



Crnogorski Komitet CIGRE



Savjetovanje

*zbornik*  
*kratkih prikaza referata*

Hotel Maestral, Pržno  
13 – 16. maj 2013. godine



## SADRŽAJ

I Grupa A1 – Obrtne električne mašine .....	5
II Grupa A2 – Transformatori.....	14
III Grupa A3 – Visokonaponska oprema .....	22
IV Grupa B1 – Kablovi .....	25
V Grupa B2 – Nadzemni vodovi .....	28
VI Grupa B3 – Postrojenja.....	32
VII Grupa B4 – Visokonaponski jednosmjerni (HVDC) sistemi i energetska elektronika .....	36
VIII Grupa B5 – Zaštita i automatizacija.....	40
IX Grupa C1 – Razvoj i ekonomija EES .....	44
X Grupa C2 – Eksploatacija i upravljanje EES.....	47
XI Grupa C3 – Performanse sistema zaštite životne sredine .....	54
XII Grupa C4 – Tehničke performanse EES .....	63
XIII Grupa C5 – Tržišta električne energije i deregulacija .....	71
XIV Grupa C6 – Distributivni sistemi i decentralizovana proizvodnja	78
XV Grupa D2 – Informacioni sistemi i telekomunikacije .....	83
Bilješke.....	86



## I Grupa A1 – Obrtne električne mašine

**Predsjednik STK A1:** Ranko Vukotić, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić, HE Perućica

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

- Primjena Asinhronih mašina u proizvodnji električne energije;
- Sistemi pobude kod dizel agregata; primjena naprednih tehnika programiranja za proračun parametara pobudnih sistema;
- Primjena električnih mašina kod hibridnih i električnih vozila;
- Tendencije, razvoj i primjena specijalnih električnih mašina u proizvodnji električne energije, sa posebnim osvrtom na proizvodnju električne energije iz energije vjetra.

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

- Ranko Vukotić, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić, HE Perućica;
- mr Martin Čalasan, dipl.el.ing. – ETF Podgorica;
- Prof. dr Gojko Joksimović – ETF Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 8 radova.

Izveštaj o radovima iz grupe A1 sastavili su **stručni izvjestioci**:

- mr Martin Čalasan, dipl.el.ing. – ETF Podgorica
- Bojan Đordan, dipl.el.ing. – EPCG AD, HE Perućica.

**R A1-01 Koordinacija podešenja poduzbudnog limitera i zaštite od nastanka uzbude**

Coordination of setting between underexcitation limiter and loss of excitation protection

Autori: Blaženka Brkljač, Igor Bartulović - Končar elektronika i automatika; Dobrilo Gačević, Željko Pejović - EPCG AD Nikšić, TE Pljevlja

Recenzent: Ranko Vukotić, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić, HE Perućica

**Kratak prikaz:** U svjetlu promjena u elektroenergetskom sektoru i novih trendova u otvaranju tržišta električne energije pokazuje se još jača potreba za točnim poznavanjem mogućnosti rada i ograničenja svakog izvora odnosno elektrane. U svrhu točnog prikaza mogućnosti opterećenja sinkronih generatora u stacionarnom stanju koristi se pogonska karta.

U radu se opisuje važnost koordinacije podešenja i ispitivanja prorade poduzbudnog limitera i zaštite od nestanka uzbude na konkretnom sinkronom generatoru, sa stvarnim podešenjima i snimkama prorade limitera.

**Gljučne riječi:** pogonska karta - sistem pobude sinkronog generatora – poduzbudni limiter - zaštita od nestanka pobude

**Summary:** In light of the changes in the electro energetic sector and the new trends in the opening of the electricity market shows even stronger need for accurate knowledge of the capabilities and limitations of each power source. The exact working diagram of load of synchronous generator at steady state is shown in Power chart.

The paper describes the importance of setting and coordination between underexcitation limiter and loss of excitation protection on specific synchronous generator, with real settings and recordings of limiter.

**Key words:** Power chart – synchronous machine excitation system – underexcitation limiter - loss of excitation protection

Pitanja za diskusiju:

1. Šta se postiglo zamjenom sistema u TE "Pljevlja"? Uporediti.
2. Zašto je važan limiter podpobude sa stanovišta stabilnog rada generatora?

**R A1-02 Uticaj cikličnih promena opterećenja na stanje izolacionih sistema velikih hidrogenatora**

Influence of cycle load change on condition of large hydrogenerators insulation system

Autori: Ljubiša Nikolić, Nikola Ilić - Elektrotehnički institut "Nikola Tesla"; Radislav Pantić - ATB Sever, Subotica; Ljubomir Stojanović - HE "Piroć", Piroć, Srbija

Recenzent: Ranko Vukotić, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić, HE Perućica

**Kratak prikaz:** Na starenje izolacije visokonaponskih statorskih namotaja generatora utiču dobro poznati, i u literaturi detaljno analizirani faktori starenja koji su za izolaciju na bazi liskuna i epoksida kao veziva (termička klasa F) sledeći: temperatura, električno polje, mehaničko naprezanje i okruženje namotaja (u engleskoj literaturi poznato kao TEAM Sresses: Thermal, Electric, Ambijent and Mechanical).

Ovakva pojava vremenom dovodi do odvajanja izolacije od bakra, a sa tim i do pojave pogoršanih uslova hlađenja, stvaranja uslova za pojavu vibracija štapova, uvećanih parcijalnih pražnjenja i konačno do povećanja verovatnoće proboja takvog namotaja tj. do skraćivanja njegovog projektovanog životnog veka.

**Ključne riječi:** Štap – Bakar – Izolacija – Temperatura - Gradijent temperature - Izduženje - Napon smicanja - Delaminacija - Parcijalna pražnjenja - Starenje izolacije

**Summary:** The aging of insulation of high voltage generator stator windings is affected by well-known, in the literature analyzed in detail factors of aging for Mica and resin based insulation as a binder (thermal class F) as follows: temperature, electric field, mechanical stress and environment of the windings (known in English literature as Stress TEAM: Thermal, Electric, Ambijent and Mechanical).

This phenomenon eventually leads to separation of the insulation from copper, and with it, the appearance of deteriorated cooling conditions, the conditions that cause vibration of bars, increased partial discharge activity and, ultimately, increase of the probability of a windings breakdown, what shortens his projected life expectancy.

**Key words:** Bar - Cooper - Insulation - Temperature -Gradijent temperature - Elongation - Shear stress - Delamination - Partial discharges - Aging isolation

Pitanja za diskusiju:

1. Iz priloženih slika može li se prognozirati vijek pogonske spremnosti generatora?

2. Kako utiče aksijalna komponenta magnetne indukcije na zagrijavanje čeonog dijela magnetnog kola i prenošenje temeprature na namot generatora?

**R A1-03 Uticaj viših harmonika na rad sinhronog generatora**

Impact of higher harmonics on work of synchronous generator

Autori: Miljan Jovović; Dragan Jovović - EPCG AD Nikšić, HE Piva

Recenzent: mr Martin Čalasan, dipl.el.ing. – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** U ovom radu će biti obrađeno nastajanje viših harmonika u sinhronom generatoru i njihov uticaj na ispravan rad generatora. Posebno je obrađen uticaj rada tiristorskog mosta u pobudnom sistemu na ispravan rad generatora. Pomoću programa Simulink izvršena je simulacija rada tiristorskog mosta pri promjeni parametara filtera u tiristorskom mostu u režimu opterećenog generatora i pokazano kako se promjenom parametara filtera utiče na oblik izlaznog napona generatora. Simulacija je izvršena na modelu generatora HE „Piva“. Takođe je obrađeno kako se mjerenjima magnetnih rasipnih polja i njihovom spektralnom analizom mogu detektovati uzroci nastajanja viših harmonika.

**Gljučne riječi:** Magnetopobudna sila (mps) - Viši harmonici - Sinhroni generator - Pobudni sistem

**Summary:** The occurrence of higher harmonics in synchronous generator and their influence on correct work of generator will be presented in this paper. The special attention is paid to the impact of tiristor bridge in excitation system on correct work of generator. Simulation is done by program package Simulink. In simulation we have changed parameters of filter in tiristor bridge when generator is loaded. It is shown how different parameters of filter affect on shape of the generator output voltage. Simulation is done on model of hydro power plant „Piva“. The attention is also paid to the measurement of the magnetic leakage fields and their spectral analysis and how we can detect the causes of higher harmonics using this measurement.

