehanizma)?

R C1-03 **TEHNOEKONOMSKA ANALIZA UGRADNJE ECO TRANSFORMATORA PRENOSNOG ODNOSA 35/10 KV**

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF INSTALLING
35/10 KV ECO-TRANSFORMERS

Autori: Rade Daši ć, CEDIS d.o.o.
Ranko Vuković, CEDIS d.o.o. Podgorica
Krsto Biskupović, CEDIS d.o.o. Podgorica
Slobodan Kovačević, CEDIS d.o.o. Podgorica

Recenzent: Vanja Maksimović - Crnogorski elektrodistributivni sistem;

Kratak sadržaj: Efikasnost transformatora dostupnih na tržištu, kao i referentne vrijednosti gubitaka za eko transformatore utvrđene su zakonodavstvom evropskih zemalja, uključujući i Crnu Goru. Za različite uslove primjene, ove parametre treba tehno-ekonomski analizirati, kako bi se osigurao optimalan izbor transformatora u pogledu ukupnih troškova i energetske efikasnosti.

Ovim radom tehnoekonomska analiza predviđa konceptijsko rješenje ugradnje novih transformatora sa dvije varijante i to: ugradnja novih eco transformatora ili ugradnja novih transformatora standardnih gubitaka u „nultoj“ godini, tj. za obje varijante se predviđena da se analiza vrši od početne godine ugradnje i eksploatacije transformatora.

U radu se analiziraju zavisnosti varijantnih rješenja od varijacije pojedinih parametara i vrijednosti koji se koriste u proračunima.

Cilj ovog rada je izbor optimalnog rješenja za određene uslove eksploatacije transformatora prenosnog odnosa 35/10 kV i pogodan trenutak ugradnje eco transformatora, tj. transformatora sa sniženim gubicima, i njihovi energetske i finansijske efekti.

Ključne riječi: Eco transformator - Transformator sa standardnim

gubicima - Gubici električne energije - Amortizacija - Diskontna stopa - Tehnoekonomska analiza

Summary: The efficiency of transformers available on the market, as well as the reference loss values for eco-transformers, are established by the legislation of European countries, including Montenegro. For different application conditions, these parameters should be analyzed from a techno-economic perspective to ensure the optimal selection of transformers in terms of total costs and energy efficiency.

This paper presents a techno-economic analysis that proposes a conceptual solution for the installation of new transformers, considering two variants: the installation of new eco-transformers, or the installation of new standard-loss transformers in the "zero" year [i.e., the initial year of installation and operation]. For both variants, the analysis is conducted starting from the initial year of transformer installation and operation.

The paper examines how the variant solutions depend on variations in specific parameters used in the calculations. The aim of this paper is to select the optimal solution for specific operating conditions of 35/10 kV transformers, to determine the most suitable time for the installation of ecotransformers [i.e., transformers with reduced losses], and to assess their energy and financial effects.

Key words: Eco-transformer - Standard-loss transformer - Electrical energy losses - Depreciation - Discount rate - Techno-economic analysis.

Pitanja za diskusiju:

1. S obzirom da se radi o temi koja sadrži ekonomske pojmove [diskontna stopa, faktor aktualizacije...] a slušaoci su uglavnom inženjeri, autor neka kratko objasni ove pojmove.
2. Kako je odabrana diskontna stopa od 4%?
3. U radu je obrađena varijanta sa 15% skupljom eko varijantom u odnosu na standardni transformator. Koji je granični procenat veće vrijednosti eko transformatora da bi analiza i dalje išla u korist investiranja u eko transformatore?

R C1-04

**TEHNOEKONOMSKA ANALIZA UGRADNJE ECO
TRANSFORMATORA ZAMJENOM POSTOJEĆIH
PRENOSNOG ODNOSA 35/10 KV**

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF THE
REPLACEMENT OF EXISTING 35/10KV
TRANSFORMERS WITH ECO-TRANSFORMERS

Autori: Rade Daši ć, CEDIS d.o.o.
Ranko Vuković, CEDIS d.o.o. Podgorica

Recenzent: Vanja Maksimović - Crnogorski elektrodistributivni sistem;

Kratak sadržaj: Efikasnost transformatora dostupnih na tržištu, kao i referentne vrijednosti gubitaka za eco transformatore utvrđene su zakonodavstvom evropskih zemalja, uključujući i Crnu Goru. Za različite uslove primjene, ove parametre treba tehno-ekonomski analizirati, kako bi se osigurao optimalan izbor transformatora u pogledu ukupnih troškova i energetske efikasnosti.

Ovim radom tehnoekonomska analiza predviđa konceptijsko rješenje ugradnje novog transformatora sa dvije varijante i to: zamjenom postojećeg transformatora standardnih gubitaka sa eco transformatorima u „nultoj“ godini ili sa odlaganjem investicije za nekoliko godina.

U radu se analiziraju zavisnosti varijantnih rješenja od varijacije pojedinih parametara i vrijednosti koji se koriste u proračunima.

Cilj ovog rada je izbor optimalnog rješenja za određene uslove eksploatacije transformatora prenosnog odnosa 35/10 kV i pogodan trenutak ugradnje eco transformatora, tj. transformatora sa sniženim gubicima, i njihovi energetske i finansijske efekti.

Ključne riječi: Eco transformator - Transformator sa standardnim gubicima - Gubici električne energije - Amortizacija - Diskontna stopa - Tehnoekonomska analiza

Summary: The efficiency of transformers available on the market, as well as the reference loss values for eco-transformers, are established by the legislation of European countries, including Montenegro. For different application conditions, these parameters should be analyzed from a techno-economic perspective to ensure the optimal selection of transformers in terms of total costs and energy efficiency.

This paper presents a techno-economic analysis that proposes a conceptual solution for the installation of new transformers with two alternatives: replacing the existing standard-loss transformer with an eco-transformer in the “zero” year, or postponing the

investment for several years. The analysis for both alternatives is conducted from the initial year of transformer installation and operation.

The paper examines how the outcomes of these alternative solutions depend on variations in specific parameters and values used in the calculations. The aim of this study is to select the optimal solution for the specific operating conditions of 35/10 kV transformers and to determine the most suitable time for the installation of eco-transformers [i.e., transformers with reduced losses], as well as to assess their energy and financial effects.

Key words: Eco-transformer - Standard-loss transformer - Electrical energy losses - Depreciation - Discount rate - Techno-economic analysis

Pitanja za diskusiju:

1. Po saznanju autora, da li su eko transformatori u dosadašnjoj praksi pokazali određene nedostatke?
2. Ukoliko bi standardni transformator, čija se zamjena razmatra, radio punom, naznačenom snagom, sa prognozom da će tako biti u dužem narednom periodu, da li bi zamjena sa eko transformatorom imala isti rezultat kao u zaključku rada?

**R C1-05 SISTEMI ZA SKLADIŠTENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE
- PREGLED TEHNOLOGIJA**

ELECTRICAL ENERGY STORAGE SYSTEMS – AN
OVERVIEW OF TECHNOLOGIES

Autori: Nikolina Dobrović, CGES AD
Prof.dr Martin Čalasan, Elektrotehnički fakultet -
UCG

Recenzent: Krsto Biskupović - Crnogorski elektrodistributivni
sistem;

Kratak sadržaj: Usljed naglog porasta korišćenja obnovljivih izvora električne energije, a posebno kako bi se prevazišli izazovi koji se javljaju tokom njihove eksploatacije, javila se potreba za razvojem efikasnih sistema za skladištenje energije. Primjena ovih sistema u svrhe balansiranja proizvodnje i potrošnje električne energije značajno doprinosi stabilnosti elektroenergetskog sistema, što predstavlja jedan od ključnih razloga aktuelnosti ove teme.

U ovom radu dat je pregled različitih tehnologija za skladištenje energije, objašnjen je njihov princip rada, kao i tehničke karakteristike pojedinačnih uređaja.

Ključne riječi: Obnovljivi izvori električne energije – Skladištenje energije – Stabilnost EES

Summary: Due to the sudden increase in the use of renewable energy sources, and especially in order to overcome the challenges that arise during their exploitation, there was a need for the development of efficient energy storage systems. The use of these systems for the purposes of balancing electricity production and consumption significantly contributes to the stability of the power system, which is one of the key reasons for the current relevance of this topic.

In this paper, an overview of various technologies for energy storage is given, explains their operating principles, and presents the technical characteristics of individual devices.

Key words: Renewable energy sources – Energy storage systems – Power system stability

Pitanja za diskusiju:

- 1.. Koji su trenutno najveći izazovi u implementaciji pojedinih tehnologija skladištenja energije u elektroenergetskim sistemima Crne Gore, posebno u pogledu tehničke integracije i ekonomske održivosti?
2. Kako bi sistemska integracija nekih od prikazanih tehnologija (npr. reverzibilne hidroelektrane vs litijum-jonski akumulatori) mogla doprineti smanjenju problema stabilnosti i podršci vršnim opterećenjima u Crnoj Gori uzevši u obzir visoku penetraciju solarnih elektrana u energetske sistem Crne Gore?
3. Koji su ključni razvojni pravci u pogledu povećanja kapaciteta i smanjenja troškova tehnologija za skladištenje električne energije u narednoj deceniji?
4. Na koji način postojeći zakonski i regulativni okviri u Crnoj Gori mogu bolje podržati razvoj i integraciju skladištenja energije u elektroenergetske sisteme? Kakva je uloga digitalnih tehnologija i pametnih mreža u optimizaciji upotrebe sistema za skladištenje energije, i kako ih najbolje implementirati u domaćem elektroenergetskom sektoru Crne Gore?

IX Grupa C2 – Eksploatacija i upravljanje EES

Predsjednik STK C2: Ljubo Knežević, dipl.el.ing. – Crnogorski elektroprenosni sistem AD

U okviru grupe C2 – **Eksploatacija i upravljanje EES** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Operativna sigurnost sistema i regionalna koordinacija rada
2. Otpornost elektroenergetskog sistema na ekstremne i/ili nepredviđene događaje
3. Promjene u operativnom upravljanju u kontekstu energetske tranzicije
4. Savremene metode koordinisanog proračuna prekozonskih kapaciteta
5. Iskustva i zaključci iz poremećaja u radu Sistema

Stručnu ocjenu radovima iz grupe C2 dali su **recenzenti**:

- Safet Čekić, dipl.el.ing. – Crnogorski elektroprenosni sistem;
- Ljubo Knežević, dipl.el.ing. – Crnogorski elektroprenosni sistem;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 3 rada.

R C2-01

ANALIZA SIGURNOSTI U REALNOM VREMENU U CRNOGORSKOM ELEKTROPRENOSNOM SISTEMU

Autori: Ksenija Brakočević, CGES AD
Mićo Kontić, CGES AD
Lazar Šćekić, Elektrotehnički fakultet - UCG

Recenzent: Safet Čekić, dipl.el.ing. – Crnogorski elektroprenosni sistem;

Kratak sadržaj: Elektroenergetske sisteme (EES) odlikuje izuzetna kompleksnost i promjenljivost, što čini izazove upravljanja i planiranja utoliko većim. Ova konstatacija u vremenu sve većih zahtjeva potrošača za električnom energijom, intenzivne integracije obnovljivih izvora energije, ali i sveprisutnih klimatskih promjena dobija sve više na značaju. Analize sigurnosti su uvijek bile ključan korak prilikom planiranja operativnog djelovanja EES, kako na lokalnom tako i na globalnom nivou. Pomenute neizvjesnosti elektroenergetskih sistema i izazovi upravljanja nameću zahtjeve za sve manjim periodama izvršenja analiza sigurnosti, ali i nameću zahtjeve da analize budu što je moguće bliže realnom vremenu. Ovi razlozi doveli su do intezivnog rada na osposobljavanju analiza sigurnosti u realnom vremenu u Crnogorskom elektroprenosnom sistemu, s ciljem postizanja bolje informisanosti operatera prenosnog sistema o stanju i ugroženosti sistema, ali i postizanja bolje opservabilnosti opštih sistemskih prilika i pružanja što je moguće većeg vremenskog okvira za pripremu sistema za nastupajuće stanje ugroženosti ili izbjegavanje istog. U ovom radu će biti opisane pojedinosti vezane za koncept analiza sigurnosti u realnom vremenu, ali i njihova primjena od strane operatera prenosnog sistema Crne Gore.

Ključne riječi: upravljanje prenosnim sistemom, analize sigurnosti, N-1, analize sigurnosti u realnom vremenu

Summary: Power systems are characterized by complexity and variability, which makes the challenges of management and planning all the greater. This statement is gaining more significance in times of increasing consumer demands, intensive integration of renewable energy sources, and the ever-present climate changes.

Contingency analyses have always been a crucial step in planning the operational actions of power systems both locally and globally. The aforementioned uncertainties of power systems and management challenges impose the need for shorter execution periods for contingency analyses, as well as the requirement for analyses to be as close to real-time as possible. These reasons have led to intensive efforts to enable real-time contingency analyses in the Montenegrin transmission system, aiming to achieve better information for transmission system operators about system status and vulnerabilities, as well as to achieve better observability of general system conditions and to provide the widest possible timeframe for preparing the system for upcoming vulnerabilities or avoiding them. This paper will describe the details related to the concept of N-1 analyses in real-time in CGES, as well as their exploitation by transmission system operators.

Key words: transmission system control, contingency analysis, N-1, real time contingency analysis

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je dat osvrt na obaveze oeratora prenosnog sistema zemalja integrisanih u evropsko tržište električne energije, u pogledu zahtjevi za analize sigurnosti u realnom vremenu. U kojoj mjeri su ispunjeni ovi zahtjevi SOGL-a u CGES-u?
2. Kakva su praktična iskustva iz opisanog širenja opservabilne zone? U kojoj mjeri je ispunjena potreba za tačnim mjerenjima i koliko je zahtjevnost bila adekvatnom parametrizacijom modela mrežnih elemenata?

R C2-02 **INCIDENT NA GRANICI CRNE GORE I BOSNE I
HERCEGOVINE OD 28. MAJA 2023. GODINE:
UZROCI, TOK DOGAĐAJA I POBOLJŠANJE
SIGURNOSNIH ANALIZA**

Autori: An đela Krljaš, SCC I
Petar Marković, SCC Ltd. Belgrade
Dragana Radulović, CGES AD
Bogdana Knežević, CGES AD

Recenzent: Ljubo Knežević, dipl.el.ing. – Crnogorski
elektroprenosni sistem;

Kratak sadržaj: U radu će biti analiziran incident koji se dogodio 28. maja 2023. godine u elektroenergetskom sistemu Crne Gore, kada je došlo do prekida u radu četiri interkonektivna dalekovoda sa Bosnom i Hercegovinom. Detaljno će biti razmotreni uzroci incidenta, uključujući tehničke i operativne faktore koji su doveli do prekida ili smetnji u elektroenergetskom sistemu na granici Crne Gore i Bosne i Hercegovine.

Atmosfersko pražnjenje, izazvano nepovoljnim vremenskim prilikama tog dana, utvrđeno je kao primarni uzrok incidenta. Iako je došlo do smetnji u radu mreže, nijedan potrošač nije bio isključen, a negativan uticaj na sinhrono povezani elektroenergetski sistem kontinentalne Evrope nije zabilježen. Rad će također obuhvatiti brze korektivne mjere koje su preduzeli crnogorski i italijanski operator prenosnog sistema [CGES i Terna], čime su uspostavljena sigurnosna ograničenja u kratkom vremenskom periodu i obnovljen normalan rad mreže.

Rad obuhvata i razvoj procedura za poboljšanje regionalne koordinacije i sigurnosnih analiza među operaterima prenosnih sistema, kako bi se unaprijedila efikasnost u prevenciji i upravljanju sličnim incidentima u budućnosti.

Ključne riječi: incident, stanje sistema, proces oporavka, regionalna koordinacija, analize sigurnosti

Summary: The paper analyzes an incident that occurred on May 28, 2023, in the power system of Montenegro, when four interconnection transmission lines with Bosnia and Herzegovina were disrupted. The causes of the incident will be examined in detail, including the technical and operational factors that led to outages or disturbances in the power system at the border between Montenegro and Bosnia and Herzegovina.