**Key words:** Excitation force - Harmonic representation - Synchronous generator – Excitation system

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je kod generatora u HE „Piva“ mjerjen uticaj (pojava) viših harmonika? Ako jeste, koji su glavni uzročnici pojave viših harmonika kod tih generatora?
2. Da li kvar na ležajevima sinhronne mašine može biti uzročnik pojave viših harmonika u talasnom obliku izlaznog napona?
3. Detaljno razjasnite uzročnike pojave viših harmonika u talasnom obliku napona. Npr. u radu je navedeno da „povećani iznos drugog harmonika ukazuju na smetnje u statorskom dijelu magnetnog kola“. Na koje smetnje u statorskom dijelu magnetnog kola se konkretno misli?



**R A1-04 Da li su GA algoritmi efikasni u odedivanju PID parametara AVR sistema sinhronne mašine?**

Does the GA algorithms are effective in the PID parameters determination of AVR system of a synchronous machine?

Autori: Spec.Sci. Jole Vujović - EPCG AD Nikšić; Prof.dr Milutin Ostojić, Mr Martin Čalasan - ETF Podgorica

Recenzent: Ranko Vukotić, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić, HE Perućica

**Kratak prikaz:** U ovom radu je prikazana upotreba Genetičkih Algoritama (GA) u cilju određivanja optimalnih parametara PID regulatora AVR sistema sinhronne mašine. Odzivi na step promjenu ulaznog napona AVR sistema, čiji su PID parametri određeni upotrebom GA, upoređeni su sa odzivima koji se dobijaju kada se parametri regulatora određuju Zeigler-Nichols-ovim metodom. Posebno će biti analiziran uticaj broja populacija i generacija GA-a na vrijednost parametara PID regulatora kao i na kvalitet odziva sistema.

**Ključne riječi:** Genetički Algoritam - Pobudni sistem - Sinhrona mašina - PID regulator

**Summary:** This paper describes the use of Genetic Algorithms (GA) in order to determine the optimal value of PID parameters AVR system of a synchronous machines. The step responses on a input voltage AVR systems, whose PID parameters were determined using the GA, are compared with the responses obtained when the controller parameters are determined using Zeigler-Nichols's method. In detail, in this paper will be analyzed the impact of the number of generations and population GA on the value of PID controller parameters and on the system response quality.

**Key words:** Genetic algorithms – Excitation system – Synchronous machine – PID regulator

Pitanja za diskusiju:

1. *Kako se u praksi realizuje blok dijagram sistema pobude u AVR modu?*
2. *Detaljnije objasniti sistem regulacije i GA algoritam.*

**R A1-05 Dokle idu efikasnosti električnih mašina i pogona?**

How far is going efficiency of electrical machines and drives?

Autori: Mr Martin Čalasan, Prof. dr Milutin Ostojić - ETF PodgoricaRecenzent: Ranko Vukotić, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić, HE Perućica

**Kratak prikaz:** Električne mašine su značajno napredovale u posljednjih nekoliko godina zbog uvođenja novih materijala. Nove vrste čelika su omogućile smanjenje gubitaka, dok su određeni stalni magneti obezbijedili izvor magnetskog fluksa bez gubitaka. Sa druge strane, poslednja istraživanja u konstrukciji mašine su smanjila gubitke u namotajima, tako da se konstantno nastavlja trend povećanja efikasnosti. U ovom radu će se razmotriti trenutno stanje efikasnosti električnih mašina i pogona, kao i njihovih komponenti. Takođe, diskutovaće se i o budućim pravcima upravljanja i konstrukcije električnih mašina i pogona u cilju povećanja njihove efikasnosti.

**Gljučne riječi:** Sinhronne mašine – Kompanije – Snage generatora

**Summary:** Electrical machines have advanced significantly in recent years due to the introduction of new materials. The new type of steels have reduced losses and certain permanent magnet materials have provided a 'lossless' source of magnetic flux. On the other hand, recent advances in construction methods have reduced winding losses, so there is a continued trend to increase efficiency. This paper will consider the current state of the efficiency of electric machines and drives, as well as his components. Also, in this paper will discuss about the future directions of control and design of electrical machines and drives in order to increase their efficiency.

**Key words:** Electrical machine - Electrical drives - Efficiency

Pitanja za diskusiju:

- 1. Kakav je uticaj temperature ambijenta na raspoloživu snagu električnih mašina?*
- 2. Pojasniti kako utiču režimi rada električnih mašina na konstrukciju istih?*

**R A1-06 Uticaj poprečne indukcije na varijable asinhronog motora sa nelinearnom magnetskom karakteristikom**

Influence of cross-saturation on variables of induction motor with nonlinear magnetizing characteristic

Autor: Borislav Brnjada - EPCG AD Nikšić, ED Bar

Recenzent: Prof. dr Gojko Joksimović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Osnovni cilj ovog rada je da cjelovitije i potpunije prikaže efekat poprečne indukcije koji se javlja između neistoimenih dq namota statora i rotora kao posljedicu nelinearnosti magnetskog kola. Kada se kao varijable stanja u naponskim jednačinama umjesto flukseva uvedu struje statora i rotora, uslijed varijacije fluksa se osim od statičke indukcije javlja još i dodatna komponenta pada napona koja nastaje uslijed promjenljive brzine rotacije prostornog vektora međusobnog fluksa.

Dopunski cilj je i da se primjenom metoda najmanjih kvadrata dobiju nelinearna magnetska karakteristika, statička i dinamička induktivnost u zavisnosti od struje magnećenja. Razvijene naponske jednačine sa strujama kao varijablama, posebno zahvaljujući razvijenoj dodatnoj komponenti pada napona, kao i izrazima za međusobni fluks, njegovu brzinu rotacije, snagu i energiju polja omogućavaju potpuni kvalitativni i kvantitativni opis efekta poprečne indukcije.

**Ključne riječi:** poprečna indukcija - međusobni fluks - nelinearna karakteristika magnećenja

**Summary:** The main objective of this paper is to present a more comprehensive and thorough cross-saturation effect that occurs between nonhomonymous dq stator and rotor coils as a consequence of magnetic circuit nonlinearity. When in the voltage equations instead fluxes as the state variables are introduced stator and rotor currents, due to flux variation the additional static induction and also additional component of voltage drop occurs. It is caused by a variable rotational speed of the mutual flux space vector.

Additional goal is to obtain nonlinear magnetizing characteristics, static and dynamic inductance characteristics depending on the magnetizing current in the analytical form, by applying the method of least squares. Developed voltage equation with currents as variables especially thanks to the developed additional components of voltage drop, as well as expressions of mutual flux, its rotational speed, strength and energy of the magnetic field allows a complete qualitative and quantitative description of the cross-saturation effect.

**Key words:** cross-saturation - mutual flux -nonlinear magnetizing characteristics

Pitanja za diskusiju:

1. *Kako povišenje napona statora utiče na međusobnu induktivnost kola rotora i statora?*

2. *Analizirati uticaj nesimetrije napona na zagrijavanje asinhronne mašine.*

**R A1-07      Uticaj torzionih oscilacija radnog vratila na varijable invertorski napajanje asinhronog motora**

Influence of torsional oscillations on variables of asynchronous motor supplied by inverter

Autori:            Borislav Brnjada – EPCG AD Nikšić, ED Bar; Prof. dr Milutin Ostojić - ETF Podgorica

Recenzent:      Prof. dr Gojko Joksimović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Cilj ovog rada je da se analizira uticaj torzionih oscilacija koje nastaju kod relativno dugačkih radnih vratila sa više inercionih masa, na mehaničke i električne varijable stanja. Torzione oscilacije naročito su izražene kod tranzientnih radnih stanja i kod invertorskog napajanja.

U radu su razvijene, u kompleksnoj formi, jednačine stanja električnog dijela sistema, koji preko elektromagnetskog momenta ostvaruje uticaj na mehanički sistem. Mehanički dio sistema je modelovan pomoću linearnih diferencijalnih jednačina. U zaključku je je istaknuto da se kod pogona sa relativno dugim vratilima koja povezuju znatne inercione mase obavezno mora sagledati uticaj torzionih oscilacija na mehaničke i električne varijable stanja, jer mogu uticati kako na izbor vratila, tako i na izbor motora.

**Ključne riječi:** prekidačka funkcija - torzione oscilacije –dugo vratilo-električne varijable

**Summary:** The goal of this work is to analyze impact of torsional oscillations on mechanical and electrical variables of asynchronous machine. Torsional oscillations, which exist when relatively long operating shafts connects several inertial masses, in particular are expressed at transient working states and at inverter power supply. In present paper state equations of electrical part of the system are developed, which realizes the impact of the electromagnetic torque on mechanical system. Mechanical part of the system is modeled by linear differential equations.

In conclusion, it is emphasized that the plants with relatively long shafts that connects significant inertial masses must necessarily consider the impact of torsional vibrations on mechanical and electrical variables which can influence both the choice of shaft and the choice of machine.

**Key words:** switching function - torsional vibrations-long shaft - electric variables

Pitanja za diskusiju:

1. *Kako karakter opterećenja utiče na dinamička stanja rada asinhronog motora napajanje invertorom?*

2. *Da li asinhroni motori napajani invertorima utiču na kvalitet mrežnog napona i kako se suzbijaju?*

**R A1-08 Tendencije, razvoj i implementacija električnih mašina u proizvodnji električne energije s naglaskom na iskorišćenju energije vjetra**

Tendention, development and implementation of electrical machines in production of electricity with special emphasis on the production of electricity from wind energy

Autori: Bojan Đordan, Ranko Vukotić, Olga Radulović - EPCG AD Nikšić  
Recenzent: mr Martin Čalasan, dipl.el.ing. – ETF Podgorica

**Kratka prikaz:** Tokom prethodne decenije instalisana snaga vjetroelektrana u svijetu u značajnom je porastu. Presudan uticaj na to ima prije svega sve veća cijena električne enegije dobijene iz konvencionalnih izvora, a tu su i uticaj na životnu sredinu kao i podsticaji sve većeg broja država u proizvodnji „zelene energije“.

U ovom radu se daje sažeti prikaz vrsta električnih mašina koje se koriste kao vjetrogeneratori i njihove primjene. Cilj rada je da ukratko predstavi moguće izvedbe ovih mašina koje se koriste u savremenim vjetroelektranama. Takođe u radu je kratko data problematika priključenja vjetroagregata na neki EES (prenosnu ili distributivnu mrežu) – način regulacije učestanosti.

**Ključne riječi:** vjetrogenerator – regulacija - učestanost - električne mašine

**Summary:** In last ten years instaled power of Wind power plants in the world is rapidly increasing. The crucial reason for this, in the first place, is increasing price of enegy from conventional sources, but also the impact on the enviroment, as well as a stimulation of the generation of “green energy“, noticed in an increasing number of countires, ect.

In this paper are shown review of types of electrical machines that are used like wind generators and their appliance. The aim of these document is to present rewiev of possible constructions of these electrical machines that are used in modern Wind power plants. Also, this document contains brief of the problems of connecting the wind generator on some EES and the regulation of frequency.

**Key words:** wind generator – regulation – frequency - electrical machines

Pitanja za diskusiju:

- 1. Prokomentarisati primjenu podsinhrona i nadsinhrona asinhrona kaskade u proizvodnji električne energije?*
- 2. Prema saznanjima autora, da li postoje i drugi tipovi električnih mašina koje se mogu koristiti za proizvodnju električne energije iz energije vjetra?*

## II Grupa A2 – Transformatori

**Predsjednik STK A2:** mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD

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

- Iskustva u eksploataciji transformatora;
- Dijagnostika i popravka transformatora;
- Nove ispitne metode, tehnologija, monitoring.

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

- mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD;
- Prof.dr Gojko Joksimović – ETF Podgorica;
- Prof.dr Milutin Ostojić – ETF Podgorica;
- Gordana Todorović, dipl.el.ing. – CGES AD.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 7 radova.

Izveštaj o radovima iz grupe A2 sastavio je **stručni izvjestilac:**

- Goran Martinović, dipl.el.ing. – CGES AD.

**R A2-01 Proračun snage fiksne kondenzatorske baterije za kompenzaciju reaktivne energije transformatora**  
Calculation of fixed capacitor bank power for transformer reactive energy compensation

Autor: Prof.dr Gojko Joksimović - ETF Podgorica

Recenzent: mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** Rad se bavi problemom kompenzacije reaktivne energije distributivnog transformatora ugradnjom fiksne kondenzatorske baterije – baterije konstantne vrijednosti kapacitivnosti na niskonaponskoj (NN) strani transformatora. Izveden je izraz koji omogućava izbor snage baterije kondenzatora u funkciji opterećenja transformatora i analiziran je napon tako kompenzovanog transformatora pri njegovom rasterećenju, u cilju izbjegavanja eventualne pojave prenapona. Detaljno je analiziran transformator najčešće prisutan u distributivnoj mreži Elektrodistribucije Crne Gore (EDCG), snage 630kVA.

**Ključne riječi:** Transformator – kompenzacija reaktivne snage – kompenzacija reaktivne energije – popravka faktora snage – prenapon

**Summary:** This paper addresses the problem of reactive power compensation in distribution transformer by installing of fixed capacitor bank at low voltage (LV) side. Expression is derived that allows the choice of battery power in function of the transformer load and the transformer voltage is analyzed during its unloading in order to avoid any possible appearance of overvoltages. In detail is analyzed the transformer usually present in the distribution network of Montenegrin distribution operator (EDCG), which rated power is 630kVA.

**Key words:** Transformer – reactive power compensation – reactive energy compensation – power factor correction – overvoltages

Pitanja za diskusiju:

1. *Kompenzaciju reaktivne snage praznog hoda transformatora treba izvesti ugradnjom odgovarajućeg kondenzatora. S obzirom na mrežno tonfrekventno upravljanje (MTU) signalom frekvencije reda 300 Hz, koje se koristi u elektrodistributivnoj mreži, kondenzatori mogu uzrokovati prigušenje nivoa signala na iznos manji od vrijednosti odziva MTU prijemnika. Koliko obično iznosi snaga preporučenih kompenzacionih uređaja predviđenih za ugradnju u novim distributivnim transformatorskim stanicama?*

2. *Pogoni s promjenjivim potrebama za reaktivnom snagom ne dozvoljavaju čvrstu kompenzaciju, s obzirom da može doći do neekonomične potkompenzacije ili opasne prekompenzacije. Na koji način se potrebna snaga kondenzatora prilagođava promjenjivim potrebama za reaktivnom energijom?*

## R A2-02      **Specifičnosti dijagnostike pogonskog stanja transformatora sa regulatorom napona**

Condition based assesment of transformers with on load tap changer

Autori: Branka Đurić, Jelena Janković, Slađana Teslić, Dragan Teslić - Elektrotehnički institut "Nikola Tesla"

Recenzent: mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** Regulator napona (RN) je značajan, mehanički deo određenih energetskih transformatora, a zbog svoje konstrukcije i funkcije je tokom rada izložen povećanim električnim i mehaničkim stresovima. Zbog toga je starenje RN i habanje materijala od kojih je izrađen mnogo brže u odnosu na ostale delove transformatora, što ga čini najslabijom tačkom u eksploataciji. U radu je dat osvrt na specifičnosti dijagnostike transformatora sa regulatorom napona, što uslovljava složeniju analizu pogonskog stanja.

U cilju primene adekvatne dijagnostike pogonskog stanja transformatora sa regulatorom napona, urađena je statistička analiza rezultata baze podataka gasnohromatografske analize gasova rastvorenih u ulju transformatora sa RN (baza podataka Elektrotehničkog Instituta „Nikola Tesla“). Dat je osvrt na dodatne analize RN koje mogu biti značajne u analizi rada RN.

**Gljučne riječi:** Regulator napona – Dijagnostika - Pogonsko stanje - Ispitivanje transformatora - Ispitivanje ulja - Gasnohromatografska analiza - Transformator

**Summary:** On load tap changer (OLTC) is significant element of utility networks and because of its structure and function it is exposed to increased electrical and mechanical stresses. Therefore, the aging of the OLTC and wear of the materials, is much faster than other parts of the transformer, making it the weakest point in the exploitation. In this paper OLTC transformers working condition assesment based on dissolved gasses analysis (DGA) was investigated, which requires a more complex analysis.

In order to achieve reliable diagnostics, DGA data base statistical analysis has been done for population of transformers with OLTC (data base of Electrical Engineering Institute „Nikola Tesla“). Additional analysis that can be significant for OLTC has been discussed.

**Key words:** On load tap changer – Diagnostic - Dissolved gasses analysis – Oil analysis - Condition-based maintenance – Transformer

Pitanje za diskusiju:

*1. Značajna metoda kontrole pogonskog stanja RN je gasna hromatografija gasova rastvorenih u ulju jer omogućava praćenje stanja RN dok je u pogonu (metoda 7). Međutim, u praksi preventivnog održavanja energetskih transformatora (Pravilnik o održavanju elektroenergetskih postrojenja prenosne mreže GSE 78/91) ona se ne primjenjuje. Po mišljenju autora, koji rokovi bi se preporučili kod energetskih transformatora u prenosnoj mreži?*



**R A2-03****Osnove analize sadržaja vlage u izolacionom sistemu energetskog transformatora primjenom RVM metode**

Basis of the analysis of moisture content in insulation system power transformers using RVM method

Autor: mr Predrag Mijajlović - CGES AD

Recenzent: Prof.dr Gojko Joksimović – ETF Podgorica

**Kratka prikaz:** Rana preventiva u dijagnostici stanja transformatora ima veliki značaj u planiranju sistema, ocjeni pouzdanosti i raspoloživosti opreme, s akcentom na ekonomski značaj. Procjena rizika i analiza životnog vijeka električne opreme zasnovana na ispitivanjima uljno-papirne izolacije je svjetski trend u analizi pouzdanosti i raspoloživosti električne opreme. Životni vijek energetskog transformatora je diktiran stanjem njegove čvrste izolacije. Mjerenje povratnog napona (RVM – Recovery Voltage Method) je jedna od aktualnih nedestruktivnih off-line metoda koja proširuje uvid u realno stanje izolacionog sistema transformatora.