A lightning discharge, caused by adverse weather conditions on that day, was identified as the primary cause of the incident. Although the grid experienced disturbances, no consumers were disconnected, and no negative impact on the synchronous interconnected power system of continental Europe was recorded.

The paper also presents the rapid corrective measures undertaken by the Montenegrin and Italian transmission system operators [CGES and Terna], which led to the quick establishment of security constraints and the restoration of normal grid operation.

Furthermore, the paper includes the development of procedures

aimed at improving regional coordination and security analysis among transmission system operators, with the goal of enhancing efficiency in preventing and managing similar incidents in the future.

Key words: incident, system conditions, recovery process, regional coordination, security analyses

Pitanja za diskusiju:

1. U kojoj mjeri je, prema mišljenju autora, koordinacija operativne sigurnosti na današnji dan unaprijeđena u odnosu na datum predmetnog incidenta?
2. Koji je značaj koordinisanog proračuna kapaciteta za efikasnost koordinisanih analiza sigurnosti, odnosno da li adekvatna koordinacija sigurnosti može nadomjestiti nedostatke uzrokovane neadekvatnim proračunom i dodjelom prekozonskih kapaciteta?
3. Kako ocjenjujete trenutni nivo koordinacije u regionu i gdje vidite prostor za najznačajnija unaprjeđenja?

R C2-03

**ANALIZA UTICAJA INTEGRACIJE SOLARNIH I
VJETROELEKTRANA NA KRITIČNE NAPONSKE
REŽIME U PRENOSNOJ MREŽI CRNE GORE**

ANALYSIS OF THE IMPACT OF SOLAR AND WIND
POWER PLANT INTEGRATION ON CRITICAL
VOLTAGE CONDITIONS IN THE TRANSMISSION
NETWORK OF MONTENEGRO

Autori:

Bogdana Knežević, CGES AD
dr Željko Đurišić, Elektrotehnički fakultet - UB

Recenzent:

Safet Čekić, dipl.el.ing. – Crnogorski
elektroprenosni sistem;

Kratak sadržaj: U kontekstu globalnih klimatskih promjena i potrebe za održivim razvojem, integracija obnovljivih izvora energije, poput solarnih i vjetroelektrana, postaje ključni faktor u modernism energetske sistemima. Ovi izvori omogućavaju smanjenje emisije štetnih gasova, ali istovremeno donose izazove u pogledu stabilnosti i regulacije napona u prenosnoj mreži, posebno u sistemu Crne Gore. S obzirom na njihovu varijabilnost i različit geografski raspored, neophodna je detaljna analiza njihovog uticaja

na naponske prilike, uključujući upravljanje reaktivnom snagom. Savremene tehnologije, poput naprednih invertora i STATCOM sistema, omogućavaju da ovi izvori igraju aktivnu ulogu u regulisanju napona, što je ranije bilo rezervisano za konvencionalne elektrane. Rad istražuje mogućnosti učešća solarnih i vjetroelektrana u stabilizaciji napona kroz različite scenarije i simulacije, sa fokusom na kritične naponske režime u prenosnoj mreži Crne Gore. Na osnovu dobijenih rezultata, formulišu se preporuke za unaprijeđenje mehanizama regulacije napona u sistemima sa visokim udjelom obnovljivih izvora energije

Ključne riječi: naponske prilike, regulacija reaktivne snage, obnovljivi izvori energije

Summary: In the context of global climate change and the need for sustainable development, the integration of renewable energy sources, such as solar and wind power plants, has become a key factor in modern energy systems. These sources contribute to reducing greenhouse gas emissions but also introduce challenges in terms of voltage stability and regulation in the transmission network, particularly in Montenegro's transmission system. Given their variability and diverse geographical allocation, a detailed analysis of their impact on voltage conditions, including reactive power management, is necessary. Advanced technologies, such as modern inverters and STATCOM systems, enable these sources to play an active role in voltage regulation, a function previously reserved for conventional power plants. This paper explores the potential of solar and wind power plants in voltage stabilization through various scenarios and simulations, with a focus on critical voltage conditions in Montenegro's transmission network. Based on the obtained results, recommendations are formulated to improve voltage regulation mechanisms in systems with a high share of renewable energy sources.

Key words: voltage conditions, reactive power regulation, renewable energy sources

Pitanja za diskusiju:

1. U redu se konstatuje da vjetroelektrane i solarne elektrane "u osnovnoj konfiguraciji ne doprinose inerciji niti prirodnoj regulaciji frekvencije jer su na elektroenergetski sistem priključene preko uređaja energetske elektronike. Međutim, invertorske jedinice

omogućavaju da vjetroelektrane i fotonaponske elektrane učestvuju u naponskoj regulaciji." Koji je način, prema mišljenju autora, da se nove investije u ovakve izvore usmjere ka korišćenju ovih mogućnosti? Šta bi trebalo previdjeti novim regulatornim okvirom? 2. Da li opisani napredni invertorski sistemi mogu sliču podršku pružati i mimo solarnih i vjetro elektrana? 3. Koliko česti su slučajevi ekstremno visokih napona opisani u radu, u scenariju kada se izvrši integracija navedenih OIE, ali bez primjene opisanih mogućnosti invertora i STATCOM sistema?

X Grupa C3 – Performanse sistema zaštite životne sredine

Predsjednica STK C3: Svetlana Ognjenović, dipl.el.ing. – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić

U okviru grupe C3 – **Performanse sistema zaštite životne sredine** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Klimatske promjene i uticaj na rad elektroenergetskih postrojenja i elektroenergetski sistem
2. Ekološki zahtjevi koji diktiraju razvoj elektroenergetskog sistema, primjena i iskustva u primjeni
3. Aktuelna zakonska regulativa iz oblasti zaštite životne sredine i zaštite na radu
4. Monitoring životne sredine u vezi sa proizvodnjom električne energije
5. Benefiti primjene ISO standarda menadžmenta zaštitom životne sredine i zaštitom na radu u elektroenergetskim objektima

Stručnu ocjenu radovima iz grupe C3 dali su **recenzenti**:

- mr Nebojša Jablan - Crnogorski elektroprenosni sistem;
- Gordana Perović – Crnogorski elektroprenosni sistem;
- Snežana Đurović – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;
- Svetlana Ognjenović – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 4 rada.

R C3-01

ANALIZA SOLARNOG POTENCIJALA BRDA VRMCA, ZA POTREBE IZGRADNJE SOLARNE PV ELEKTRANE RADI POKRIVANJA OPTEREĆENJA TIVTA

ANALYSIS OF THE SOLAR POTENTIAL OV VRMAC HILL, FOR THE PURPOSE OF BUILDING SOLAR PV POWER PLANTS TO COVER THE LOAD OF TIVAT

Autori: Jelena Papović, CEDIS d.o.o. Podgorica

Recenzent: Gordana Perović – Crnogorski elektroprenosni sistem;

Kratak sadržaj: U ovom radu je izvršena analiza solarnog potencijala nenaseljenog dijela brda Vrmac primjenom programskog paketa SAM [System Advisor Model – NREL].

Primjenom istog programskog paketa izvršena je analiza, sa aspekta potrebne snage PV elektrane za napajanje konzuma Tivta.

Diskusija obuhvata analizu mogućnosti i opravdanosti instalacije različitih kapaciteta solarne PV elektrane na brdu Vrmac.

Ključne riječi: solarni potencijal, Vrmac, konzum Tivta, SAM, PV

Summary: In this paper, an analysis of the solar potential of the uninhabited part of the Vrmac hill was performed using the program package SAM [System Advisor Model – NREL].

By applying the same program package, an analysis was carried out, from the aspect of the required power of the PV power plant to supply the consumption of Tivat.

The discussion includes an analysis of the possibilities and justification of the installation of different capacities of the solar PV power plant on the Vrmac hill.

Key words: solar potential, Vrmac, consumption of Tivat, SAM, PV

Pitanja za diskusiju:

1. Koji je povod za analizu lokacija na brdu Vrmac za izgradnju solarne elektrane? Da li su to planovi EPCG?
2. U zaključku rada navodi se da “solarna elektrana na Vrmcu može predstavljati održivo rješenje za smanjenje zavisnosti od prenosne mreže”. Pojasniti navedenu konstataciju.

R C3-02

**ANALIZA UTICAJA SOLARNIH ELEKTRANA NA
ŽIVOTNU SREDINU KROZ ŽIVOTNI CIKLUS (LCA)**

LIFE CYCLE ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS
OF SOLAR PLANTS (LCA)

Autori:

Snežana Đurović, EPCG AD Nikšić

Jelena Gogić, EPCG AD Nikšić

Snežana Krivokapić, EPCG AD Nikšić

Recenzent:

mr Nebojša Jablan - Crnogorski elektroprenosni
sistem;

Kratak sadržaj: U ovom radu se analiziraju uticaji solarnih elektrana na životnu sredinu kroz njihov životni ciklus (LCA-Life Cycle Assessment) od faze proizvodnje, eksploatacije do faze demontaže i povlačenja iz upotrebe/odlaganja. Rad analizira etape koje uključuju eksploataciju sirovina, proizvodnju solarnih panela, instalaciju, rad, održavanje i odlaganje. Takođe se ističu ekološki problemi koji su prisutni u procesu nabavke sirovina i reciklaže, posebno kada se uzimaju u obzir materijali poput bakra i silicijuma.

Poređenje ugljeničnog otiska između obnovljivih izvora i fosilnih goriva pokazuje prednosti fotonaponskih sistema ali su solarne elektrane blago iznad drugih obnovljivih izvora kao što su vjetar ili nuklearna energija, kad je u pitanju ugljenični otisak. LCA je ključni alat za razumijevanje uticaja solarnih elektrana na životnu sredinu.

Ključne riječi: solarne elektrane, životna sredina, životni ciklus (LCA)

Summary: This paper analyzes the environmental impacts of solar power plants throughout their life cycle (LCA - Life Cycle Assessment), from production and exploitation to dismantling and decommissioning/disposal. It examines stages such as raw material extraction, solar panel production, installation, operation, maintenance, and disposal. Additionally, the paper highlights environmental concerns associated with raw material procurement and recycling, particularly regarding materials like copper and silicon.

A comparison of the carbon footprint between renewable energy sources and fossil fuels demonstrates the advantages of photovoltaic systems. However, solar power plants have a slightly higher carbon footprint than other renewable sources, such as wind and nuclear energy. LCA serves as a key tool for understanding the environmental impact of solar power plants.

Key words: solar power plants, environment, life cycle assessment [LCA]

Pitanja za diskusiju:

1. Objasniti kako solarne elektrane u fazi izgradnje, a kako u fazi eksploatacije utiču negativno na zemljište i biodiverzitet. Uporediti ove uticaje.
2. Kako se tretira otpad od solarnih elektrana, koje su završile radni vijek u razvijenim zemljama (EU, SAD, Japan, Australija)?
3. Kada je realno očekivati da Crna Gora ima zakonodavni okvir, kao i reciklažne centre za tretman ove vrste otpada, uzimajući u obzir EPCG solarne projekte i veliku zainteresovanost investitora za izgradnju solarnih elektrana u državi?

R C3-03

**ESG STANDARDI I NJIHOV UTICAJ NA RAZVOJ
VJETROELEKTRANA: IMPLEMENTACIJA,
EIA/ESAP/CAP I REGULATIVA U OBLASTI
ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**

ESG STANDARDS AND THEIR IMPACT ON WIND
POWER DEVELOPMENT: IMPLEMENTATION,
EIA/ESAP/CAP, AND ENVIRONMENTAL
PROTECTION REGULATION

Autori:

Nikolina Kažić, SEE CAO
Filip Marković, SEE CAO

Recenzent:

Snežana Đurović – Elektroprivreda Crne Gore AD
Nikšić;

Kratak sadržaj: Rad obrađuje primjenu ESG (Environmental, Social, Governance) standarda u razvoju vjetroelektrana, s naglaskom na regulativu i zahtjeve koji usmjeravaju razvoj elektroenergetskih postrojenja u kontekstu klimatskih promjena, socijalnih i korporativnih pitanja, kao i aktuelnu zakonsku regulativu iz oblasti zaštite životne sredine.

Poseban fokus rada biće na implementaciji ESG standarda u sektoru obnovljivih izvora energije - naročito vjetroelektrana. Razmatraće se EIA studija [Environmental Impact Assessment], ESAP [Environmental and Social Action Plans] i CAP [Corrective Action Plan] i njihov značaj u kontekstu zaštite životne sredine i održivosti, a naročito u kontekstu primjera iz prakse - izgradnje vjetroelektrane VE Gvozd. Rad će dodatno ispitati prednosti primjene ISO standarda

menadžmenta zaštite životne sredine i zaštite na radu u elektroenergetskim objektima.

Ključne riječi: ESG, životna sredina, standardi, upravljanje, VE Gvozd

Summary: The paper will place special focus on the implementation of ESG standards in the renewable energy sector – particularly wind power plants. It will examine the Environmental Impact Assessment [EIA], Environmental and Social Action Plans [ESAP], and the Corrective Action Plan [CAP], and their significance in the context of environmental protection and sustainability, especially through a practical case – the construction of the Gvozd wind power plant [WPP Gvozd]. The paper will also explore the benefits of applying ISO standards for environmental and occupational health and safety management in power infrastructure facilities.

Key words: ESG, environment, standards, governance, WPP Gvozd

Pitanja za diskusiju:

1. Koje su glavne prepreke za primjenu ESG-a u energetsom sektoru?
2. Koje mjere ublažavanja negativnih uticaja na životnu sredinu su predviđene tokom izgradnje, rada i završetka rada VE "Gvozd"?

R C3-04 UPRAVLJANJE OTPADOM OD VJETROELEKTRANA

WIND FARM WASTE MANAGEMENT

Autor: Jelena Gogi ć, EPCG AD Nikšić ☐
Snežana Krivokapić, EPCG AD Nikšić

Recenzent: Svetlana Ognjenović – Elektroprivreda Crne Gore
AD Nikšić;

Kratak sadržaj: Kako globalna potražnja za čistom energijom raste, vjetroelektrane postaju sve značajniji izvor električne energije. Iako se često percipiraju kao "zelena" tehnologija, vjetroelektrane također stvaraju specifičan tok otpada, posebno prilikom demontaže ili zamjene dotrajalih turbina. Poseban izazov predstavlja odlaganje lopatica vjetroturbina, izrađenih od kompozitnih materijala koji se teško recikliraju.

Ovaj rad daje pregled vrsta otpada koji nastaju u različitim fazama životnog ciklusa vjetroelektrana – od proizvodnje i instalacije do održavanja i razgradnje. Analiziraju se postojeći sistemi upravljanja

otpadom, kao i njihova efikasnost u praksi. Pored toga, predstavljene su najnovije tehnološke inovacije u reciklaži kompozitnih materijala i potencijalna rješenja zasnovana na principima kružne ekonomije. Cilj rada je identifikovati izazove i ponuditi smjernice za razvoj održivijih strategija upravljanja otpadom u sektoru energije vjetra.

Ključne riječi: otpad, vjetroelektane

Summary: As global demand for clean energy continues to grow, wind farms are becoming an increasingly important source of electricity. Although often perceived as a "green" technology, wind farms also generate a specific waste stream, particularly during the decommissioning or replacement of aging turbines. A major challenge lies in the disposal of wind turbine blades, which are made of composite materials that are difficult to recycle.

This paper provides an overview of the types of waste generated during the different phases of a wind farm's life cycle – from manufacturing and installation to maintenance and decommissioning. Existing waste management systems are analyzed, along with their effectiveness in practice. In addition, the latest technological innovations in composite material recycling are presented, as well as potential solutions based on circular economy principles. The aim of this paper is to identify key challenges and offer guidelines for developing more sustainable waste management strategies in the wind energy sector.