U ovom referatu su prikazani karakteristični rezultati ispitivanja energetskih transformatora u pogonu Crnogorskog elektroprenosnog sistema primjenom RVM metode. Navedene su teorijske osnove, model, obavljene analize i procjene stanja izolacionog sistema sa preporukama za nastavak aktivnosti.

**Ključne riječi:** Izolacija – Papir – Polarizacioni spektar - RVM – Transformator – Ulje – Vlaga

**Summary:**

Early prevention in the diagnosis of the transformer is very important in the planning system, assessing the reliability and availability of equipment, with emphasis on the economic significance. Risk assessment and life cycle analysis of electrical equipment based on tests of oil-paper insulation is a worldwide trend in the reliability and availability of electrical equipment. The lifespan of the power transformer is dictated by the status of his solid insulation. Recovery Voltage Method – RVM is one of the current off-line non-destructive method that extends an insight into the real state of the transformer insulation system. This paper presents the results of typical power transformers in operation the Montenegrin transmission system using RVM method. The above theoretical background, model, an analysis and assessment of insulation systems with recommendations for follow-up.

**Key words:** Insulation - Paper - Polarizing range - RVM - Transformer - Oil – Moisture

**Pitanje za diskusiju:**

*1. Kako je dominantna vremenska konstanta koja se očitava sa polarizacionog spektra kao vrijeme koje odgovara maksimalnoj vrijednosti povratnog napona, vezana sa procentom vlage izolacionog sistema?*

**R A2-04 Vjerodostojnost interpretacije RVM dijagnostike**

Authentic interpretation of RVM diagnosis

Autori: Goran Martinović, mr Predrag Mijajlović, Željko Ivanović - CGES ADRecenzent: Prof.dr Gojko Joksimović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Odjeljenje ispitivanja CGES je početkom 2010. uvelo RVM metod, kao nov i koristan dopunski alat, u koncept kompleksnog dijagnostičkog programa praćenja pogonskog stanja i nivoa degradacije izolacionih sistema energetskih transformatora (ETR). Za razliku od relativno jednostavne tehnike mjerenja automatskim uređajem RVM, analiza i interpretacija dobijenih rezultata - pogotovo nestandardnih krivih polarizacionog spektra – što i jeste okosnica ovog rada, čak i za iskusnog ispitivača, predstavlja veoma složen i zahtjevan posao.

U radu su prezentirani rezultati mjerenja, fizička suština analize polarizacionog spektra, principi interpretacije i pravilno procjenjivanje uticajnih faktora na nekoliko ETR različitog statusa: novog – prije uključenja; iz pogona – različitih snaga, naponskih nivoa i dužine eksploatacije; rezervnih i ETR podvrnutih procesu revitalizacije (regenerisanje ulja i sušenje) izolacionog sistema.

**Ključne riječi:** Izolacija – Papir – Polarizacioni spektar - RVM – Transformator – Nestandardne krive

**Summary:** CGES research department in early 2010. RVM method is introduced as a new and useful complementary tool in the diagnosis of complex concept of monitoring operating status and the level of degradation of insulation systems of power transformers (PTR). Unlike the relatively simple technique of measuring automatic device RVM, analysis and interpretation of the results - especially non-standard polarization curves of the spectrum - which is the backbone of this work, even for an experienced examiner, a very complex and demanding task.

This paper presents the results of measurements, the physical essence of polarization spectrum analysis, the principles of interpretation and proper evaluation of influential factors on several different PTR status: new - before turning, from the drive - different, voltage level and length of operation, and spare PTR undergoing revitalization process (reclaiming oil and dry) insulation system.

**Key words:** Insulation - Paper - Polarizing range - RVM - Transformer - Non-standard curves

Pitanja za diskusiju:

1. *Kako se objašnjava proces degradacije čvrste izolacije sa polarizacionog spektra datog na slici 3? Objasniti.*
2. *Koja praktična iskustva objašnjavaju lokalne maksimume koji pripadaju grupi neregularnih?*

**R A2-05 Primena nove metode ispitivanja energetskih transformatora - dielektrična spektroskopija u frekventnom domenu (FDS)**

Application of the new methods for power transformers testing – dielectric spectroscopy in the frequency domain (FDS)

Autori: Đorđe Jovanović, Branko Pejović, Jelena Lazić, Jelena Ponoćko, Srđan Milosavljević - Elektrotehnički institut "Nikola Tesla"; Radovan Đukanović, Dragan Barović - HE Perućica, EPCG; Radovan Radosavljević - ETF Beograd, Srbija

Recenzent: mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** U cilju unapređenja dijagnostike stanja energetskih transformatora (ET) sa uljno-papirnom izolacijom, prateći aktuelna dostignuća u dijagnostici ET u svetu, učinjeni su početni koraci u upoznavanju metode snimanja frekventno-zavisnog odziva izolacionog sistema – Frequency Domain Spectroscopy (FDS) i njenom uvođenju u redovnu praksu ispitivanja preventivne kontrole ET. U ovom radu su predstavljeni metoda, specijalizovani uređaj kao i prvi rezultati ispitivanja ET novom metodom FDS na blok-transformatorima u HE "Perućica", EP Crna Gora. Pored prikaza rezultata ispitivanja novom metodom, izvršena su kvalitativna poređenja sa dostupnim rezultatima ispitivanja izolacije klasičnom metodom.

**Ključne riječi:** Energetski transformator – Sadržaj vlage – Starenje izolacije – Frekventno zavisna spektroskopija – Preventivna kontrola – Faktor dielektričnih gubitaka

**Summary:** In order to improve condition assessment of power transformers with oil-paper insulation system and to stay in touch with up-to-date developments in the power transformers diagnostics in the world, an initial steps have been made in the introducing a new methods of insulation system testing by Frequency Domain Spectroscopy (FDS) and its release into the regular practice preventive testing of power transformers.

In this paper are presented the FDS test method, special test equipment and also the first test results obtained by FDS method performed on generator step-up power transformers in HPP Perucica, Montenegro. In addition to presented test results obtained by the new FDS test method, a qualitative comparison and correlations with other available test results, obtained by means of the classical test methods.

**Key words:** Power transformer – Moisture content – Aging of insulation – Frequency Domain Spectroscopy – Preventive testing – Dissipation factor

Pitanja za diskusiju:

- 1. Interpolacijom ili ekstrapolacijom iz baze podataka dolazi se do vrijednosti odgovarajuće permitivnosti čvrste izolacije. O kojoj bazi podataka je riječ?*
- 2. Po mišljenju autora, koji je razlog sistematskog odstupanja kapaciteta u slučaju transformatora T1 i T2?*

**R A2-06 Vibrodijagnostika energetskih transformatora**

Vibrodijagnostic of power transformers

Autori: mr Predrag Mijajlović, Goran Martinović - CGES ADRecenzent: Prof.dr Milutin Ostojić – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Kao rezultat duže eksploatacije transformatora, a samim tim i starenja izolacije, toplotnih procesa i uticaja jakih elektrodinamičkih sila kod kratkih spojeva, dolazi do slabljenja steznog sistema namotaja i magnetnog kola. Različite metode bazirane na ranom detektovanju mehaničkih neispravnosti, mjerenjem vibracija na energetskim transformatorima, omogućile su sprečavanje većih oštećenja i havarija.

U radu je predstavljena jedna od on-line metoda monitoringa, bazirana na nezavisnosti frekventnog spektra oscilatornih procesa steznog sistema namotaja i steznog sistema magnetnog kola. Navedene su i osnove ekspertske softverske sistema dijagnostike, sa karakterističnim primjerima iz realnog pogona.

**Ključne riječi:** Dinamičke sile – Frekventni spektar – Stezni sistem – Transformator – Vibracije

**Summary:** This paper presents a vibro-acoustic method of on-line monitoring of a transformer core and winding clamping pressure. The method based on the dependence of oscillating frequencies spectra on the clamping force allows to distinguish between the core and the winding clamping pressure drop. Special software was developed for its practical application. The examples of practical application are given.

**Key words:** Transformers - Clamping pressure - On-line monitoring - Vibro-acoustic method

Pitanja za diskusiju:

1. *Koju opremu su autori koristili za snimanje i obradu signala?*
2. *Da li sam uređaj vrši diskretnu Fourier-ovu transformaciju (ili FFT) ili su autori koristili posebni software?*
3. *Imajući u vidu iskustva drugih i iskustvo autora, da li su za monitoring stanja transformatora pogodniji magnetni piezoelektrični senzori ili fiber optički senzori?*

**R A2-07 PCB kontaminacija transformatora punjenih mineralnim uljem - izrada inventara**

PCB contamination of mineral-oil filled transformers – inventory issues

Autori: Slađana Teslić, Branka Đurić, Jelena Janković, Jelena Lukić - Elektrotehnički institut "Nikola Tesla"; Božidar Jančićević - JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija

Recenzent: Gordana Todorović, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** Polihlorovani bifenili (PCB), u praksi poznati kao piraleni ili askareli, predstavljaju značajan ekološki problem iako je njihova proizvodnja prestala pre više od trideset godina. Ovaj rad sadrži objašnjenja i preporuke koje će biti od pomoći vlasnicima električne opreme prilikom sprovođenja lokalnih zakona i harmonizacije sa EU Direktivama. U radu su prikazani načini širenja kontaminacije sa primerima iz prakse. Ukazano je na rizike tokom eksploatacije ulja koja sadrže PCB, i date su preporuke o održavanju PCB kontaminiranih transformatora u pogonu u cilju smanjenja rizika pojave akcidentnih događaja. Date su preporuke za metodologiju izrade inventara prisustva PCB u električnoj opremi. U radu je dat pregled analitičkih metoda za identifikaciju i merenje tačne koncentracije piralena u mineralnim uljima.

**Ključne riječi:** PCB – Piraleni – POPs – Inventar – Transformator – Kontaminacija – Održavanje - Analitička metoda

**Summary:** Polychlorinated biphenyls (PCBs), commonly known as pyralene or askarels, are significant ecological problem, although their production has been ban 30 years ago. This article contains explanations and recommendations, that ought to be helpfull during implementation of local laws and harmonization with EU Directives. Mechanisms of PCB contamination are described in this article, with examples from practice. It was point out what are the risks, during exploitation of oils that contain PCBs. Recommendations for the maintanance of a PCB contaminated transformers has been given. Inventory issues for PCB containing equipment has been discussed, especially for the facilities with large number of transformers. This article contains description of analitical methods for identification and quantification of PCBs in mineral transformer oils.

**Key words:** PCBs – Pyralene – POPs – Inventory – Transformer – Contamination – Maintanance - Analitical method

Pitanja za diskusiju:

- 1. Na osnovu iskustva autora, koje preventivne mjere se preporučuju radi sprečavanja unakrsne kontaminacije između djelova opreme na lokacijama gdje postoji uređaj sa PCB kontaminiranim uljem prilikom rada i aktivnosti održavanja?*
- 2. Kako se, na osnovu primjera iz prakse, može okarakterisati uspješnost dekontaminacije na terenu?*

### III Grupa A3 – Visokonaponska oprema

**Predsjednik STK A3:** Zoran Ostojić, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić, HE Perućica

U okviru grupe A3 – **visokonaponska oprema** predložene su sljedeće **preferencijalne teme:**

- Problematika pouzdanosti i održavanja visokonaponske opreme;
- Ispitne metode, ispitivanja i standardi;
- Nove tendencije u razvoju visokonaponske opreme.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe A3 dao je **recenzent:**

- mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD.

Nakon razmatranja od strane recenzenta prihvaćena su 2 rada.

Izveštaj o radovima iz grupe A3 sastavio je **stručni izvjestilac:**

- mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD.

**R A3-01**      **Eksploatacioni parametri mjernih transformatora**  
Exploitation parameters of instrument transformersAutori:              Miloš Rašković, mr Predrag Mijajlović - CGES ADRecenzent:        mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** Referat obuhvata podatke o pregledanim, ispitanim i zamijenjenim 110 kV, 220 kV i 400 kV mjernim transformatorima u pogonu Crnogorskog elektroenergetskog sistema. Navedeni su načini održavanja, s posebnim osvrtom na preventivno održavanje u smislu termografije, mjerenja parcijalnih pražnjenja i gasnohromatografske analize ulja, obavljena mjerenja, iskustva u kvarovima i oštećenjima, procjene neophodne rezerve s obzirom na brojnost pojedinih tipova (prenosni odnos, broj jezgara, snaga, klasa tačnosti). Mišljenje u kom pravcu treba djelovati u narednom periodu navedeno je u zaključku.

**Ključne riječi:** Izolacija – Pogon – Mjerni transformator

**Summary:** Report includes data on the reviewed, tested and replaced the 110 kV, 220 kV and 400 kV measuring transformers in operation of the Montenegrin Electrical Transmission System - CGES. We describe the maintenance, with special emphasis on preventive maintenance in terms of thermography, partial discharge measurements and DGA analysis of the oil was performed measurements, experience failures and damages, necessary reserves estimates with respect to the numbers of certain types (turn ratio, number of cores, rated power, accuracy class).

Opinion in which direction we should act in the future is stated in the conclusion.

**Key words:** Insulation - Site - Instrument Transformer

Pitanja za diskusiju:

- 1. Zbog čega su mjerenja parcijalnih pražnjenja na mjernim transformatorima u pogonu problematična?*
- 2. Konvencionalni pristup procjene pogonske pouzdanosti MTR pored remećenja pogona karakteriše i niz organizacionih i tehničkih poteškoća. U skladu sa tim, razmišlja li se o izradi jedinstvene metodologije ocjene stanja mjernih transformatora u pogonu?*

**R A3-02 Tiristorski kontrolisani reaktori - analiza struja**

Thyristor controlled reactor – current analysis

Autori: Mr Martin Čalasan - ETF Podgorica; Nikola Dragaš - Tržnice i pijace, DOO Podgorica

Recenzent: mr Predrag Mijajlović, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** Ključni parametri za sigurnost prenosa električne energije i očuvanje stabilnosti sistema jesu regulacija napona i kompenzacija reaktivne energije. Ovi zadaci se mogu ostvariti upotrebom statičkih kompenzatora reaktivne energije, koji se smatraju začetnicima FACTS (Flexible Alternating Current Transmission System) uređaja. U ovom radu, pažnja je posvećena tiristorski kontrolisanim reaktorima – TCR (Thyristor Controlled Reactor). Detaljno je analizirana struja kalema i struja triaka i njihov uticaj na kvalitet napona.

**Ključne riječi:** TCR – Kalem - Triak

**Summary:** The key parameters for power transmission safety and the maintenance of power system stability are voltage control and the compensation of reactive power. This can be achieved using Static var Compensator, which are themselves the origin of the FACTS devices. In this paper the attention is paid to the Thyristor Controlled Reactor, which is based on the power electronics devices. The reactor current, as well as triac current, and they attach on power quality is analysed in detail.

**Key words:** TCR – Reactor – Triac

Pitanja za diskusiju:

- 1. Na koji način i u kolikoj mjeri transformator vezan u trougao smanjuje uticaj trećeg harmonika na osnovnu komponentu struje TCR-a?*
- 2.  $B(\sigma)$  podesiva susceptansa reaktora za osnovni harmonik reguliše se preko tiristorskih ventila promjenom ugla paljenja  $\alpha$ , odnosno, promjenom ugla provođenja  $\sigma$ . Objasniti na konkretnom primjeru.*



## IV Grupa B1 – Kablovi

**Predsjednik STK B1:** Rade Dašić, dipl.el.ing. – EPCG AD, ED Podgorica

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

- Polaganje kablova i kablovski pribor;
- Eksploatacija kablova;
- Kablovske mreže;
- Regulatora za kablove i kablovski pribor.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe B1 dali su **recenzenti:**

- Rade Dašić, dipl.el.ing. – EPCG AD, ED Podgorica;
- Nikola Živković, dipl.el.ing. – EPCG AD, ED Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 2 rada.

Izveštaj o radu iz grupe B1 sastavio je **stručni izvjestilac:**

- Rade Dašić, dipl.el.ing. – EPCG AD, ED Podgorica.

**R B1-01 Ispitivanja parcijalnih pražnjenja na SN i VN kablovskim mrežama**

Partial discharge testing of MV and HV cable networks

Autori: Ana Milošević, Nenad Kartalović, Nikola Ilić, Srđan Milosavljević  
- Institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija

Recenzent: Rade Dašić, dipl.el.ing. – EPCG AD, ED Podgorica

**Kratak prikaz:** Srednjenaponske i visokonaponske kablovske mreže su od izrazite važnosti za pouzdani prenos i distribuciju električne energije kako u komercijalnim tako i u rezidencijalnim mrežama. Parcijalna pražnjenja (PP) nastaju u početnoj fazi oštećenja visokonaponske izolacije i smatraju se najboljim početnim pokazateljem degradacije izolacije, pružajući rano upozorenje na kvarove u izolaciji što omogućava vlasniku opreme da preduzme korektivnu akciju pre nego sto se dođe do havarije. Dijagnostika stanja kablovske mreže je korisno sredstvo za poboljšanje performansi mreže.