Key words: Waste, Wind farm

XI Grupa C4 – Tehničke performanse EES

Predsjednik STK C4: dr Vladan Durković – Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore

U okviru grupe C4 - **Tehničke performanse EES** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Poboljšanje performansi EES upotrebom naprednih metoda, modela i alata;
2. Kvalitet električne energije;
3. Prenaponi i koordinacija izolacije;
4. Uticaj elektromagnetnih polja niskih učestanosti i elektromagnetna kompatibilnost;
5. Uticaj integracije obnovljivih izvora na tehničke pokazatelje elektroenergetskog sistema.
6. Dinamika i stabilnost EES u realnim uslovima.
7. Procjena i modelovanje parametara eksibilnosti elektroenergetskog sistema.
8. Uticaj skladišta električne energije na tehničke performanse EES-a.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe C4 dao je **recenzent**:

- doc.dr Tomislav Rajić – Elektrotehnički fakultet, UB
- Goran Čevriz – SIEMENS ENERGY
- Ivan Vujović- TERING
- Prof.dr Mileta Žarković - Elektrotehnički fakultet, UB
- dr Vladan Durković – Elektrotehnički fakultet, UCG
- Nebojša Jović - EKC

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 4 rada.

R C4-01

**ANALIZA PRENOSNIH KAPACITETA NADZEMNIH
VISOKONAPONSKIH DALEKOVODA U REALNIM
METEOROLOŠKIM USLOVIMA**

Autor: Aleksandra Zeković, CGES AD
dr Vladan Durković, Elektrotehnički fakultet - UCG

Recenzent: doc.dr Tomislav Rajić – Elektrotehnički fakultet, UB
Goran Čevriz – SIEMENS ENERGY

Kratak sadržaj: Određivanje prenosnog kapaciteta nadzemnih visokonaponskih dalekovoda ključno je za upravljanje elektroprenosnim sistemom. U ovome radu je izvršeno upoređenje dvije metode analize prenosnog kapaciteta: statička i dinamička [1], [2]. Statička metoda uzima u obzir najnepovoljnije vremenske uslove, pružajući konzervativnu procjenu maksimalne dozvoljene struje [1], [3], a time i prenosnog kapaciteta dalekovoda, što često dovodi do potcjenjivanja stvarnog kapaciteta. S druge strane, dinamička metoda DLR (en: Dynamic Line Rating) se oslanja na trenutne vremenske uslove, omogućavajući preciznije određivanje mogućnosti dalekovoda bez prekoračenja maksimalne dozvoljene temperature provodnika. Ovaj pristup omogućava veću iskorišćenost dalekovoda u povoljnim meteorološkim uslovima. U ovom radu biće predstavljena Runge-Kutta metoda četvrtog reda, modelovana u obliku algoritma u programskom jeziku Matlab, kao dinamički pristup određivanju prenosne moći dalekovoda. Takođe, biće izvršena uporedna analiza rezultata dobijenih statičkom i dinamičkom metodom.

Ključne riječi: prenosni kapacitet, statička metoda, dinamička metoda DLR, Runge-Kutta četvrtog reda

Summary: Determining the transmission capacity of overhead high-voltage power lines is crucial for managing the power transmission system. This paper investigates two methods of transmission capacity analysis: static and dynamic. The static method considers the most unfavorable weather conditions, providing a conservative estimate of the maximum allowable current and consequently, the transmission capacity of the power line which often leads to underestimating the actual capacity. On the other hand, the dynamic method, Dynamic Line Rating [DLR], relies on real-time weather conditions, enabling a more precise determination of the

line's capability without exceeding the maximum permissible conductor temperature. This approach allows for greater utilization of the power line under favorable meteorological conditions in this paper, the fourth-order Runge-Kutta method, modeled as an algorithm in the Matlab programming language, will be presented as a dynamic approach to determining the transmission capacity of power lines. Additionally, a comparative analysis of the results obtained using the static and dynamic methods will be conducted.

Key words: transmission capacity, static method, dynamic method [DLR], fourth-order Runge-Kutta

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je pokazano da su struje opterećena dinamičkim pristupom veće od onih koje su dobijene klasičnom metodom. Da li mogu postojati takvi uslovi gde će struje dobijene dinamičkom metodom biti manje nego one dobijene klasičnom metodom?
2. Pri većim vrednostima struje, postavlja se pitanje ugiba provodnika i ugroženosti stabilnosti sistema. Da li autori imaju komentar na tu temu?
1. U kojim situacijama je primjena statičke metode opravdana i dovoljna?
2. Koje su tehničke i ekonomske prepreke za široku implementaciju DLR sistema?
3. Da li bi se slična metoda mogla koristiti i za podzemne kablove?
4. U kojoj mjeri trenutni regulatorni okvir u Crnoj Gori podstiču razvoj i primjenu DLR tehnologije?

R C4-02

**MODELOVANJE REGULATORA U DLL I FMI
INTERFEJSU U SIMULACIJSKIM ALATIMA I
POREĐENJE OVE DVIJE METODE**

MODELING OF CONTROLLERS IN DLL AND FMI
INTERFACES IN SIMULATION TOOLS AND
COMPARISON OF THESE TWO METHODS

Autor: Tarik Rahmanović, Elektroprenos BiH

Recenzent: dr Vladan Durković – Elektrotehnički fakultet, UCG

Kratak sadržaj: U ovom radu istražuje se modeliranje regulatora korištenjem DLL [Dynamic Link Library] i FMI [Functional Mock-up Interface] interfejsa u simulacionim alatima, s naglaskom na implementaciju u softveru PowerFactory. Porede se prednosti i

ograničenja obje metode, uz osvrt na fleksibilnost, računarsku efikasnost i jednostavnost integracije.

Kroz implementaciju jednostavnog regulatora (AVR) prikazane su praktične razlike u načinu modelovanja. Metode su isprobane u istim uslovima radi objektivne analize. Upoređuju se performanse simulacija u pogledu dinamičkog odziva, preciznosti i mogućnosti detaljnog modelovanja sistema.

Ključne riječi: Dynamic-Link-Library – Functional-Mock-up-Interface – PowerFactory – Regulator – Simulacija – Interfejs – Modelovanje – Dinamički-odziv

Summary: This paper investigates the modeling of controllers using DLL [Dynamic Link Library] and FMI [Functional Mock-up Interface] interfaces in simulation tools, with a focus on implementation within the PowerFactory software. The advantages and limitations of both methods are compared, with particular attention to flexibility, computational efficiency, and ease of integration.

A simple controller (e.g. AVR) is implemented to highlight practical modeling differences. Both methods are tested under identical conditions to ensure an objective comparison. The simulation results are analyzed with respect to dynamic response, accuracy, and the potential for detailed system modeling.

Key words: Dynamic-Link-Library – Functional-Mock-up-Interface – PowerFactory – Controller – Simulation – Interface – Modeling – Dynamic-response

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je korišćenja Tustin metoda za potrebe diskretizacije. Zašto je odabrana pomenuta metoda? Da li isti zaključci važe ukoliko se koriste druge metode diskretizacije?

R C4-03

**OPTIMA ON-BOARD PUNJAČI ELEKTRIČNIH
VOZILA: SISTEMATSKI PREGLED I SIMULACIONI
OKVIR U EMTF SOFTVERSKOM PAKETU**

Autor:

MSc Miloš Jelovac, Elektrotehnički fakultet - UCG
Prof. dr Vladan Radulović, Elektrotehnički fakultet -
UCG

Recenzent: Ivan Vujović- TERING
prof.dr Mileta Žarković - Elektrotehnički fakultet,
UB

Kratak sadržaj: Savremeni razvoj on-board punjača (OBC) za električna vozila karakterišu različite topologije, režimi rada i tehnički izazovi koji se odnose na energetske efikasnost, pouzdanost sistema i elektromagnetnu kompatibilnost sa distributivnom mrežom. Poseban akcenat stavlja se na njihovu ulogu u procesu integracije obnovljivih izvora energije i pametnih mreža, kao i na aktuelne trendove u oblasti istraživanja i razvoja OBC sistema.

Rad obuhvata pregled relevantne literature sa ciljem klasifikacije i analize postojećih rješenja, kao i identifikacije tehničkih pravaca za unaprijeđenje performansi punjača. Dodatno, predstavljen je koncept simulacionog modela on-board punjača razvijen u softverskom okruženju EMTP Works 4.4, kroz koji se razmatra ponašanje sistema u normalnim režimima rada. Model omogućava osnovnu analizu naponskih i strujnih talasa, te pruža osnovu za buduće optimizacije parametara u zavisnosti od uslova napajanja i karakteristika baterije električnog vozila.

Ključne riječi: On-board punjači, ispravljači, invertori, EMTP, električni automobili, faktor snage

Summary. The modern development of on-board chargers (OBC) for electric vehicles is characterized by various topologies, operating modes, and technical challenges related to energy efficiency, system reliability, and electromagnetic compatibility with the distribution network. Special emphasis is placed on their role in the integration of renewable energy sources and smart grids, as well as on current trends in research and development of OBC systems.

This paper presents a review of relevant literature with the aim of classifying and analyzing existing solutions, as well as identifying technical directions for improving charger performance. In addition, a conceptual simulation model of an on-board charger developed in the EMTP Works 4.4 software environment is presented, through which system behavior under normal operating conditions is examined. The model enables basic analysis of voltage and current waveforms and provides a foundation for future optimization of parameters depending on grid conditions and the characteristics of the vehicle battery.

Key words: On-board charger, rectifier, inverter, EMTP, electrical vehicle [EV], power factor

Pitanja za diskusiju:

1. Da li, prema saznanju autora, postoje neka rješenja punjača za električna vozila koja vrše direktnu DC-DC konverziju električne energije dobijene iz fotonaponskog sistema, uz adekvatne baterijske kapacitete koji se pune iz fotonaponskog sistema, u električnu energiju za punjenje baterija u vozilu?
2. Da li postoji sistem koji omogućava punjenje baterija u vozilu iz baterija eksternog sistema za punjenje, u slučaju kada fotonaponski sistem ne generiše električnu energiju (recimo tokom noći)?
3. Kakav vid komunikacije i upravljanja punjenjem električnog automobila može biti ostvaren iz centralizovanog sistema za nadzor i upravljanje na nivou, recimo, jednog grada?
4. Kakva rješenja postoje, po saznanju autora, za ostvarivanje mogućnosti plasiranja električne energije iz baterija u vozilu električnog automobila u mrežu za napajanje kada je to potrebno distributivnoj mreži, odnosno EES-u?
5. Da li autori planiraju izradu modela za trofazne AC punjače i DC punjače?
1. Kakve su promene neophodne u dizajnu prilikom prelaska sa jednofaznog na trofazni on-board punjač, i da li bi prikazani simulacioni model mogao biti efektivno proširen na trofaznu topologiju?
2. Koje su glavne prednosti EMTP softvera u odnosu na Simulink?
3. Kako bi integracija dvosmernog načina punjenja [Vehicle-to-Grid funkcionalnosti] uticala na odabranu topologiju i algoritme upravljanja OBC-a, odnosno koje bi dodatne zahteve ovakva funkcionalnost postavila pred sistem?
4. U kojoj meri aktuelni standardi za infrastrukturu punjenja električnih vozila ograničavaju ili usmeravaju dizajn on-board punjača u pogledu maksimalne snage, bezbednosti i komunikacionih protokola?

TRANSIENT STABILITY ANALYSIS OF THE
MONTENEGRIN POWER SYSTEM IN A SIMULINK
ENVIRONMENT

Autori:

Dejan Vraneš, EPCG AD Nikšić
Gojko Joksimović, Elektrotehnički fakultet - UCG

Recenzent:

Nebojša Jović – EKC
dr Vladan Durković – Elektrotehnički fakultet, UCG

Kratak sadržaj: U radu je predstavljen i detaljno realizovan dinamički model elektroenergetskog sistema Crne Gore, namijenjen analizi njegove tranzijentne stabilnosti u Matlab/Simulink okruženju. Modelovan je slučaj trofaznog kratkog spoja u blizini proizvoljnog čvora sistema koji se eliminiše isključenjem voda pogođenog kvarom i detaljno analizira uticaj kvara na tranzijentnu stabilnost sistema. Rezultati nelinearne simulacije u vremenskom domenu potvrđuju efikasnost razvijenog modela za simulaciju tranzijentne stabilnosti u elektroenergetskom sistemu Crne Gore pri velikim poremećajima za različite vrijednosti vremena otklanjanja poremećaja. Model ima otvorenu strukturu i svi podmodeli mogu biti modifikovani ili prošireni korišćenjem različitih SIMULINK konstrukcija. Predloženi model se pokazao kao moćno didaktičko i istraživačko sredstvo, sposobno da pruži važne informacije o različitim aspektima fenomena tranzijentne stabilnosti. Kompletan SIMULINK model se lako modifikuje za sisteme sa različitim brojem mašina i različitim mrežnim konfiguracijama. Model zasnovan na SIMULINK-u takođe olakšava izbor parametara simulacije, uključujući lokaciju kvara, trajanje kvara i vrijeme otklanjanja kvara, vrijeme početka i zaustavljanja simulacije, različite metode numeričke integracije diferencijalnih jednačina, veličine koraka, tolerancije i izlazne opcije.

Ključne riječi: Tranzijentna stabilnost – Višemašinski elektroenergetski sistem – Simulink

Summary: The paper presents and details the implementation of a dynamic model of the power system of Montenegro, aimed at analyzing its transient stability in the Matlab/Simulink environment. A case of a three-phase short circuit near an arbitrary node of the system is modeled, which is eliminated by disconnecting the line affected by the fault, and the impact of the fault on the transient stability of the system is analyzed in detail. The results of the

nonlinear time-domain simulation confirm the effectiveness of the developed model for simulating transient stability in the power system of Montenegro under significant disturbances for different fault clearing times. The model has an open structure, and all submodels can be modified or extended using various SIMULINK constructs. The proposed model has proven to be a powerful didactic and research tool, capable of providing important information on various aspects of the transient stability phenomenon. The complete SIMULINK model can be easily modified for systems with different numbers of machines and various network configurations. The SIMULINK-based model also facilitates the selection of simulation parameters, including the location of the fault, duration of the fault, fault clearing time, start and stop times of the simulation, various methods of numerical integration of differential equations, step sizes, tolerances, and output options.

Key words: Transient stability – Multi-machine power system – Simulink

Pitanja za diskusiju:

1. Da li po mišljenju autora postoji dovoljna rezerva tranzijentne stabilnosti analiziranog generatora uzimajući u obzir podešenje zaštite na 220 kV vodu koji povezuje sabirnice 4 i 12 na kojem je simuliran kvar?
2. Na slici 10. prikazane su vremenske promene aktivne snage analiziranih generatora na kojima se vidi da u toku trajanja kvara generatori G2 i G3 ulaze u motorni režim? Prema mišljenju Autora da li je trebalo uzeti u obzir podešenje zaštite od povratne snage (ulaska u motorni režim) na generatoru u TE Pljevlja (vremensko zatezanje i vrednost povratne snage u odnosu na nazivnu) za izračunavanje stvarne vrednosti kritičnog vremena isključenja kvara?
 1. Ako se uvaži djelovanje zaštite generatora koja sprečava prelaz rada mašine iz generatorskog u motorni režim (npr generatori 2 i 3 prelaze u motorni režim, slika 10) koliko bi iznosilo kritično vrijeme otklanjanja kvara?
 2. S obzirom da su na mreži priključene vjetroelektrane Krnovo i Možura, da li autori mogu dati komentar kakav bi bio njihov uticaj na prikazane proračune?
 3. Mogu li autori prokomentarisati koliko bi druge vrijednosti faktora snage (npr Generatori da rade sa jedničnim faktorom snage) uticale

Zbornik kratkih sadržaja referata iX Savjetovanja
na proračun kritičnog vremena za otklanjanje kvara?