Navedene su uštede dobijene blagovremenim lociranjem i ciljanom zamenom određenih sekcija kablova. U radu su opisana svetska iskustva u on-line i off-line ispitivanjima parcijalnih pražnjenja, sa osvrtom na prednosti i mane.

**Gljučne riječi:** Kablovi - Parcijalna pražnjenja – Kablovske mreže – Ispitivanja – Monitoring

**Summary:** Medium voltage and high voltage cable networks are of critical importance for the reliable transmission and distribution of electrical power in both utility and private networks. Partial Discharge (PD) activity is produced by incipient faults in high voltage insulation and is widely regarded as the best early indicator of insulation degradation, providing an early warning against insulation faults which allows the high voltage plant owner to take corrective action before catastrophic failure occurs. Diagnostics for MV cable networks is a valuable tool to help improve the network performance.

Also are listed are the savings obtained from timely location and the targeted, pinpointed replacement of specific cable sections. The paper describes the world experiences in on-line and off-line partial discharge testing, with emphasis on the advantages and disadvantages.

**Key words:** Cables - Partial discharge – Cable networks – Testing - Monitoring

Pitanje za diskusiju:

1. *Zbog velikog broja SN kablova nameće se pitanje tehnoekonomske opravdanosti ispitivanja SN kablova. Da li je autorima poznata tehnoekonomska analiza ispitivanja SN kablova parcijalnim pražnjenjima, npr. za jedan distributivni konzum?*

**R B1-02 Izrada profilisanih, kompaktnih, fleksibilnih provodnika**

Production of profiled compacted flexible conductors

Autori: Miodrag Nikolić, Ljubomir Šovljakov - NOVKABEL AD Novi Sad, Srbija

Recenzent: Nikola Živković, dipl.el.ing. – EPCG AD, ED Podgorica

**Kratka prikaz:** Uobičajena je primena fleksibilnih provodnika kružnog preseka. Novija varijanta je kompaktni fleksibilni provodnici kružnog preseka sa smanjenim promerom, a ne promenjenim presekom.

Tema ovog rada je izrada kompaktnih fleksibilnih provodnika pravougaonog preseka za izradu namotaja mernih transformatora i sektorskog preseka za izradu raznih tipova kablova. Kompaktiranjem smanjujemo spoljnje mere namotaja i sektorskih provodnika kao i spoljnje mere kablova uz zadržanu fleksibilnost. Tako ostvarujemo glavni cilj, jeftinije namotaje mernih transformatora i jeftinije fleksibilne kablove većih preseka.

**Ključne riječi:** Kompaktirani fleksibilni provodnik pravougaonog preseka - Kompaktirani fleksibilni provodnik sektorskog preseka

**Summary:** The application of flexible conductors with circular section is a common application. A newer version of the compacted circular flexible conductor is the option with the reduced diameter, not with the altered section.

This work's topic is the development of flexible conductors with rectangular compacted section for making coils for transformers and sector shaped conductors used in the production of various types of cables. The compaction reduces external diameter of the transformer windings as well as the diameter of the cables while maintaining the flexibility. In this way one of the main goals is achieved: cheaper transformer windings and cheaper flexible cables of larger section.

**Key words:** compacted flexible conductor with the rectangular section – sector shaped compacted flexible conductor

Pitanje za diskusiju:

1. Da li su autori vršili uporedne ekonomske analize za određene presjeke kablova?

## V Grupa B2 – Nadzemni vodovi

**Predsjednik STK B2:** Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica

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

- Savremene metode za projektovanje, utvrđivanje stanja, revitalizaciji, izgradnju i održavanje nadzemnih vodova;
- Nove tehnologije, materijali, komponente i tehnike za nadzemne vodove;
- Standardi i propisi;
- Gazdovanje i upravljanje nadzemnim vodovima u uslovima deregulisanog i konkurentnog tržišta.

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

- mr Snežana Vujošević, dipl.el.ing. – ETF Podgorica;
- Doc.dr Vladan Radulović – ETF Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 3 rada.

Izveštaj o radu iz grupe B2 sastavio je **stručni izvjestilac:**

- Prof.dr Jadranka Radović – ETF Podgorica.

**R B2-01**      **Visokotemperaturni GAP provodnici - tehnička i ekonomska opravdanost, specifičnosti, nedostaci i nove metode izvođenja**

High-temperature GAP conductors – feasibility, properties, weaknesses and new installation methods

Autori:                      Dragan Perunović, Dušan Bogetić - CGES AD

Recenzent:                mr Snežana Vujošević, dipl.el.ing. – ETF Podgorica

**Kratka prikaz:** Rad se bavi izuzetno aktuelnom temom specijalnih provodnika za visokonaponske nadzemne vodove, sa posebnim osvrtom na provodnik tipa gap, i najnovnije tehnike izvođenja razvijene od strane jednog proizvođača.

U uvodnom dijelu odgovara se na pitanja, zašto specijalni provodnici, osnovne tehničke i druge karakteristike različitih provodnika, druge mogućnosti rekonstrukcije, specifičnosti gap provodnika i razlozi koji ga čine konkurentim u mrezi CGESa. Dalje se prelazi na detaljniju analizu gap provodnika, sa posebnim osvrtom na strujnu opteretivost, temperaturnu krivu sa koljenom na instalacionoj temperaturi, odnos naprežanja i ugiba, projektantski problemi i rješenja, semi-strain, eksploatacija i održavanje i naravno aktuelne ponude na tržištu. Na kraju će se prezentirati nova metoda montaže gap provodnika, razvijena u Sapremu, kojim se značajno pojednostavljuje izvođenje radova. Prikazane su slike i pojašnjenja sa nedavnih radova u blizini Krakowa u Poljskoj.

**Ključne riječi:** GAP provodnik, temperatura, ugib, koeficijent lineranog istezanja, SAPREM-ov metod instalacije

**Summary:** The Article deals with the very current topic of special cables for high-voltage overhead lines, with special emphasis on the type of conductor gap, and the most recent techniques developed by one manufacturer.

In the opening part, the Article is answering on issues such as why there is a need for special cables, basic technical characteristics of various conductors, other possibilities of reconstruction, characteristics of gap conductor and the reasons that makes GAP conductor competitive in the montenegrin network. Further moves on to a more detailed analysis of the GAP conductors, with special reference to the ampacity, temperature curve with a knee on installation temperature, stress-strain versus sag calculations, design issues and solutions, semi-strain, operation and maintenance, and of course the current offer on the market. Eventually it will be presented a new method of installing GAP conductor, developed by Saprem, which significantly simplifies installation, showing photos and explanations of recent works in the vicinity of Krakow, Poland.

**Key words:** GAP conductor, temperature, sag, coefficient of linear expansion, SAPREM installation method

Pitanja za diskusiju:

1. Koliki je vijek trajanja GAP provodnika u poređenju sa klasičnim?
2. Kako primjena GAP provodnika utiče na troškove održavanja?

**R B2-02 Proračun sila na stubove nadzemnih elektroenergetskih vodova**

Calculation of forces on the towers of overhead power lines

Autori: Spec.Sci Nina Šišević - Nacionalni Dispečerski Centar, CGES AD;  
Prof.dr Jadranka Radović, Doc.dr Saša Mujović - ETF Podgorica

Recenzent: Doc.dr Vladan Radulović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Nadzemni elektroenergetski vodovi igraju značajnu ulogu u mrežama elektroenergetskih sistema. Stubovi nadzemnih elektroenergetskih vodova služe za nošenje i zatezanje provodnika i zaštitne užadi, pa se stoga dijele na noseće i zatezne stubove.

U radu se daje prikaz izraza za proračun sila na stubove nadzemnih elektroenergetskih vodova, za normalna i vanredna opterećenja prema važećim propisima [1], kao i za opterećenja prouzrokovana istovremenim djelovanjem vjetra i leda na elemente i stubove voda. Za proračun opterećenja razvijen je softver koji omogućava brze proračune i provjere opterećenja stubova nadzemnih elektroenergetskih vodova, različitih konstrukcija, elemenata i uticajnih klimatskih parametara.

**Gljučne riječi:** Nadzemni elektroenergetski vodovi – Proračun sila – Istovremeno djelovanje leda i vjetra na provodnike (zaštitnu užad)

**Summary:** Overhead power lines take a significant role in the power system networks. Towers of overhead power lines are used to carry and straining conductors and earthwires, so they are divided on suspension and tension towers.