XII Grupa C5 – Tržišta električne energije i deregulacija

Predsjednik STK C5: Darko Krivokapić, dipl.el.ing. –
Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić

U okviru grupe C5 - **Tržišta električne energije i deregulacija** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Podrška postizanju ciljeva dekarbonizacije - nove uloge i procesi na tržištu
2. Dizajn i struktura tržišta električne energije kao podrška kapitalno intenzivnim investicijama u domenu obnovljivih izvora energije
3. Inovativni ugovori/usluge između učesnika na tržištu električne energije i sa kupcima/vlasnicima distribuiranih energetske resursa
4. Uticaj distributivne proizvodnje na tržište električne energije
5. Promjene na tržištu - prelazak sa centralizovanog na distributivno planiranje
6. Uloga regulatora na tržištima koja se mijenjaju
7. Uloga i značaj cyber bezbjednosti na tržište električne energije
8. Uticaj razvoja tržišta električne energije na mjerenje i mjerne podatke u Crnoj Gori
9. Analiza uticaja emisija CO₂ na cijene električne energije u Crnoj Gori

Stručnu ocjenu radovima iz grupe C5 dali su **recenzenti**:

- Perko Tomašević – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;

- Milutin Kilibarda – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;
- Marko Delibašić – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;
- Ilija Džankić – Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- Ljubo Knežević – Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- Željko Adžić – Crnogorski elektroprenosni sistem AD;
- Vladimir Kostić – Crnogorski elektroprenosni sistem AD;

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 7 radova.

R C5-01 RAZVOJ TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U CRNOJ GORI U SUSRET EKSPANZIJI PROIZVODNJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA

DEVELOPMENT OF ELECTRICITY MARKET IN MONTENEGRO IN THE LIGHT OF EXPANSION OF GENERATION FROM RES

Autori: Nikola Beljkaš, BELEN doo
 Filip Zindović, BELEN doo

Recenzent: Perko Tomašević – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić;

Kratak sadržaj: U prethodnih 10-15 godina svjedočimo značajnim promjenama u sektoru energetike u Crnoj Gori, od razdvajanja prenosnog i distributivnog sistema od proizvodnje i snabdijevanja, preko liberalizacije tržišta električne energije i gasa pa sve do uspostavljanja operativnog dan-unaprijed tržišta električne energije. Ono što čeka naš energetski sektor je zahtjevan proces postepene dekarbonizacije proizvodnje električne energije, uz povezivanje crnogorskog tržišta sa jedinstvenim evropskim tržištem. U najavi su brojni budući projekti izgradnje proizvodnih kapaciteta iz obnovljivih izvora energije, pa je u skladu sa tim neophodno uporedo raditi na razvoju veleprodajnog tržišta koje će biti odgovarajuća podrška budućim proizvođačima iz OIE.

U ovom radu će biti govora o trenutnom stanju na berzanskom tržištu električne energije u Crnoj Gori, kao i planovima za dalji razvoj tržišta u susret budućem povezivanju sa jedinstvenim evropskim tržištem, koji bi trebalo da prati nadolazeće investicije na polju OIE.

Ključne riječi: dan-unaprijed tržište – unutardnevno tržište – povezivanje tržišta – integracija obnovljivih izvora

Summary: During the last 10-15 years we have witnessed significant changes in Montenegrin power sector, starting from unbundling of transmission and distribution system from generation and supply, liberalisation of electricity and gas market to establishment of operational day-ahead electricity market. The challenging process of gradual decarbonisation of electricity generation, along with market coupling of Montenegrin market with single European market, is something that is awaiting our power sector. Numerous future construction projects of generation capacities from renewable energy sources have been announced, and in accordance with this situation it is necessary to work in parallel on wholesale market development, to provide adequate support to future producers from renewable energy sources (RES).

This paper shall contain details about the current state of power exchange market in Montenegro, as well as plans for further market development in the light of future market coupling with single European market, that should complement the upcoming investments in the field of RES.

Key words: day-ahead market – intraday market – market coupling – RES integration.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su sledeći koraci da COTEE dio električne energije iz OIE (feed in) plasira na tržištu, uzevši u obzir da ZOE prepozna tu mogućnost?
2. Šta je preuzrto da se uvedu negativne cijene na day-ahead tržištu kako bi imali realnu sliku o cijenama električne energije u Crnoj Gori?
3. U cilju jačanja i povećanja likvidnosti day-ahead tržišta potrebno je da ODS i OPS dio električne energije za pokrivanje gubitaka nabavljaju na taj način. Da li se o tome razmišlja kao o potencijalnoj opciji?

**PRENOSNOG SISTEMA OBEZBEDIO DOVOLJNU
ENERGIJU ZA NADOKNADU TEHNIČKIH
GUBITAKA U PRENOSNOM SISTEMU**

Autori: Ružica Ašanin, EMS AD Beograd
Aleksandar Vasković, EMS AD Beograd
Katarina Mitrović, EMS AD Beograd

Recenzent: Željko Adžić – Crnogorski elektroprenosni sistem
AD;

Kratak sadržaj: Operator prenosnog sistema ispunjavajući jednu od svojih zakonskih obaveza, prvenstveno radi održivosti stabilnog i sigurnog rada elektroenergetskog sistema, obezbeđuje dovoljne količine električne energije po optimalnim tržišnim uslovima. U praksi se pokazalo da usvajanje samo jednog modela nabavke, kao što je učestvovanje na organizovanom tržištu električne energije ili sklapanje bilateralnih dugoročnih ugovora o snabdevanju nije najoptimalnije za operatora prenosnog sistema.

U dosadašnjem radu, ne uzimajući u obzir periode kada je država preuzimala mere radi ublažavanja efekta visokih cena električne energije na privredu, operator prenosnog sistema u Srbiji je prepoznao kao najefikasnije rešenje da se deo energije kupuje na bilateralnom tržištu, a deo na organizovanom tržištu električne energije. Principi transparentnosti, nediskriminatornosti i tržišta bile su vodilje u sagledavanju optimalnog načina za sprovođenje bilateralne trgovine nakon čega je donet zaključak da se kupovina električne energije sprovodi preko aukcijske platforme.

Rad detaljno opisuje razloge neophodnosti postojanja platforme za bilateralnu trgovinu u rukama operatora prenosnog sistema, kao i karakteristike rada ovakve jedne platforme koje će privući veći broj učesnika i operatoru prenosnog sistema obezbediti optimalnu nabavku električne energije za nadoknadu gubitaka.

Ključne riječi: Operator prenosnog sistema - platforma za bilateralnu trgovinu - tehnički gubici – nabavka električne energije

Summary: The transmission system operator, in fulfilling one of its legal obligations, primarily to ensure the stable and secure operation of the power system, procures adequate quantities of electrical energy under optimal market conditions. In practice, it has been demonstrated that relying solely on a single procurement

model such as participating in the organized electricity market or entering into long-term bilateral supply agreements is not the most optimal solution for the transmission system operator.

In previous performance of the transmission system operator, excluding periods when the state implemented measures to mitigate the impact of high electricity prices on the economy, the transmission system operator in Serbia has recognized that the most efficient solution of procurement is a combination of energy procurement from both the bilateral market and the organized electricity market.

Guided by the principles of transparency, non-discrimination and minimal-costs in finding of the optimal approach for conducting bilateral trade, it was concluded that electricity procurement should be carried out using an auction-based platform.

This paper provides a detailed analysis of the necessity for a platform for bilateral trading managed by the transmission system operator, along with the operational characteristics of such a platform that would attract a larger number of participants and enable the transmission system operator to optimize energy procurement for covering transmission system losses.

Key words: Transmission System Operator –Platform for Bilateral Trading –Transmission System Losses – Energy Procurement

R C5-03

UTJECAJ Odstupanja plana i ostvarenja proizvodnje OIE na ukupne troškove uravnoteženja elektroenergetskog sustava

IMPACT OF DEVIATIONS BETWEEN PLANNED AND ACTUAL RES GENERATION ON THE TOTAL BALANCING COSTS OF THE POWER SYSTEM

Autori: Karlo Koščak, HOPS D.D. ☐
Tonči Tadin, HOPS D.D.
Ana Horvat Sedlić, HOPS D.D.
Mario Mužek, HOPS D.D.

Recenzent: Milutin Kilibarda – Elektroprivreda Crne Gore AD
Nikšić;

Kratak sadržaj: Hrvatska postupno, ali odlučno povećava udio

obnovljivih izvora energije u svojoj elektroenergetskoj bilanci, s naglaskom na vjetroelektrane i fotonaponske sustave. Između 2020. i 2024. godine instalirani kapaciteti ovih tehnologija znatno su porasli, što je dovelo do promjene u proizvodnoj strukturi te utjecalo na dinamiku tržišta električne energije. Međutim, zbog nepredvidive prirode proizvodnje iz vjetra i sunca, tržišni sudionici sve se češće suočavaju s odstupanjima od tržišnih pozicija. U takvim okolnostima, ključno je oslanjati se na precizno planiranje i pravovremeno intradnevno replaniranje, osobito kod bilančnih grupa koje upravljaju portfeljima s visokim udjelom OIE.

Ključne riječi: Obnovljivi izvori energije, uravnoteženje, replaniranje, troškovi uravnoteženja

Summary: Croatia is gradually but decisively increasing the share of renewable energy sources in its electricity mix, with a focus on wind and photovoltaic systems. Between 2020 and 2024, the installed capacities of these technologies grew significantly, leading to changes in the production structure and impacting the dynamics of the electricity market. However, due to the unpredictable nature of wind and solar generation, market participants are increasingly facing deviations from their market positions. In such circumstances, accurate planning and timely intraday re-planning are essential, especially for balancing groups managing portfolios with a high share of renewables.

Key words: Renewable energy sources, balancing, re-planning, balancing costs

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se može izvući zaključak iz kog razloga su odstupanja analiziranih bilansnih grupa većinom negativna, posebno kod grupa gdje su dominantni proizvodni objekti iz vjetroelektrana i fotonaponskih elektrana?
2. Da li je isti trend [negativnih odstupanja] primjetan za vjetroelektrane i fotonaponske elektrane i da li se mijenja u zavisnosti od dijela godine?

QUANTIFYING OF EPCG A.D. ENERGY MIX ON THE
POWER MARKET

Autori: Božana Miljanić Marušić, EPCG A.D. Nikšić
Maja Rašković, EPCG A.D. Nikšić

Recenzent: Vladimir Kostić – Crnogorski elektroprenosni
sistem AD;

Kratak sadržaj: U sektoru elektroenergetike u posljednjim godinama nameću se brojni zahtjevi koji treba da imaju pozitivne efekte na životnu sredinu, posebno kroz obavezujuće ciljeve za smanjenje emisija sa efektom staklene bašte. Ekspanzija investicija u oblasti proizvodnje iz obnovljivih izvora energije nameće se kao osnova za dalji razvoj elektroenergetskog sektora. U Crnoj Gori EPCG A.D. ima licencu proizvođača, snabdjevača i trgovca električnom energijom i svoje poslovanje teži uskladiti sa dobrim praksama koje su zastupljene u Evropskoj uniji i doprinijeti očuvanju životne sredine.

Cilj ovog rada je da se predstavi i uporedi vrijednost proizvedene električne energije na tržištu električne energije iz elektrana koje su u vlasništvu EPCG A.D. ili od kojih EPCG A.D. otkupljuje električnu energiju, na godišnjem i mjesečnom nivou. U radu će biti prikazano vrednovanje proizvodnje na elektroenergetskim berzama HUPX, SEEPEX, MEPX i CROPEX, na kojima EPCG A.D. trguje direktno ili indirektno. Biće predstavljeni rezultati za period 2020-2024 godina, s obzirom na to da su u ovom vremenskom periodu brojni faktori na globalnom nivou doprinosili velikim turbulencijama na tržištu električne energije. Takođe, predstavljen je efekat proizvodnje iz varijabilnih izvora energije, naročito iz solarnih elektrana na satne cijene električne energije.

Ključne riječi: Proizvodnja električne energije – Tržište električne energije – Berza električne energije

Summary: Environmental protection must be in the focus of energy sector, especially on the decrease of the greenhouse gas emissions. Development of the energy sector is based on the increase of the investments in renewable energy sources. EPCG A.D. has a license for power production, supply and power trading and strives for implementing good solutions from European Union in the domain of environmental protection.

The aim of this paper is presenting and comparing the value of

produced energy on the energy market. We have analyzed production of power plants that are owned by EPCG A.D. Also, EPCG A.D. buys energy from other power plants on Montenegrin territory that have long-term contracts with Montenegrin Market Operator. These power plants are included in this analysis. EPCG A.D. trades directly or using market access on HUPX, SEEPEX, MEPX and CROPEX. Quantifying of EPCG A.D. energy mix will be presented for before mentioned power exchanges on monthly and yearly basis for the period of 2020-2024. Also, we have presented effects of production from variable energy sources on hourly electricity prices, especially from solar power plants.

Key words: Electricity generation – Power market – Power exchange

Pitanje za diskusiju:

1. Kako će rast kapaciteta velikih solarnih elektrana u Crnoj Gori promijeniti profil cijena na dan-unaprijed tržištu i da li EPCG ima dovoljno fleksibilnosti da na to odgovori?
2. Da li će prelazak na aukcijski model umjesto podsticajne otkupne cijene za povlašćene proizvođače značajno uticati na optimizaciju portfolija EPCG?
3. Na koji način bi najavljeni baterijski sistemi bili iskorišćeni u kontekstu optimizacije EPCG portfolija?

**R C5-05 IMENOVANJE REGIONALNE ALOKACIJSKE
PLATFORME NA NIVOU ENERGETSKE ZAJEDNICE**

APPOINTMENT OF REGIONAL ALLOCATION
PLATFORM AT THE ENERGY COMMUNITY LEVEL

Autori: Uroš Kuč, SEE CAO
Nikolina Kažić, SEE CAO

Recenzent: Ilija Džankić – Crnogorski elektroprenosni sistem
AD;

Kratak sadržaj: U decembru 2022. godine, Ministarski savjet Energetske zajednice usvojio je Uredbu o uspostavljanju smjernica o dugoročnoj alokaciji kapaciteta - FCA uredba [eng. Forward Capacity Allocation]. Ovim mrežnim kodom se, između ostalog, predviđa uspostavljanje Regionalne alokacijske platforme za zemlje članice Energetske zajednice. Operatorima prenosnih sistema članovi 49 i

59 FCA-a definišu obavezu: a) dostave regulatorima zajedničkog seta zahtjeva za uspostavljanje Regionalne alokacijske platforme; i b) definisanja metodologije raspodjele troškova njenog osnivanja i funkcionisanja.

Ovaj rad analizira proces imenovanja Regionalne alokacijske platforme ispitujući preduslove za uspješno imenovanje, mehanizme odlučivanja i raspodjele nadležnosti uključenih aktera. Rad identifikuje potencijalne barijere i predlaže rješenja za njihovo prevazilaženje i vrši uporednu analizu sa modelom koji je već implementiran u Evropskoj uniji, a na osnovu kog su prepoznate dobre prakse. Konačno, rad obrazlaže prednosti imenovanja SEE CAO za ulogu Regionalne alokacijske platforme, ističući njeno iskustvo u organizaciji koordinisanih aukcija prekograničnih prenosnih kapaciteta, postojeću infrastrukturu, kao i dokazane rezultate kroz uspješnu istoriju saradnje sa operatorima prenosnih sistema u regionu.

Ključne riječi: dugoročna dodjela kapaciteta, Energetska zajednica, FCA uredba, regionalna alokacijska platforma

Summary: In December 2022, the Ministerial Council of the Energy Community adopted the Guideline on Forward Capacity Allocation [FCA], in line with Commission Regulation [EU] 2016/1719 [FCA regulation]. This network code, among other provisions, foresees the establishment of a Regional allocation platform for the countries that are members of the Energy Community. Articles 49 and 59 of the FCA impose obligations on transmission system operators: a) to submit to regulators a common set of requirements for establishing the Regional allocation platform; and b) to define methodology for sharing the costs related to its establishment and operation.