In this work are presented calculations of forces on towers of overhead power lines, at normal and exceptional loads, taking into consideration the simultaneous effects of wind and ice, according to regulations [1]. For the purpose of this study is developed and designed a software that allows fast calculations and checking the loads on the towers of overhead power lines with different constructions, elements and climatic parameters.

**Key words:** Overhead power lines – Calculation of forces – Simultaneous effects of wind and ice on the conductors or earthwires.

Pitanje za diskusiju:

1. *Da li program uzima u obzir stvarnu dužinu lančaniće na određenoj temperaturi prilikom proračuna sile vjetra na užad?*

**R B2-03 Proračun opterećenja i karakteristika aluminijskih stubova za visokonaponske nadzemne elektroenergetske vodove**

Load calculation and design of aluminium towers for high voltage power lines

Autori: Prof.dr Jadranka Radović, Milovan Radulović - ETF Podgorica;  
Prof.dr Duško Lučić - Građevinski fakultet UCG; Đorđe Đuričić -  
Visoka poslovno-tehnička škola strukovnih studija u Užicu

Recenzent: Doc.dr Vladan Radulović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Primjena Al stubova, aktuelna je problematika u savremenim rješenjima nadzemnih elektroenergetskih vodova visokog napona. Rezultati koji se prikazuju u ovom radu dio su istraživanja koja se sprovode u okviru multidisciplinarnog Projekta koji se realizuje na Univerzitetu Crne Gore, a u kojem se razvija novi tip Al stuba za nadzemne elektroenergetske vodove. U okviru Projekta se realizuju sve faze stvaranja nove konstrukcije, od razvoj ideje, projektovane konstrukcije, izrada radioničkih crteža, proizvodnje konstrukcije, ispitivanja konstrukcije, pa sve do montaže samog stuba. Ovdje se prikazuje postupak proračuna opterećenja na Al stub, na osnovu kojeg se projektuje Al stubna konstrukcije, čiji prikaz se daje u radu. Takođe se prezentiraju svojstava odabrane legure i upotrebjenih profila za izradu Al stuba.

**Ključne riječi:** Nadzemni elektroenergetski vod - Al stub - Opterećenje - Konstrukcija stuba

**Summary:** Al towers are commonly used in modern overhead high voltage power lines design. Results that are presented in this paper are part of a research that is being conducted by University of Montenegro as a multidisciplinary project of designing a new type of Al tower for overhead high voltage power lines. Within this project all phases of design are being implemented, from developing ideas, designing constructions, creating manufacture drawings all the way to the fabrication and mounting of the tower itself. This paper contains load calculations procedures that are used for developing Al towers. Properties of selected alloys and used pole profiles are also described.

**Key words:** Overhead electrical line - Al tower – Load – Tower construction

Pitanja za diskusiju:

- 1. Za koji maksimalni pritisak vjetra i koje opterećenje usljed dodatog tereta je projektovan stub?*
- 2. Da li autori imaju namjeru projektovanja zateznog stuba?*

## VI Grupa B3 – Postrojenja

**Predsjednik STK B3:** Milovan Božović, dipl.el.ing. – CGES AD

U okviru grupe B3 – **postrojenja** predložene su sljedeće **preferencijalne teme:**

- Primjena novih tehničkih rješenja i tehnologija u rasklopnim postrojenjima;
- Iskustva iz rekonstrukcije, modernizacije i održavanja rasklopnih postrojenja;
- Prelazni hidro-mehanički režimi u hidroelektranama;
- Optimizacija sopstvene potrošnje električne energije u postrojenjima;
- Rekonstrukcije i modernizacije u elektranama (sopstvena potrošnja, jednosmjerno napajanje, mjerenje hidrauličkih veličina ...).

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

- mr Zoran Nikolić, dipl.el.ing. – EPCG AD, HE Perućica;
- mr Živko Murar, dipl.el.ing. – Lola Institut d.o.o. – Beograd;
- Marko Muver, univ.dipl.inž.el. – Schenider Electric d.o.o., Ljubljana, Slovenija.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 3 rada.

Izveštaj o radovima iz grupe B3 sastavio je **stručni izvjestilac:**

- Mr Zdravko Giljen, dipl.el.ing. – EPCG AD.



**R B3-01      Analiza hidromehaničkih prelaznih režima na HE Piva za slučaj brzog zaustavljanja francisovog agregata**

Analysis of hydraulic transients on Piva HPP for the case of emergency shut-down of the francis turbine unit

Autori: Mr Zdravko Giljen - EPCG AD Nikšić, Direkcija za poslovni i tehnički razvoj; Doc.dr Uroš Karadžić - Mašinski fakultet Podgorica

Recenzenti: mr Zoran Nikolić – EPCG AD, HE Perućica

**Kratak prikaz:** Tokom 2009 godine izvršena su veoma složena ispitivanja na sva tri turbinska agregata HE „Piva“. U 2011 godini je razvijen numerički model hidromehaničkih prelaznih režima, primjenom metode karakteristika, kojim je obuvaćen protočni trakt sa Francis turbinom HE „Piva“. Numeričkim modelom je izvršena simulacija rada Francis turbine za razne hidrauličke prelazne režime: start i stop agregata, rasterećenje agregata sa različitim vrijednosti početne snage i brzo zaustavljanje agregata. U ovom radu je razmatran uticaj brzog zaustavljanja agregata na promjene pritiska u cjevovodima i promjene broja obrtaja agregata. Poređenje numeričkih i eksperimentalnih rezultata za razmatrani slučaj brzog zaustavljanja agregata je pokazalo da razvijeni numerički model dobro simulira fizikalnost procesa i da se može primijeniti u inženjerskoj praksi.

**Ključne riječi:** Hidraulički prelazni režimi – Ispitivanje agregata – Numerički model

**Summary:** During 2009. a very complicated tests on all three "Piva" HPP turbine units has been performed. In 2011. the numerical model of hydraulic transients has been developed, using the method of characteristics, which includes flow passage system with Francis turbine of "Piva" HPP. The various transient operating regimes of Francis turbine using numerical model has been performed: start and stop, load rejection under governor control and emergency shutdown. In this paper, the impact of emergency shut-down on penstocks pressure and turbine unit speed changes are investigated. The comparisons of numerical and experimental results for the case investigated have shown that developed numerical model simulated physicality of the process verywell and can be used in engineering practice.

**Key words:** Hydraulic Transients - Testing of Units - Numerical Model

Pitanja za diskusiju:

1. *Objasniti razliku između konfiguracija protočnog trakta agregata A1, A2 i A3 HE Piva.*

2. *Da li postoji mogućnost proširenja numeričkog modela za određivanje maksimalnog i minimalnog nivoa vode u vodostanu pri hidrauličkim prelaznim procesima?*

**R B3-02      Razvoj i realizacija sistema radio daljinskog upravljanja na električnim mostnim dizalicama**

Development and implementation radio remote control in electrical bridge cranes

Autori: Pavle Stepanić, Aleksa Krošnjar, Dušan Katić, Goran Milovanović - Lola Institut d.o.o., Srbija; Ranko Vukotić - EPCG AD Nikšić, HE Perućica

Recenzent: mr Živko Murar, dipl.el.ing. – Lola Institut d.o.o. – Beograd

**Kratak prikaz:** U radu su prezentovana zapažanja i iskustva pri implementaciji radio daljinskog sistema upravljanja na električnim mostnim dizalicama u mašinskoj hali HE "Perućica". Sistem je realizovan sa povratnom vezom i LCD displejom u svrhu praćenja položaja kuka i njihove razlike prilikom tandem rada. Pored novog načina upravljanja, zadržan je i stari način upravljanja iz kabina dizalica, što je obezbeđeno izbornim preklopkama. Ugradnjom daljinskog sistema upravljanja u odnosu na konvencionalne žičane načine upravljanja bitno je poboljšana efikasnost i bezbednost rukovanja dizalicama.

**Gljučne riječi:** Radio daljinsko upravljanje – Tandem rad – PLC – MODBUS RTU – E-STOP

**Summary:** This paper presents observations and experiences in the implementation of radio remote control system to the electrical bridge in machine room HEP "Perucica". The system was implemented with LCD feedback display for monitoring position of the hooks and their differences in tandem mode. In addition to the new way control, kept the old way of control from cabine of cranes, which was provided with selector switch. Installation of remote control system compared to conventional wired controlling methods, significantly is improved the efficiency and safely handling cranes.