This paper analyzes the process of appointing the Regional allocation platform by examining the prerequisites for a successful appointment, decision-making mechanisms, and the distribution of competences among the involved actors. The paper identifies potential barriers and proposes solutions to overcome them, while also providing a comparative analysis with the model already implemented in the European Union, from which best practices have been recognized. Finally, the paper outlines the advantages of appointing SEE CAO for the role of the Regional allocation platform, emphasizing its experience in the organization of coordinated

auctions of cross-border transmission capacities, existing infrastructure, and proven highly functional track record in cooperation with transmission system operators in the region.

Key words: forward capacity allocation, Energy community, FCA, regional allocation platform

Pitanje za diskusiju:

1. Fallback procedure: Da li SEECAO ima uspostavljene i testirane rezervne postupke za sprovođenje aukcija i objavu rezultata u slučaju tehničkih problema? Da li je do sada postojala potreba za njihovim aktiviranjem?
2. Operativne izmjene u slučaju RAP imenovanja: Koje operativne izmjene bi bilo neophodno sprovesti ukoliko SEECAO bude imenovan za RAP?
3. Finansijska prava prenosa: Ukoliko bi se primjenjivao FTR na nekoj od granica, da li SEECAO vidi taj proces kao operativno zahtjevan?
4. Ključni izazovi nakon RAP imenovanja: Koje operativne, tehničke i regulatorne izazove SEECAO očekuje u slučaju imenovanja za RAP?

R C5-06

**UPOREDNA ANALIZA IMPLEMENTACIJE G-KOMPONENTE U TARIFNIM MODELIMA
EVROPSKIH OPERATORA PRENOSNOG SISTEMA**

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION
OF THE GCOMPONENT IN THE TARIFF MODELS OF
EUROPEAN TRANSMISSION
SYSTEM OPERATORS

Autori:

Brankica Tadić, EMS AD Beograd
Aleksandar Rebić, EMS AD Beograd

Recenzent:

Ljubo Knežević – Crnogorski elektroprenosni sistem
AD;

Kratak sadržaj: U radu je prikazana uporedna analiza G-komponente u okviru mrežnih modela tarifa u odabranim evropskim državama. Analizirani su pravni i regulatorni okviri, struktura troškova korisnika prenosnog sistema, metodologije obračuna pristupa prenosnom sistemu i kriterijumi za određivanje visine naknade u svakoj od odabranih država. Države koje su predmet ove analize su: Austrija, Crna Gora, Norveška, Švedska i Velika Britanija.

Analiza ukazuje na: postojanje različitih regulatornih pristupa u okviru uređenja elektroenergetskog sektora, uticaj G-komponente na geografsko planiranje proizvodnje i uticaj G-komponente na efikasnije korišćenje mrežne infastrukture. U radu je dat predlog inicijalne implementacije G-komponente u tarifnom modelu Republike Srbije.

Ključne riječi: Maksimalno odobreni prihod - G-komponenta - Metodologija za određivanje cene pristupa prenosnom sistemu - Operator prenosnog sistema - Proizvođač električne energije - Tarifni element - Tarifa

Summary: This paper provides a comparative analysis of the implementation of the G-component within network tariff models in selected European countries. The focus is on the legal and regulatory frameworks, cost structure for transmission system users, methodologies for calculating network access charges, and the criteria used to determine the level of the G-component. Analyzed countries include the Austria, Montenegro, Norway, Sweden and United Kingdom.

The analysis reveals significant differences in regulatory approaches, as well as specific impacts of the G-component on the geographical planning of generation facilities and more efficient utilization of transmission infrastructure. The paper presents a proposal for the initial implementation of the Gcomponent in the tariff model of the Republic of Serbia.

Key words: Maximum allowed revenue - G-component - Methodology for determining the transmission system access price - Transmission system operator - Electricity producer - Tariff element - Tariff

Pitanje za diskusiju:

1. U radu se predlaže primjena Austrijskog modela G-komponente u Srbiji, ali uz razliku da se ne primjenjuje nadoknada gubitaka u prenosnom sistemu. Zbog čega?

2. Zaključak kaže: "Ovakav način obračuna G-komponente u tarifnom modelu je predvidiv za proizvođače." Ipak, u poglavlju 3 se konstatuje: "U Austriji je registrovan relativni porast G-komponente u raspodeli troškova u poslednje vreme, zbog povećanih gubitaka u prenosnom sistemu". Ne znači li to da je predvidivost obračuna po ovom modelu ipak ograničenog dometa?

3. Da li bi, prema autorima, pravedniju raspodelu troškova između korisnika priključenih na prenosni sistem, uvođenjem G-komponente u regulatorni okvir Republike Srbije, u narednom periodu dovelo do smajenja naknada za potrošače ili bi dominantno omogućilo pokrivanje novih opravdanih troškova operatora prenosnog sistema?

R C5-07 **NABAVKA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA POKRIVANJE
GUBITAKA OPERATORA DISTRIBUTIVNOG
SISTEMA CRNE GORE TEMELJENA NA TEHNIČKOJ
ANALIZI VELEPRODAJNIH CIJENA**

Autori: Jovana Maljković, CEDIS d.o.o. Podgorica
 Andrija Vujović, CEDIS d.o.o. Podgorica
 Miroslav Divčić, TEC d.o.o. Foča
 Mladen Apostolović, EFT Trade d.o.o. Beograd

Recenzent: Marko Delibašić – Elektroprivreda Crne Gore AD
 Nikšić;

Kratak sadržaj: Gubici u elektrodistributivnom sistemu predstavljaju jedan od ključnih pokazatelja ekonomičnosti poslovanja i kvaliteta distribucije električne energije.

U Crnoj Gori, nezavisni operator distributivnog sistema (CEDIS) od 2017. godine nabavlja električnu energiju za pokrivanje gubitaka putem tržišnog mehanizma. U skladu sa Zakonom o energetici i Zakonom o javnim nabavkama, CEDIS je obavezan da postupak nabavke sprovodi javno i transparentno, putem Poziva za nadmetanje. Pravo učešća na ovom nadmetanju imaju isključivo ponuđači registrovani na berzanskom tržištu Crne Gore (BELEN).

Troškovi nabavke električne energije za pokrivanje gubitaka čine značajan dio ukupnih troškova operatora distributivnog sistema. Odluka o načinu i vremenu za sprovođenja nabavke zavisi od poslovne strategije, pri čemu je analiza kretanja veleprodajnih cijena i njihovih pogodno izabranih statističkih pokazatelja ključna za određivanje najpovoljnijih perioda za kupovinu električne energije za pokrivanje gubitaka. Iz tog razloga, u ovom radu će biti obrađena metoda klasične Tehničke Analize (TA) s ciljem identifikovanja

optimalnih vremenskih perioda za nabavku električne energije. Ova metoda koristi istorijske podatke o kretanju veleprodajnih cijena i različite statističke indikatore, kako bi se prepoznali obrasci koji ukazuju na povoljne periode za kupovinu. Cilj tehničke analize je da se identifikuju ključni signali koji mogu pomoći u donošenju odluka o periodu kada pristupiti nabavci, čime bi se smanjili troškovi i povećala efikasnost poslovanja operatora distributivnog sistema.

Ključne riječi: Električna energija – Gubici – Nabavka – Tehnička analiza

Summary: Losses in the electricity distribution system are one of the key indicators of operational efficiency and the quality of electricity distribution.

In Montenegro, the independent distribution system operator (CEDIS) has been procuring electricity to cover losses through a market mechanism since 2017. In accordance with the Energy Law and the Public Procurement Law, CEDIS is required to conduct the procurement process publicly and transparently through a Call for Tenders. Only suppliers registered on Montenegro's exchange market (BELEN) are eligible to participate in this bidding process.

The cost of procuring electricity to cover losses represents a significant portion of the total expenses of the distribution system operator. The decision on the method and timing of procurement depends on the business strategy, with the analysis of wholesale price trends and selected statistical indicators playing a crucial role in determining the most favourable periods for purchasing electricity for loss coverage. For this reason, this paper will examine the method of classical Technical Analysis (TA) to identify optimal periods for electricity procurement. This method utilizes historical data on wholesale price trends and various statistical indicators to recognize patterns indicating favourable purchase periods. The goal of technical analysis is to identify key signals that can assist in decision-making regarding the timing of procurement, thereby reducing costs and increasing the efficiency of the distribution system operator's operations.

Pitanje za diskusiju:

1. Naveli ste u radu da “električnu energiju možete nabavljati i na dan unaprijed tržištu od aprila 2023. Godine”, zašto CEDIS ne koristite ovu mogućnost, makar povremeno, kada su po “osnovnom

ugovoru" i profilima, nedovoljne količine za pokrivanje gubitaka?

2. Da li ste radili analizu za povoljan trenutak kupovine energije za pokrivanje gubitaka za 2026. godinu?

XIII Grupa C6 – Distributivni sistemi i decentralizovana proizvodnja

Predsjednik STK C6: Vanja Maksimović, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem

U okviru grupe C6 - **Distributivni sistemi i decentralizovana proizvodnja** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Planiranje, pogon i održavanje distributivnih i prenosnih mreža;
2. Decentralizovana proizvodnja el. energije iz obnovljivih izvora energije;
3. Problematika priključenja obnovljivih izvora na elektromrežu;
4. Pametne mreže;
5. Automatizacija prenosnih i distributivnih sistema;
6. Napredni sistemi za mjerenje el. Energije;
7. Dizajniranje i implementacija SCADA sistema.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe C6 dali su **recenzenti**:

- dr Goran Kovačević, dipl.el.ing. - Crnogorski elektrodistributivni sistem;
- Rade Dašić, dipl.el.ing. - Crnogorski elektrodistributivni sistem;
- Vanja Maksimović, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem

- Ranko Vuković, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem
- Krsto Biskupović, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem
- Radoslav Mirković, dipl.el.ing. – Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić:

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 7 radova.

R C6-01

**PRIMJENA METODA KOMPENZACIJE NA
MATEMATIČKO MODELOVANJE UTICAJA
UZEMLJAVANJA NULTOG PROVODNIKA NA
NAPON IZNESEN U INSTALACIJE POTROŠAČA**

APPLICATION OF COMPENSATION METHODS TO
MATHEMATICAL MODELING OF THE INFLUENCE OF
EARTHING OF THE NEUTRAL CONDUCTOR ON THE
VOLTAGE DELIVERED IN CONSUMER
INSTALLATIONS

Autori: Borislav Brnjada

Recenzent: Rade Dašić, dipl.el.ing. - Crnogorski
elektrodistributivni sistem;

Kratak sadržaj: U ovom radu prikazan je metod za analizu uticaja otpora uzemljenja na raspodjelu napona duž nultog provodnika i na iznošenje napona u instalacije potrošača.

Visina dozvoljenog napona dodira u instalacijama potrošača definisana je propisima. Prikazani metod je praktično primjenjen za slučaj mreže srednjeg napona sa izolovanom neutralnom tačkom, Posebna pažnja posvećena je problemu istovremenog ispunjenju uslova bezopasnosti u postrojenju i u instalacijama potrošača za slučaj najnepovoljnijih terenskih uslova.

Ključne riječi: Dozvoljeni napon dodira, Iznošenje potencijala, Napon nultog provodnika

Summary: This paper presents a method for analyzing the influence of grounding resistance on the voltage distribution along the neutral conductor and on the voltage transfer to consumer

installations.

The height of the permitted contact voltage in consumer installations is defined by regulations. The presented method is practically applied to the case of a medium voltage network with an isolated neutral point. Special attention is paid to the problem of simultaneously meeting safety conditions in the plant and in consumer installations in the case of the most unfavorable field conditions..

Key words: Permissible touch voltage, Discharge of potential, Voltage of the neutral conductor

R C6-02 **ANALIZA KAPACITETA DISTRIBUTIVNE MREŽE ZA
PRIHVAT DISTRIBUIRANIH IZVORA (HOSTING
CAPACITY) UZ RAZMATRANJE MEĐUSOBNOG
UTICAJA ELEKTRANA PRIKLJUČENIH NA
SREDNJE- I NISKONAPONSKU MREŽU**

HOSTING CAPACITY ANALYSIS OF THE
DISTRIBUTION NETWORK CONSIDERING THE
MUTUAL IMPACT OF GENERATORS CONNECTED TO
MEDIUM AND LOW VOLTAGE LEVELS

Autori: Jelena Gajović, CEDIS d.o.o. Podgorica
Anja Čanović, CEDIS d.o.o. Podgorica

Recenzent: dr Goran Kovačević, dipl.el.ing. - Crnogorski
elektrodistributivni sistem;

Kratak sadržaj: U ovom radu analiziran je kapacitet distributivne mreže za prihvata (eng. Hosting Capacity - HC) distribuiranih izvora, kroz tehnički okvir faktora koji ga određuju i važeće kriterijume priključenja u Crnoj Gori. Simulacije su sprovedene u softverskom alatu PSS SINCAL, uz podršku Python skripti za automatizaciju proračuna, na postojećoj mreži koja obuhvata naponske nivoe od 35 kV, 10 kV i 0,4 kV, uzimajući u obzir ograničenja napona, struja i lokalne padove napona. Posebno je analiziran uticaj postojećih i planiranih solarnih elektrana (SE) na preostali kapacitet mreže za nova priključenja, kao i međuzavisnost između popunjenosti HC-a na niskonaponskom (NN) i srednjenaponskom (SN) nivou. Rezultati pokazuju da lokalna zasićenost NN mreže može značajno ograničiti tehničke mogućnosti na višim naponskim nivoima i obrnuto, ističući potrebu za preciznijim pristupom procjeni mogućnosti priključenja.

Na kraju su rezultati simulacija upoređeni sa izmjerenim vrijednostima napona u mreži, čime je potvrđena konzistentnost metodologije i predložene su mjere za unaprjeđenje procesa procjene kapaciteta za prihvata u uslovima masovne integracije distribuiranih izvora.

Ključne riječi: Distribuirana proizvodnja, Kapacitet mreže za prihvat, Kupci-proizvođači, Srednjenaponska mreža, Niskonaponska mreža, Stabilnost napona, Optimizacija mrežnog kapaciteta.

Summary: This paper analyzes the hosting capacity (HC) of the distribution network for integrating distributed energy resources, within the technical framework of the factors that determine it and the applicable connection criteria in Montenegro. Simulations were carried out in the PSS SINCAL software, supported by Python scripts for calculation automation, on an existing network encompassing voltage levels of 35 kV, 10 kV, and 0.4 kV, taking into account voltage limits, current constraints, and local voltage drops. Special attention was given to the impact of existing and planned solar power plants on the remaining network capacity for new connections, as well as the interdependence between HC saturation at low-voltage (LV) and medium-voltage (MV) levels. The results show that local saturation of the LV network can significantly limit the technical capabilities at higher voltage levels, and vice versa, highlighting the need for a more precise approach to assessing connection feasibility. Finally, the simulation results were compared with measured voltage values in the network, confirming the consistency of the methodology and proposing measures to improve the HC assessment process under conditions of large-scale distributed generation integration.

Key words: Distributed Generation, Hosting Capacity, Prosumers, Medium-Voltage Network, Low-Voltage Network, Voltage Stability, Network Capacity Optimization.

Pitanje za diskusiju:

1. Koje bi metode regulacije napona u konkretnom slučaju omogućile najveće povećanje integracije OIE?
2. Da li bi zamjena transformatora sa OLTC pomogla i koliko?

R C6-03

**IMPLEMENTACIJA PV INVERTORA ZA LOKALNU
REGULACIJU NAPONA U
NISKONAPONSKOJ MREŽI**

IMPLEMENTATION OF PV INVERTERS FOR LOCAL
VOLTAGE REGULATION IN LOW-VOLTAGE
NETWORKS

Autor:

Jelena Gajović, CEDIS d.o.o. Podgorica
Milena Vukčević, CEDIS d.o.o. Podgorica
Dražan Jovanović, CEDIS d.o.o. Podgorica
Lazar Komar, Greener d.o.o. Podgorica

Recenzent:

Vanja Maksimović, Crnogorski elektrodistributivni
sistem

Kratak sadržaj: Promjena uklopnog stanja predstavlja jednu od najefikasnijih mjera za poboljšanje operativnih performansi elektrodistributivne mreže. Optimalna rekonfiguracija elektrodistributivne mreže doprinosi povećanoj sigurnosti pogona i rezultira smanjenjem ukupnih gubitaka snage i energije. Zbog nelinearne prirode kriterijumske funkcije i ograničenja, problem optimalne rekonfiguracije elektrodistributivne mreže pripada klasi nelinearnih kombinatornih problema, za čije se rješavanje dominantno koriste metaheurističke metode optimizacije. U ovom radu je predstavljen novi metod za određivanje optimalnog uklopnog stanja elektrodistributivne mreže razvijen na bazi genetskog algoritma. Performanse metoda koji se predlaže ovim radom će biti upoređene sa raspoloživim metodama iz literature, kako bi se dokazale njegove prednosti. Primjena predloženog metoda je demonstrirana na testnoj elektrodistributivnoj mreži od 33 čvora.

Ključne riječi: Distributivna mreža – rekonfiguracija – optimizacija – genetski algoritam

Summary: Reconfiguration is one of the most effective measures to improve the operational performance of the electrical distribution system. Optimal reconfiguration of the distribution system helps to increase system reliability and reduce overall losses. Due to the nonlinear nature of the objective function and constraints, the optimal distribution system reconfiguration problem belongs to the class of nonlinear combinatorial problems for which metaheuristic optimization methods are mainly used. In this paper, a new method

for determining the optimal switching state of the distribution system is presented, which is developed based on a genetic algorithm. The performance of the proposed method is compared with available methods from the literature to prove its advantages. The application of the proposed method is demonstrated using a test power distribution network with 33 nodes.

Key words: Distribution network – reconfiguration – optimization – genetic algorithm

R C6-02

KOMBINOVANI PRORAČUN GUBITAKA SNAGE I ENERGIJE SREDNJENAPONSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE NA OSNOVU RASPOLOŽIVIH MJERENJA

COMBINED CALCULATION OF POWER AND ENERGY LOSSES IN MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORKS BASED ON AVAILABLE MEASUREMENT DATA

Autor: Filip Šarić, Crnogorski Elektrodistributivni Sistem D.O.O.

Recenzent: dr Goran Kovačević, Crnogorski elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: U ovom radu je predložena kombinovana metoda za proračun i aproksimaciju gubitaka snage i energije u 35 kV i 10 kV distributivnoj mreži, na elementima tipske srednjenaponske mreže. Predstavljene su karakteristike mreže, model mreže, kao i raspoloživa mjerenja koja su dostupna iz baza podataka naprednih mjernih sistema: Geografski Informacioni Sistem [GIS], Napredna Mjerna Infrastruktura [AMI]. Cilj rada je formirati metodu koja će proračunati gubitke snage i energije individualnih elemenata srednjenaponske distributivne mreže, uz korišćenje raspoloživih mjerenja, kako bi lakše redukovali i projektovali iste.

Kao rezultat se nastoje dobiti gubici snage i energije, po elementima, koji su proračunati ili aproksimirani, u zavisnosti od tipa raspoloživih mjerenja.

Ključne riječi: Gubitak-Snaga-Energija-Proračun-Aproksimacija-Srednji napon

Summary: In this paper, a combined method for calculating and approximating power and energy losses in 35 kV and 10 kV distribution networks for individual elements, is proposed.

Distribution networks characteristics are showcased, the network model, as well as available parameter measurements which are available from advanced measurement systems databases: Geographic Informational System (GIS) and Advanced Metering Infrastructure (AMI). The goal of this paper is to create a method for calculating power and energy losses in the individual elements of medium voltage distribution networks, in order to reduce and project them more reliably.

As results, power and energy losses of individual elements are expected, depending on the type of available measurement data.

Key words: Loss-Power-Energy-Calculation-Approximation-Medium Voltage

Pitanje za diskusiju:

1. Koliki je uobičajan procentualni udio gubitaka el. energije u srednjenaponskoj mreži distributivnog sistema u ukupnom iznosu gubitaka. 2. Zašto se autor odlučio za "tau" metodu proračuna/aproksimacije gubitaka el. energije, koje su njene prednosti i mane u odnosu na ostale metode?

R C6-03 ANALIZA KAPACITETA 10 KV IZVODA ZA PRIKLJUČENJE SOLARNIH ELEKTRANA
SOLAR PLANTS HOSTING CAPACITY ANALYSIS OF 10 KV FEEDERS

Autor: Jelena Gajović, CEDIS D.O.O. Podgorica
Ranko Vuković, CEDIS D.O.O. Podgorica

Recenzent: Vanja Maksimović, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: Rad analizira tehničke zahtjeve za rad invertora u niskonaponskim [NN] mrežama pri visokom nivou integracije fotonaponskih [PV] sistema. Dat je uporedni pregled propisa i primjene standarda u zemljama sa razvijenom PV integracijom, sa fokusom na obaveznu kontrolu faktora snage i regulaciju napona putem reaktivne snage. Analizirani su mjerni podaci postojećeg trofaznog 10 kW invertora kod kupca-proizvođača na NN mreži, u različitim režimima rada, uključujući promjene napona, odziv VoltVAr karakteristike i naponske fazne nesimetrije. Takođe je sprovedena analiza tokova snaga u softverskom modelu pri aktivnoj

regulaciji napona, radi poređenja sa stvarnim mjeranjima i procjene efekata na naponski profil. Rezultati ukazuju da Volt-VAR regulacija može doprinijeti smanjenju naponskih odstupanja, posebno u lokalnim čvorovima sa većim nivoom PV penetracije, te sugerišu potrebu za daljim analizama i razradom tehničkih smjernica.

Ključne riječi: Kupac-proizvođač, Fotonaponski inverter, Niskonaponska mreža, Regulacija napona, Volt-VAR karakteristika

Summary: The paper analyzes the technical requirements for inverter operation in low-voltage (LV) distribution networks with a high level of photovoltaic (PV) system integration. A comparative overview of regulations and the implementation of standards in countries with developed PV integration is provided, with a focus on mandatory power factor control and voltage regulation through reactive power. Measurement data from an existing 10 kW three-phase inverter installed at a prosumer connected to the LV network were analyzed under different operating modes, including voltage variations, Volt-Var response, and phase voltage unbalance. In addition, a power flow analysis was conducted in a software-based network model under active voltage and reactive power regulation, in order to compare the results with real measurements and assess the impact on the voltage profile. The results indicate that Volt-VAR regulation can contribute to the reduction of voltage deviations, particularly in local nodes with higher PV penetration, and suggest the need for further analysis and the development of technical guidelines.

Key words: Prosumer, Photovoltaic Inverter, Low-Voltage Network, Voltage Regulation, VoltVAR Characteristic

Pitanje za diskusiju:

1. Dobijeni rezultati ukazuju na sniženje napona od svega nekoliko volti. U kojoj mjeri je ovaj efekat dovoljan da spriječi prekoračenje dozvoljenih granica napona $[+10\% U_n]$ u mrežama sa rastućim nivoom PV integracije?
2. S obzirom na to da crnogorski propisi još nijesu precizno definisali obavezne funkcije invertora, kako bi, po Vašem mišljenju, trebalo pristupiti njihovom uvođenju u praksu, imajući u vidu iskustva zemalja sa visokim nivoom PV integracije?
3. Kako bi se mogla optimizovati $Q(U)$ regulacija kod trofaznih

invertora da ne doprinosi povećanju naponske nesimetrije i da li bi fazno nezavisna regulacija bila tehnički i regulatorno izvodljiva u crnogorskim niskonaponskim mrežama?

R C6-04

ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI UVEĆANJA TEHNO-EKONOMSKE EFIKASNOSTI MALIH HIDROELEKTRANA POMOĆU FN ELEKTRANA I BATERIJSKIH SISTEMA

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES FOR INCREASING THE TECHNO-ECONOMIC EFFICIENCY OF SMALL HYDROPOWER PLANTS USING PV PLANTS AND BATTERY STORAGE SYSTEMS

Autori:

Pavle Savelji ć□

Doc. Dr. Vladan Durković, Elektrotehnički fakultet - UCG

Recenzent:

Ranko Vuković, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: Ovo istraživanje se fokusira na određivanje optimalnog odnosa snaga fotonaponskog sistema i baterijskog skladišta u odnosu na snagu male hidroelektrane, omogućavajući prebacivanje proizvodnje iz perioda niskih cijena u periode vršnih tržišnih cijena, čime se postiže veća profitabilnost. Korišćena metodologija uključuje simulacije u PV-syst softveru za analizu performansi PV sistema, ekonomsku procjenu zasnovanu na podacima sa tržišta električne energije, i Excel model za optimizaciju kapaciteta baterija.

Uzimajući u obzir varijacije tržišnih cijena električne energije, istraživanje analizira kako različite konfiguracije baterijskih sistema utiču na finansijsku isplativost i efikasnost korišćenja mreže. Dobijeni rezultati pružaju okvir za unapređenje hibridnih obnovljivih energetske sistema, smanjenje zavisnosti od varijabilne hidroenergetske proizvodnje, te omogućavaju bolje planiranje investicija i efikasnije upravljanje mrežnim kapacitetima.

Ključne riječi: Fotonaponska elektrana - Baterijski sistem - Hibridni sistem – Mala hidroelektrana - Priključni kapacitet

Summary: This study focuses on determining the optimal ratio between the capacity of the photovoltaic power plant and the

battery storage system in relation to the capacity of the small hydropower plant, allowing energy production to be shifted from low-price periods to peak market price periods, thereby increasing profitability. The methodology includes simulations in PV-syst software to analyze the performance of photovoltaic power plants, economic evaluation based on electricity market data (Montenegro, Hungary, Italy), and an Excel-based model for battery capacity optimization.

Considering variations in electricity market prices, this research examines how different battery storage system configurations impact financial feasibility and grid utilization efficiency. The obtained results provide a framework for improving hybrid renewable energy systems, reducing dependence on variable hydropower generation, and enabling better investment planning and more efficient grid capacity management.

Key words: Photovoltaic power plant - Battery storage system - Hybrid system - Small hydropower plant - Grid connection capacity

Pitanje za diskusiju:

1. Da li su precizno definisana regulativna ograničenja i potrebne izmjene lokalnog zakonodavstva koje bi omogućile realizaciju predloženog hibridnog sistema?
2. Postoje li primjeri ili uporedni prikazi, vezani za regulatorna pitanja, iz zemalja EU koji bi se mogli primijeniti i na crnogorski kontekst?
3. Koja su ograničenja rada, te eventualne preporuke za buduća istraživanja [uticaj na mrežu, mogućnosti uključivanja vjetroelektrana, analiza pouzdanosti sistema]?

R C6-05

**REGULACIJA NAPONA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI
KORIŠĆENJEM REAKTIVNIH KAPACITETA
FOTONAPONSKOG INVERTORA**

VOLTAGE REGULATION IN DISTRIBUTION
NETWORKS USING THE REACTIVE CAPACITIES OF
PHOTOVOLTAIC INVERTERS

Autori:

Stevan Rakočević, EPCG A.D. Nikšić
Dražen Jovanović, CEDIS d.o.o. Podgorica
Prof.dr Martin Čalasan, Elektrotehnički fakultet -
UCG

Milutin Petronijević, Elektronski fakultet – Univ. u
Nišu Senad Huseinbegović, Elektrotehnički fakultet
- UNSA

Recenzent: dr Goran Kovačević, dipl.el.ing. - Crnogorski
elektrodistributivni sistem;

Kratak sadržaj: Proces dekarbonizacije elektroenergetskog sektora vodi ka prelasku na proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora. Integracija fotonaponskih (PV) sistema predstavlja okosnicu energetske tranzicije, pri čemu je najveći udio instalisane snage PV sistema direktno priključen na distributivne mreže. Iako PV sistemi donose brojne benefite, njihov intermitentni karakter proizvodnje može izazvati probleme s naponom, naročito u uslovima visoke penetracije PV sistema i niske potrošnje, što dovodi do pojave prenapona u distributivnim mrežama. U ovom radu istražuje se potencijal reaktivnih kapaciteta PV invertora za regulaciju napona u distributivnim mrežama. Korišćenjem softvera PowerFactory DlgSILENT izvršen je proračun nesimetričnih tokova snaga u realnoj niskonaponskoj distributivnoj mreži sa područja Crne Gore, uzimajući u obzir satne promjene proizvodnje PV sistema i potrošnje konzuma. Napravljena je detaljna analiza naponskih prilika i gubitaka energije u mreži, u slučaju kada PV invertori rade sa jediničnim faktorom snage, kao i u slučaju kada PV inverter, pored injektiranja aktivne snage, vrši i regulaciju reaktivne snage. Dodatno, razmatrana je primjena dodatnih uređaja za kompenzaciju reaktivne snage s ciljem poboljšanja naponskih prilika u distributivnim mrežama sa integrisanim PV sistemima.

Ključne riječi: fotonaponski inverter, reaktivna snaga, distributivne mreže, naponske prilike

Summary: The process of decarbonizing the power sector involves transitioning to electricity generation from renewable energy sources. The integration of photovoltaic (PV) systems represents the backbone of the energy transition, with the largest share of installed PV system capacity directly connected to distribution networks. Although PV systems bring numerous benefits, their intermittent production nature can cause voltage problems, especially under conditions of high PV system penetration and low consumption, leading to overvoltage in distribution networks. This paper investigates the potential of the reactive capacities of PV

inverters for voltage regulation in distribution networks. Using PowerFactory DlgSILENT software, unbalanced power flow calculations were performed in a real low-voltage distribution network in Montenegro, taking into account hourly changes in PV system production and consumer consumption. A detailed analysis of voltage profile and energy losses in the network was conducted, considering two scenarios: when PV inverters operate with a unit power factor, and when the PV inverter, in addition to injecting active power, also performs reactive power regulation. Furthermore, the application of additional devices for reactive power compensation was considered to improve the voltage profile in distribution networks with integrated PV systems.

Key words: photovoltaic inverter, reactive power, distribution networks, voltage profile

Pitanja za diskusiju:

1. U radu se navodi da u režimzu Volt/VAr da invertori ne posjeduju dovoljan reaktivan kapacitet, da li bi imalo smisla povećavati instalisanu snagu invertora u odnosu na DC snagu, u smislu mogućnosti regulacije napona, posebno imajući u obzir da se prividna snaga invertora male snage ponekada softverski ograničava? Mnogi proizvođači inverter anude isti proizvod, sa softverskim ograničenjem za snage 3 kW, 5 kW i 10 kW npr.

R C6-06 **UTICAJ INTEGRACIJE KUPACA-PROIZVOĐAČA NA NISKONAPONSKE MREŽE I IZAZOVI ZA OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA CRNE GORE**

IMPACT OF PROSUMERS' INTEGRATION ON LOW-VOLTAGE NETWORKS AND THE CHALLENGES FOR THE ELECTRICITY DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR IN MONTENEGRO

Autori: Milena Vukčević, CEDIS d.o.o. Podgorica
Jelena Gajović, CEDIS d.o.o. Podgorica
Dražen Jovanović, CEDIS d.o.o. Podgorica

Recenzent: Krsto Biskupović, dipl.el.ing. – Crnogorski elektrodistributivni sistem

Kratak sadržaj: Decentralizovana proizvodnja električne energije

omogućila je potrošačima u elektrodistributivnom sistemu Crne Gore da sami proizvode energiju, smanjujući troškove i zavisnost od centralnih proizvodnih sistema, te direktno doprinosi dekarbonizaciji i zaštiti životne sredine. Pokretanjem brojnih projekata usmjerenih na zaštitu životne sredine, uz zakonske olakšice i finansijske podsticaje za korisnike da instaliraju fotonaponske (PV) sisteme na krovove objekata i postanu kupci-proizvođači, došlo je do značajnog povećanja distribuirane proizvodnje u niskonaponskim (NN) mrežama Crne Gore u posljednjih nekoliko godina.

Niskonaponske mreže u Crnoj Gori karakteriše heterogenost potrošnje, varijabilnost opterećenja i dugi i razučeni izvodi, što predstavlja izazov za operatora distributivnog sistema (ODS) u održavanju stabilnosti napona. Porastom broja kupaca-proizvođača koji na svojim objektima instaliraju PV sisteme dolazi do značajnih promjena u radu NN mreža, u vidu povratnih tokova snage i neusklađenosti između lokalne proizvodnje i potrošnje, koje utiču na naponske prilike u mreži.

U ovom radu analiziran je uticaj integracije solarnih elektrana u niskonaponske mreže Crne Gore, sa posebnim fokusom na tehničke izazove koje uzrokuju lokalni prenaponi u mreži. Na osnovu mjerenja napona u realnim uslovima na konkretnom trafo reonu, prikazane su karakteristike odstupanja po fazama i poređenje izvoda sa različitim nivoom lokalne proizvodnje. Pokazano je da problemi nijesu uvijek uočljivi na nivou trafo reona, već su izraženi lokalno. Zaključeno je da postojeća metodologija nadzora nije dovoljna za pouzdanu procjenu uslova priključenja, te je neophodno uvesti preciznije analize i unaprijediti infrastrukturu i sisteme za monitoring u realnom vremenu.

Ključne riječi: Kupci-proizvođači, Niskonaponske mreže, Tehnički izazovi, Naponske prilike

Summary: Decentralized electricity generation has enabled consumers in the Montenegrin electricity distribution system to produce their own energy, reducing costs and dependence on centralized generation systems, while directly contributing to decarbonization and environmental protection. Through the implementation of numerous projects aimed at environmental protection, along with legal incentives and financial support for users to install photovoltaic (PV) systems on building rooftops and become prosumers, there has been a significant increase in

distributed generation within Montenegro's low-voltage (LV) networks in recent years.

Low-voltage networks in Montenegro are characterized by heterogeneous consumption, variable loads, and extremely long feeders, which pose challenges for the distribution system operator (DSO) in maintaining voltage stability. With the increasing number of prosumers installing PV systems on their premises, LV network operation undergoes significant changes, including reverse power flows and mismatches between local generation and consumption, which affect voltage conditions in the network.

This paper analyzes the impact of solar power plant integration into Montenegro's LV networks, with a particular focus on the technical challenges caused by local overvoltages in the grid. Based on voltage measurements under real conditions in a specific transformer area, phase-by-phase deviation characteristics and comparisons of feeders with different levels of local generation are presented. It is shown that problems are not always visible at the transformer area level but occur locally. It is concluded that the existing monitoring methodology is insufficient for a reliable assessment of connection conditions, and it is necessary to introduce more precise analyses and improve infrastructure and realtime monitoring systems.

Key words: Prosumers, Low-Voltage Network, Technical Challenges, Voltage Conditions

Pitanja za diskusiju:

1. Koje konkretne metode i alati bi mogli biti primijenjeni za razvoj realnih modela i digitalnog monitoringa niskonaponskih mreža, s obzirom na postojeće ograničene podatke i infrastrukturu?
2. Kako uskladiti tehničke kriterijume za priključenje kupaca-proizvođača sa potrebama održavanja stabilnosti i kvaliteta napona, a istovremeno podržati dalji rast obnovljivih izvora?
3. Koji su najefikasniji načini za upravljanje lokalnim prenaponima i asimetrijama u NN mrežama, posebno u ruralnim i razuđenim područjima, gdje su prisutni duži i kompleksniji izvodi kao i asimetrično raspoređeno opterećenje potrošača?
4. Kako motivisati i uključiti investicije u NN mrežu kako bi se poboljšala vidljivost NN mreže i lakše planiranje priključenja novih Potrošača i Prosumera.

R C6-07

**SISTEM ZA PRIKUPLJANJE I ANALIZU MERNIH
VELIČINA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U
PRENOSNOJ MREŽI – ARHITEKTURA SISTEMA SA
POSEBNIM OSVRTOM NA POVEĆANJE
POUZDANOSTI SISTEMA**

ACQUISITION SYSTEM FOR COLLECTING AND
ANALYZING POWER QUALITY MEASUREMENTS IN
THE TRANSMISSION NETWORK – SYSTEM
ARCHITECTURE WITH SPECIAL EMPHASIS ON
INCREASING SYSTEM RELIABILITY

Autori:

Jelena Car, Institut Mihajlo Pupin – Automatika
Borko Čupić, EMS AD Beograd
Bojan Papić, Institut Mihajlo Pupin – Automatika
Đorđe Jeremić, EMS AD Beograd
Branko Grujičić, EMS AD Beograd

Recenzent:

Radoslav Mirković, dipl.el.ing. – Elektroprivreda Crne
Gore AD Nikšić:

Kratak sadržaj: Akvizicioni sistem za prikupljanje i analizu mernih veličina kvaliteta električne energije vrši akviziciju, praćenje i analizu prikupljenih podataka. Svrha ovog akvizicionog sistema, u sistemu za prenos električne energije, je dobijanje podataka koji će omogućiti preduzimanje akcija u cilju obezbeđivanja pouzdanijeg i efikasnijeg rada električne mreže.

Zadatak sistema je da omogući:

- Otkrivanje problema sa kvalitetom električne energije;
- Proveru usklađenosti sa međunarodnim i nacionalnim standardima;
- Sprečavanje oštećenja električne opreme;
- Optimizaciju performansi sistema;
- Dijagnostiku i rešavanje problema;
- Podršku u održanju stabilnosti i pouzdanosti mreže;
- Planiranje, nadogradnju i održavanje prenosne infrastrukture.

Na povećanje pouzdanosti akvizicionog sistema, projektovanog da radi u realnom vremenu, značajno utiče implementiranje redundantnih prenosnih puteva između mernih uređaja koji se nalaze na mernim mestima i akvizicionog čvorišta koje prikuplja

podatke iz celog sistema.

Redundantni putevi prenosa su od suštinskog značaja za obezbeđenje kontinuiranog, pouzdanog i bezbednog prenosa podataka, tako što sprečavaju privremeni ili trajni gubitak podataka, što je značajno za praćenje i reagovanje u realnom vremenu, poboljšavaju integritet podataka i pomažu da se obezbedi usklađenost sa industrijskim standardima. Kvalitet dobijenih podataka pomaže u povećanju efikasnosti alata za analizu i detekciju uzroka problema, sa ciljem povećanja stabilnosti i efikasnosti električne mreže i istovremeno, zaštite osetljive opreme od potencijalnog oštećenja usled lošeg kvaliteta električne energije. U radu će biti predstavljen primer realizovanog sistema za prikupljanje i analizu mernih podataka kvaliteta električne energije u prenosnoj mreži, kao i rešenja za različite postojeće uslove prenosa podataka.

Ključne riječi: Kvalitet električne energije, Sistem za akviziciju, Pouzdanost sistema

Summary: The acquisition system for collecting and analyzing power quality measurements monitors, acquires, and analyzes the collected data. The purpose of this acquisition system, within a power transmission system, is to ensure the reliable and efficient operation of the power grid.

The system's tasks include enabling:

- Detection of power quality problems;
- Compliance with international and national standards;
- Prevention of damage to electrical equipment;
- Optimization of system performance;
- Diagnostics and troubleshooting;
- Support in maintaining network stability and reliability;
- Planning, upgrading, and maintenance of transmission infrastructure.

The reliability of such an acquisition system is significantly improved by implementing redundant transmission paths between the metering devices located at the metering points and the acquisition hub that collects data from the entire system.

Redundant transmission paths are essential for ensuring continuous, reliable, and secure data transmission. They improve system reliability by preventing data loss, enabling real-time monitoring and response, enhancing data integrity, and helping to

ensure compliance with industry standards. This redundancy helps maintain the stability and efficiency of the power grid while protecting sensitive equipment from potential damage due to poor power quality.

The paper will present an example of an implemented system for collecting and analyzing power quality measurement data in the transmission network, as well as solutions for various existing data transmission conditions.

Key words: Power quality, Acquisition system, System reliability

Pitanja za diskusiju:

1. Da li posjedujete parametre kvaliteta električne energije na nekom konkretnom mjestu priključenja solarne ili vjetroturbine?
2. Da li smatrate da se opisani sistem može primijeniti i na distributivnom nivou?

XIV Grupa D2 – Informacioni sistemi i telekomunikacije

Predsjednik STK D2: prof.dr Milovan Radulović – Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore

U okviru grupe D2 – **Informacioni sistemi i telekomunikacije** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

1. Mogućnosti i izazovi koje nove informacione i komunikacione tehnologije donose elektroprivrednim preduzećima na njihovom putu ka digitalnoj transformaciji. IoT rješenja za poboljšanje e kasnosti i otpornosti elektroenergetskih sistema. [Internet stvari (IoT) arhitekture i aplikacije u poboljšanju otpornost elektroenergetskih sistema. Aplikacije i platforme vještačke inteligencije, big data i analitike u operativnoj tehnologiji. Poboljšanje efikasnosti i otpornosti elektroenergetskih preduzeća pomoću cloud tehnologija.]
2. Tehnike, tehnologije i aplikacije za osiguranje bezbjednosti [tajnosti, integriteta i raspoloživosti] informacija kroz politiku bezbjednosti, arhitekturu TK Sistema i opreme uz primjenu postojećih standard vezanih za bezbjednost informacija i interoperabilnost; “cloud” servisi, primjena, raspoloživost i sigurnost, kao i virtuelizacija u IT tehnologiji; sertifikacija otpornosti informacionih i telekomunikacionih sistema na sajber napade; “disaster recovery” sistemi
3. Suočavanje sa izazovima energetske tranzicije pomoću pouzdanih, skalabilnih i efikasnih telekomunikacionih mreža
4. Informacione i komunikacione tehnologije za povezivanje distribuiranih izvora energije [akvizicija, upravljanje, bezbjednost, korišćenje postojećih standard, interoperabilnost]. „Smart grid“ aplikacije u svijetlu ICT za DSO [Distribution System Operator] и TSO [Transmission System Operator] organizacije
5. Sprega SCADA i MMS/OMS/AMS sistema - SCADA kao kao izvor podataka za sisteme upravljanja održavanjem

[Maintenance Management System - MMS], upravljanje kvarovima [Outage Management System - OMS] i upravljanje opremom [Asset Management System - AMS]

Stručnu ocjenu radovima iz grupe D2 dali su **recenzenti**:

- dr Luka Filipović, Univerzitet Donja Gorica
- dr Goran Kovačević, Elektrodistributivni sistem Crne Gore d.o.o.
- Ivan Asanović, dipl.el.ing. - Crnogorski elektroprenosni sistem
- prof.dr Milovan Radulović – Elektrotehnički fakultet, UCG

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 4 rada.

R D2-01

**DALJINSKO OČITAVANJE VIŠEFUNKSIJSKIH
BROJILA I MOGUĆNOST KOMUNIKACIJE DVA
KORISNIKA U ISTOM TRENUTKU NA ISTOM
BROJILU NA PRENOSNOJ MREŽI SRBIJE**

REMOTE READING OF SMART METERS AND THE
POSSIBILITY OF COMMUNICATION BETWEEN
TWO USERS AT THE SAME TIME ON THE SAME
METER ON THE TRANSMISSION NETWORK OF
SERBIA

Autori:

Vladimir Grujić, EMS AD Beograd
Predrag Stanojković, EMS AD Beograd
Branko Grujičić, EMS AD Beograd
Slavenko Davidović, EMS AD Beograd

Recenzent:

prof.dr Milovan Radulović – Elektrotehnički
Fakultet, UCG

Kratak sadržaj: Razvoj modernih i fleksibilnih tehnologija omogućio je široku primenu u raznim oblastima i sferama delatnosti kako u naučnim disciplinama tako i u energerskom sektoru. Komunikacije i brzi prenos informacija postao je jedan od ključeva u elektroenergetskom sektoru za siguran i pouzdan prenos električne energije na koju nije ostala imuna ni kompanija Elektromreža Srbije ad, operator prenosnog sistema Srbije. U ovom radu će biti opisano

kako dva korisnika mogu koristiti modeme i komunikacione jedinice istog proizvođača za komunikaciju sa višefunkcijskim brojlama istovremeno.

Ovakva tehnologija je prvi put primenjena na visokonaponskoj mreži Srbije sa jedne strane i Operatora zatvorenog distributivnog sistema sa druge strane. Na prenosnoj mreži Srbije postoji SRAAMD sistem, sistem za daljinsku akviziciju obračunskih podataka sa brojila [u daljem tekstu SRAAMD – System for Remote Acquisition and Accounting of Metering Data]. Korišćenjem ovakvih tipova modema predstavljenih u radu omogućava konkurentnost i efikasno korišćenje podataka za organizaciju tržišta električne energije što je jedna od delatnosti kompanije EMS ad.

Ključne riječi: daljinsko očitavanje brojila, SRAAMD sistem, višefunkcijska brojila, komunikacija, modemi

Summary: In step with modern and flexible technologies, possibilities and wide applications have developed in various fields and spheres of activity, scientific disciplines and even in the energy sector. Communications and fast transmission of information has become one of the keys in the power sector, the key to safe and reliable transmission of electricity, to which the company Elektromreža Srbije ad, the operator of the transmission system of Serbia, has not been immune. The paper will describe how two users can use modems and communication units to communicate with smart meters at the same time.

It appeared for the first time on the high-voltage network of Serbia on the one hand and the Closed Distribution System Operator on the other. On the transmission network of Serbia, there is a SRAAMD system, a system for remote acquisition of accounting data from meters [hereinafter referred to as SRAAMD - System for Remote Acquisition and Accounting of Metering Data]. The use of these types of modems described in the paper enables competitiveness and the use of data for the organization of the electricity market, which is one of the activities of the company EMS ad.

Key words: remote meter reading, SRAAMD system, smart meters, communication, modems

Pitanja za diskusiju:

1. Navesti prednosti i mane koje su se pokazale tokom

eksploatacionog perioda?

2.Koja je cijena ovakvog uređaja i da li bi se mogla primijeniti kod prosumers-a, tj. koliko bi bila isplativija upotreba zajedničkog brojila?

R D2-02 **PRIMJENA SIGURNOSNOG STANDARDA IEC 62443 NA INFORMACIONIM SISTEMIMA U OT OKRUŽENJU**

PRIMJENA SIGURNOSNOG STANDARDA IEC 62443
NA INFORMACIONIM SISTEMIMA U OT OKRUŽENJU

Autori: Aleksandar Obradović, CGES AD
 Aleksandar Radonjić, CGES AD
 Branka Mićović, CGES AD

Recenzent: prof.dr Milovan Radulović – Elektrotehnički
 Fakultet, UCG

Kratak sadržaj: IEC 62443 je međunarodni standard razvijen od strane Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC) koji se bavi bezbjednošću automatizovanih sistema, sa posebnim fokusom na SCADA [Supervisory Control and Data Acquisition] sisteme koji se koriste u industrijskim kontrolama.

S obzirom na ključnu ulogu SCADA sistema u upravljanju infrastrukturnim objektima, kao što su energetske mreže i vodovodni sistemi, njihova zaštita od cyber prijetnji postaje od presudne važnosti. IEC 62443 pruža sveobuhvatan okvir koji obuhvata sigurnosne zahtjeve kroz sve faze životnog ciklusa SCADA sistema, uključujući projektovanje, implementaciju i održavanje. Standard promoviše primjenu višeslojnih zaštita, integraciju sigurnosnih mjera u sve aspekte sistema i usklađivanje sa industrijskim normama i regulativama.

Kroz primenu IEC 62443, organizacije mogu postići otpornost svojih SCADA sistema na sve vrste cyber napada, čime se značajno poboljšava njihova sigurnost i operativna efikasnost.

Tekući projekat unapređenja SCADA sistema u Crnogorskom elektroprenosnom sistemu AD [CGES] će se u svim fazama projekta vršiti u skladu sa zahtjevima standarda IEC 62443.

Ključne riječi: Sigurnosni standard IEC 62443, OT okruženje, SCADA sistemi

Summary: IEC 62443 is an international standard developed by the International Electrotechnical Commission (IEC) that deals with the safety of automated systems, with a particular focus on SCADA [Supervisory Control and Data Acquisition] systems used in industrial controls.

Considering the key role of SCADA systems in the management of infrastructure facilities, such as energy networks and water systems, their protection against cyber threats becomes of crucial importance. IEC 62443 provides a comprehensive framework that covers security requirements throughout all phases of the SCADA system life cycle, including design, implementation and maintenance. The standard promotes the application of multi-layered protections, the integration of security measures into all aspects of the system and alignment with industry norms and regulations.

Through the implementation of IEC 62443, organizations can achieve the resilience of their SCADA systems against all types of cyber attacks, thereby significantly improving their security and operational efficiency.

The ongoing SCADA system improvement project in the Montenegrin Electric Transmission System AD (CGES) will be carried out in all phases of the project in accordance with the requirements of the IEC 62443 standard.

Key words: Security standard IEC 62443, OT environment, SCADA systems

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su razlozi naveli vašu kompaniju da pristupi implementaciju navedenog standarda u vašem IT sistemu?
2. Da li imate podatke o broju pokušaja i načinima sajber napada na vaš sistem.
3. Koje su specifičnosti vašeg sistema o kojima je potrebno posebno voditi računa prilikom implementacije navedenog standarda?

R D2-03

**STUDIJA SLUČAJA: MIGRACIJA ALATA ZA AUKCIJE
PREKOGRANIČNOG KAPACITETA SA LOKALNE NA
CLOUD INFRASTRUKTURU**

CASE STUDY: MIGRATION OF CROSS-BORDER
CAPACITY AUCTION TOOL FROM ON-PREMISES TO

CLOUD INFRASTRUCTURE

Autori: Branislav Bojić, SEE CAO
□ Filip Mišurović, SEE CAO

Recenzent: dr Luka Filipović, Univerzitet Donja Gorica

Kratak sadržaj: Sve veći broj kompanija u savremenom poslovanju usvaja cloud computing tehnologiju, prepoznajući je kao ključnu za budućnost IT infrastrukture, jer omogućava siguran, efikasan i fleksibilan pristup resursima kao što su serveri, skladišta podataka, baze i softverske aplikacije, uz eliminaciju potrebe za smještanjem ovih resursa u lokalne data centre. U tom kontekstu, migracija alata za aukcije prekograničnog kapaciteta sa lokalne fizičke na cloud infrastrukturu donijela je značajna unapređenja u skalabilnosti i pouzdanosti sistema, dok je istovremeno omogućila smanjenje fiksnih troškova vezanih za kolokaciju, održavanje i nabavku novog hardvera. Ovaj rad razmatra ključne izazove, primijenjena tehnička rješenja i ostvarene benefite nakon završetka projekta. U uvodnom dijelu je pružen pregled stanja sistema na lokalnoj infrastrukturi prije migracije, s naglaskom na izazove u pogledu efikasnosti i dugoročne održivosti. Zatim je razrađen plan migracije, koji uključuje ključne faze, vremenski okvir i potrebne resurse za uspješnu tranziciju na cloud. Analizirana je i arhitektura novog sistema, sa svim tehničkim rješenjima koja omogućavaju poboljšanja u performansama i sigurnosti. Na kraju, razmotrene su prednosti rada aukcijskog alata na novoj infrastrukturi, uključujući optimizaciju troškova i operativnih aktivnosti.

Ključne riječi: IT – Cloud – Infrastruktura – Server – Web aplikacija

Summary: An increasing number of companies in modern business are adopting cloud computing technology, recognizing it as crucial for the future of IT infrastructure, as it enables secure, efficient, and flexible access to resources such as servers, data storage, databases, and software applications, while eliminating the need to host these resources in local data centers. In this context, the migration of the cross-border capacity auction tool from local physical infrastructure to cloud infrastructure has brought significant improvements in scalability and reliability, while ensuring a reduction in fixed costs related to colocation, maintenance, and procurement of new hardware. This paper discusses the key challenges, applied technical solutions, and the benefits achieved

after the completion of the project. The introduction provides an overview of the state of the system on local infrastructure before migration, focusing on challenges related to efficiency and long-term sustainability. Then, the migration plan is developed, outlining key phases, timelines, and required resources for a successful transition to the cloud. The architecture of the new system is analyzed, with all technical solutions that enable improvements in performance and security. Finally, the advantages of operating the auction tool on the new infrastructure were discussed, including optimization of costs and operational activities.

Key words: IT – Cloud – Infrastructure – Server – Web application

Pitanja za diskusiju:

1. Poslije završene migracije i rada u cloud-u od skoro godinu dana, da li biste preporučili rad u lokalnom data centru, hibridni ili full-cloud model za slične sisteme i zašto?
2. Kako ocjenjujete odnos između operativnih troškova i dobijene skalabilnosti u cloud okruženju?
3. Koje bezbjednosne izazove prepoznajete u migraciji na cloud i kako ih riješiti?

**R D2-04 IMPLEMENTACIJA NADZORA I KOMANDOVANJA U
TS 110/35KV CGES-A, ZA POTREBE CEDIS-A**

IMPLEMENTATION OF SUPERVISION AND
COMMANDING IN TS 110/35KV CGES, FOR THE
NEEDS OF CEDIS

Autori:

Marko Živković, CGES AD
Nikola Knežević, CGES AD
Marko Tasić, Institut Mihailo Pupin
Stanko Damjanović, Institut Mihailo Pupin

Recenzent:

dr Goran Kovačević, Elektrodistributivni sistem
Crne Gore d.o.o.

Kratak sadržaj: Projekt SCADA i ADMS [Advanced Distribution Management System] u Crnoj Gori intenziviran je od 2021. kroz 2022. Prvih 16 trafostanica 35 kV je već opremljeno i funkcioniše u radnom režimu, a puni projekat obuhvata 40 trafostanica u prvoj fazi i dalje proširenje. View4 je SCADA/HMI softver razvijen od strane IMP-a, posebno dizajniran za nadzor i upravljanje elektroenergetskim sistemima. Koristi se za:

- Nadzor i upravljanje distributivnom mrežom (npr. 35/10/0.4 kV),
- Komunikaciju sa RTU i IED uređajima (podržava IEC 60870-5-104, DNP3, Modbus, itd),
- Prikaz mjerenja, alarma, događaja i omogućavanje daljinskog komandovanja.

Pripremni radovi uključivali su ožičavanje i parametarsku konfiguraciju digitalnih zaštitnih releja, s ciljem minimalnog prekida u napajanju korisnika. Nakon toga, ugradnja optike do komandne table omogućava uvid u stanje svake ćelije i komandovanje lokalno, a kasnije i centralno iz Dispečerskog centra. Procjenjuje se smanjenje tehničkih gubitaka za ~10 % i smanjenje prekida isporuke za ~6 puta u odnosu na dosadašnje stanje. Povećanje mrežne pouzdanosti, brža reakcija na kvarove, transparentnost u radu, uštede i podrška u „zelene tranzicije“.

Ključne riječi: MPLS-Tehnologija za prenos podataka na mreži, RTU-krajnja stanica, SCADA sistem, IEC 61850-protokol, View4-softver za SCADA sistem, IMP-Institut Mihajlo Pupin , HMI-Čovjek/mašina Interfejs, TS-Trafo Stanica, CGES-Crnogorski Elektroprenosni Sistem, ADMS-Napredni system za distributivni menadžment.

Summary: The SCADA and ADMS project in Montenegro was intensified from 2021 to 2022. The first 16 35kV substations are already equipped and the inflow is functioning in working mode, and the full project includes 40 substations in the first phase and further expansion. View4 is a SCADA/HMI software developed by IMP, specially designed for monitoring and power system management. It is used for:

- Supervision and management of the distribution network [eg 35/10/0.4kV],
- Communication with RTU and IED devices [supports IEC 60870-5-104, DNP3, Modbus, etc.],
- Display of measurements, alarms, events and enable remote control.

Preparatory works included wiring and parametric configuration of digital protective relays, with the aim of minimal interruption in the power supply of the user. After that, the installation of optics to the control panel allows insight into the state of each cell and command locally, and later also centrally from the Dispatch Center. It is estimated that the reduction of technical losses by ~10% and the

reduction of delivery interruptions by ~6 times compared to the current situation. Increase in network reliability, faster reaction to failures, transparency in work, savings and support in "green transitions".

Key words: MPLS-Multiprotocol Label Switching, RTU-Remote Termination Unit, SCADA System, IEC 61850, IMP-Institute Mihailo Pupin, HMI-Human Machine Interface, TS-Substation, CGES - Montenegrin Transmission System Operator, ADMS-Advanced Distribution Management System.

Pitanja za diskusiju:

1. Koje bi po mišljenju autora podatke (mjerene veličine) trebalo razmjenjivati na nivou CGES - CEDIS i sa kojom rezolucijom, da li je dovoljna 15min?
2. Na koji način je riješeno upravljanje naponskim prilikama u 35 kV mreži promjenom broja odbiraka? Da li se proces upravljanja može automatizovati?

**R D2-05 PREGLED ARHITEKTURE SCADA/EMS SISTEMA U
GLAVNOM I REZERVNOM DISPEČERSKOM
CENTRU CGES-A**

Autori: Ivica Zugić, CGES AD
Marko Tasić, IMP
Stefan Vujošević, CGES AD
Vaso Rabrenović, CGES AD

Recenzent: Ivan Asanović, dipl.el.ing. - Crnogorski
elektroprenosni sistem

Kratak sadržaj: Ovaj rad analizira arhitekturu SCADA/EMS sistema implementiranog u Crnogorskom elektroprenosnom sistemu (CGES), koji ima ključnu ulogu u nadzoru i upravljanju elektroprenosnom mrežom Crne Gore. SCADA/EMS sistem omogućava praćenje i kontrolu elektroenergetskih parametara u realnom vremenu, obradu i analizu podataka, kao i integraciju sa planerskim i analitičkim alatima, uz vizuelizaciju informacija putem interfejsa za operatore dispečerskog centra.

Rad pruža detaljan pregled arhitekture sistema, uključujući njegovu logičku organizaciju i tehničku infrastrukturu na primarnoj i

rezervnoj lokaciji. Posebna pažnja posvećena je arhitekturi računarskih mreža i aspektima njihove bezbjednosti, uz analizu mjera zaštite kritične infrastrukture SCADA/EMS sistema. Takođe, obrađena je primjena virtuelizacije u okviru hardverske infrastrukture, sistem arhiviranja podataka, kao i mehanizmi hardverske redudanse. Pored toga, razmatrani su procesi prebacivanja nadležnosti između glavnog i rezervnog dispečerskog centra.

Zaključno, rad pruža sveobuhvatan uvid u arhitekturu SCADA/EMS sistema i daje preporuke za potencijalna unapređenja sistema.

Ključne riječi: SCADA/EMS, elektroprenosni sistem, dispečerski centar, arhitektura sistema, računarske mreže, bezbjednost, virtuelizacija, redudansa, arhiviranje podataka, kritična infrastruktura.

Summary: This paper analyzes the architecture of the SCADA/EMS system implemented in the Montenegrin Transmission System [CGES], which plays a key role in monitoring and managing Montenegro's power transmission network. The SCADA/EMS system enables real-time monitoring and control of power system parameters, data processing and analysis, as well as integration with planning and analytical tools, with information visualization through an interface for dispatch center operators.

The paper provides a detailed overview of the system architecture, including its logical organization and technical infrastructure at both the primary and backup locations. Special attention is given to the architecture of computer networks and their security aspects, along with an analysis of measures for protecting the critical infrastructure of the SCADA/EMS system. Additionally, the paper covers the implementation of virtualization within the hardware infrastructure, data archiving systems, and hardware redundancy mechanisms. Furthermore, it examines the processes of transferring operational control between the main and backup dispatch centers.

In conclusion, the paper offers a comprehensive insight into the SCADA/EMS system architecture and provides recommendations for potential system improvements.

Key words: SCADA/EMS, power transmission system, dispatch center, system architecture, computer networks, security, virtualization, redundancy, data archiving, critical infrastructure.

Pitanja za diskusiju:

1. Navesti glavne prednosti i mane virtuelizacije kod ovakvih sistema.
2. Koji su najveći problemi sa kojima se autori susrijeću u svakodnevnom radu s ovim sistemom?
3. Koja su to unapređenja sistema koja se planiraju u budućem periodu?

2025

23-26. septembar 2025.
Hotel Mediteran, Bečići

CIGRE

23.09.2025. Utorak

12:00 – 18:00 Prijem i smještaj učesnika

sale	Amfiteatar	Amfora	Galerija
19:00 – 20:00	SVEČANO OTVARANJE -Obraćanje preds. CG KO CIGRE -Obraćanje predstavnika Vlade Crne Gore -Obraćanje predstavnika en. subjekata Crne Gore -Dodjela priznanja i plaketa -Obraćanje predsjednika CIGRE		
20:00 – 21:00	Koktel dobrodošlice		

24.09.2025. Srijeda

09:30 – 10:00		SIEMENS (SPP*)		
10:00 – 11:00		Savremeni izazovi u radu elektroenerg. sistema: obezbjeđivanje stabilnosti, fleksibilnosti i otpornosti	Sesija - STK D2 - Informacioni sistemi i telekomunikacije	Sesija - STK B5 - Zaštita i automatizacija
11:00 – 12:00	Kafe pauza	-PANEL-		
12:00 – 13:00		-Ranko Redžić (CGES) -Miloš Djurđević (SCC) -Elio Voshtina (OST) -Bojan Rebić(NOS BiH) -Slobodan Marković (EKC)		
13:00 – 13:30		GE Vernova (SPP*)		
13.45 – 14.15		Schneider (SPP*)		
14.30 – 15.00			Nexans (SPP*)	
15.00 – 15.30		EKC (SPP*)	Sesija - STK B2 - Nadzemni vodovi	Sesija - STK A3 - Prenosna i distributivna oprema
15.30 – 17.00		Sesija - STK C6 - Distributivni sistemi i decentralizovana proizvodnja		
17.00 – 17.30	Kafe pauza			
17.30 – 18.00			Sesija - STK B3 - Postrojenja i el. Instalacije	Sesija - STK C2 - Eksploatacija i u pravljanje EES
18.00 – 19.00				
19.00 – 21.00		SKUPŠTINA CG KO CIGRE		



2025

CIGRE

23-26. septembar 2025.
Hotel Mediteran, Bečići

25.09.2025. Četvrtak

sale		Amfiteatar	Amfora	Galerija
09:30 - 10:00		CGES (SPP*)		
10:00 - 11:00		Transformacija elektroenergetskih sistema kroz primjenu energetske elektronike - PANEL -	Sesija - STK C1 - Razvoj i ekonomija EES	Sesija - STK C3 - Performanse sistema zaštite životne sredine
11:00 - 12:00	Kafe pauza			
12:00 - 13:00		-prof.dr Vladan Vujičić (UCG) -prof.dr Petar Grbović (UIBK) -dr Ervin Spahić (ELIA) -dr Marija Vujačić (Hitachi)		- STK A1 - Obrtne električne mašine
13:00 - 15:00				
15:00 - 15:30		HITACHI ENERGY (SPP*)		
15:30 - 16:30			Sesija - STK C4 - Tehničke performanse EES	Sesija - STK B1 - Kablovi
16:30 - 17:00		Sesija - STK C5 - Tržišta el. energije i deregulacija		
17:00 - 17:30	Kafe pauza			
17:30 - 18:00			SCI2M - STK B4 - Jednosmjerni sistemi i energetska elektronika	Sesija - STK A2 - Transformatori i reaktori
18:00 - 19:00				
19:00 - 20:00				
20:00 - 23:00		ZAJEDNIČKA VEČERA		

*Stručno poslovna prezentacija

Bulevar Svetog Petra Cetinskog 18, 81000 Podgorica

tel: +38220404951

e-mail: cg-ko-cigre@t-com.me

www.cigre.me