**Key words:** Radio remote control – Tandem mode – PLC – MODBUS RTU – E-STOP

Pitanja za diskusiju:

- 1. Kolika je pouzdanost ovog sistema sa aspekta greške u prenosu upravljačkih signala i moguće interferencije?*
- 2. Na koji način se može izvršiti modernizacija elektromotornog pogona električnih mostnih dizalica?*

**R B3-03**      **Novi EN standard za razvodne ploče sopstvene potrošnje i prva iskustva sa njegovom upotrebom**

The new standard for auxiliary supply switchgear assemblies and first experiences with implementation

Autor: Marko Smole - IBE Consulting Engineers, Slovenija

Recenzent: Marko Muver, univ.dipl.inž.el. – Schenider Electric d.o.o., Ljubljana, Slovenija.

**Kratak prikaz:** U referatu smo na bazi iskustava postignutih u projektovanju različitih elektro postrojenja, prikazali osnovne značajke novog standarda sa područja niskonaponskih sklopnih i upravljačkih sustava EN 61439-2 nasuprot do sada važećem IEC 60439-1 - u našim prostorima dugo godina poznatom i kao JUS N.K5.503. Po novom standardu su ili bi trebale biti specificirane gotovo sve nove glavne razvodne ploče složenijih elektroenergetskih objekata i važnijih tehnoloških razvoda u njima. Opisani su novi pristupi, potrebni za projektivno i rutinsko verificiranje izvedbe, koje donosi standard i prva iskustva sa implementacijom standarda u elektroenergetici.

**Ključne riječi:** Niskonaponska razvodna ploča - Sopstvena potrošnja - EN 61439

**Summary:** In the article the basic philosophy of the new standard EN 61439-2 from the field of low-voltage switchgear and controlgear assemblies is presented. It has replaced the old IEC 60439-1, in our area more decades known also as JUS N.K5.503, translated to national languages. According to the new standard all main distribution boards of the most pretension and important buildings and plants are to be specified. New approach necessary for the project and routine verification is briefly described, illustrated with experiences we have got on the field of the new auxiliary supply distribution equipment and assemblies in electrical production and transmission plants.

**Key words:** Low voltage switchgear assembly – Auxiliary electrical supply - EN 61439

Pitanja za diskusiju:

- 1. Proizvođači su obično ispred standarda. Koliko je bilo do sada već moguće nabavljati opremu, koja bi se slagala sa zahtjevima novog standarda?*
- 2. S obzirom da je standard novi, da li bi bilo smisleno pregledati postojeće ploče ili odraditi nešto oko njihovog prilagođavanja novom standardu?*
- 3. Na stranici 10, autor navodi: "...da li je cjeloviti risk greške na sistemu ili sklopu kod specifične izvedbe opreme za njega prihvatljiv – i sa pogleda same sigurnosti, kao i finansijski...". Kako usporediti bezbjednost i finansijski aspekt?*
- 4. Kako je sa prenosom odgovornosti za proizvod po standardu, ako je razvodni sklop sastavljen kod sastavljača sklopa, koji nije originalni proizvođač. Kakva je odgovornost ako takav sastavljač ne odradi sve po pravilima originalnog proizvođača?*

## VII Grupa B4 – Visokonaponski jednosmjerni (HVDC) sistemi i energetska elektronika

**Predsjednik STK B4:** Prof. dr Vladan Vujičić – ETF Podgorica

U okviru grupe B4 – **Visokonaponski jednosmjerni (HVDC) sistemi i energetska elektronika** predložene su sljedeće **preferencijalne teme**:

- Radne karakteristike i trendovi razvoja HVDC sistema;
- Primjena energetske elektronike u postrojenjima za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije;
- Energetski pretvarači u elektromotornim pogonima;
- Sistemi besprekidnog napajanja;
- Ispravljači sa visokim faktorom snage i malim harmonijskim izobličenjem ulazne struje;
- Novi energetski poluprovodnički prekidači.

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

- Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica;
- Prof.dr Đorđe Jovanović – ETF Podgorica;
- Mr Martin Čalasan, dipl.el.ing. – ETF Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 3 rada.

Izveštaj o radovima iz grupe B4 sastavili su **stručni izvjestioci**:

- Prof.dr Vladan Vujičić – ETF Podgorica;
- Mr Martin Čalasan, dipl.el.ing. – ETF Podgorica.

**R B4-01 Energetska elektronika u vjetrogeneratorским sistemima**

Power electronics in wind turbine systems

Autori: Mr Martin Čalasan, Prof. dr Vladan Vujičić - ETF PodgoricaRecenzent: Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica

**Kratka prikaz:** Tokom poslednjih nekoliko godina postignut je značajan napredak u oblasti energetske elektronike koji je doveo do razvoja efikasnijih vjetrogeneratorских sistema i do smanjenja troškova njihove instalacije po kW. Na primjer, invertori su dostigli efikasnost od 98% što se, samim tim, odrazilo i na efikasnost ovih sistema. U ovom radu su predstavljeni posljednji trendovi razvoja u području topologija energetske pretvarača i energetske komponente koje se koriste u vjetrogeneratorским sistemima. Ove elektronske komponente, integrisane u vjetrogeneratorским sistemima, mijenjaju trenutnu električnu strukturu za proizvodnju električne energije.

**Ključne riječi:** Energetska elektronika - Vjetrogeneratorски sistemi - Trendovi razvoja

**Summary:** During the last years there was a broad development in the field of power electronics which led to more efficient wind-turbine systems and reduction of the cost per installed kW. For example, the inverters became more efficient and reached efficiencies in excess of 98%, what is, therefore, reflected on the efficiency of these systems. In this paper the recent trends of power electronics topologies and electronics components, used in wind-turbine systems, are presented. This electronics components, integrated in wind-turbine systems, is changing the future electrical infrastructure for electricity production.

**Key words:** Power Electronics - Wind-turbine systems - Trends of development

Pitanja za diskusiju:

- 1. Objasniti uticaj elemenata energetske elektronike na mogućnost mrežnog zaprljanja, usljed generisanja viših harmonika. Koje bi od navedenih rješenja bilo najbolje sa aspekta kvaliteta električne energije?*
- 2. Da li se može očekivati povećanje ili smanjenje nivoa generisanih harmonika u slučaju povećanja broja vjetrogeneratora u simultanom radu (paralelno priključenih na mrežu)?*

**R B4-02      Upravljanje integrisanim buck-flyback pretvaračem**

Control of the integrated buck-flyback converter

Autori:

Sandro Markić - EPCG AD Nikšić, ED Ulcinj, Prof.dr Vladan Vujičić - ETF Podgorica

Recenzenti:

Prof.dr Đorđe Jovanović , Mr Martin Čalasan, dipl.el.ing. – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** U radu se razmatra problem upravljanja integrisanim buck-flyback pretvaračem. Predloženo rješenje implementiranog pretvarača uključuje upravljačko kolo na bazi SG3524 integralnog kola i pobudno kolo na bazi IR4427 integralnog kola. Prikazani eksperimentalni rezultati potvrđuju ispravnost analize i ukazuju na isplativost primjene predloženog rješenja integrisanog buck-flyback pretvarača.

**Gljučne riječi:** Integrisani buck-flyback pretvarač, SG3524, IR4427

**Summary:** This paper considers the problem of control an integrated buck-flyback converter. The proposed solution includes the control circuit based on the SG3524 integrated circuit and the excitation circuit based on the IR4427 integrated circuit. The presented experimental results confirm the correctness of the analysis and the feasibility of application of the proposed solution of integrated buck-flyback converter.

**Key words:** Integrated buck-flyback converter, SG3524, IR44270

Pitanja za diskusiju:

1. *Koja je funkcija izlaznih nožica 11 i 14 integralnog kola SG3524? Zašto su one kratkospojene?*
2. *U uvodu ovog rada je naglašeno "Posebna pažnja biće posvećena kontroli IBFP kako bi se obezbijedio njegov optimalan rad". Na koju optimalnost se misli? Koji optimalni režim je postignut?*
3. *Kako se objašnjava pojava velikih oscilacija u talasnom obliku napona na drejnu MOSFET-a? Takođe, kako se objašnjava pojava pikova i naglog rasta napona na kondenzatoru Cb?*

**R B4-03 Pregled metoda za upravljanje prekidačkim reluktantnim motorom bez upotrebe senzora pozicije**

Review of sensorless methods for control of the switched reluctance motor

Autori: Sandro Markić - EPCG AD Nikšić, ED Ulcinj, Prof. dr Vladan Vujičić, Prof. dr Milovan Radulović - ETF Podgorica

Recenzenti: Prof.dr Đorđe Jovanović, Mr Martin Čalasan, dipl.el.ing. – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** U radu je dat pregled bezsenzorskih metoda za kontrolu prekidačkog reluktantnog motora. Konvencionalne senzorske metode koje se koriste za detekciju pozicije rotora motora imaju nedostatak u cijeni koštanja, veći broj električnih veza, mehanički problem spajanja motora i senzora. Dakle, ovo motiviše razvoj bezsenzorskih tehnika poslednjih godina od kojih su neke uspješno implementirane i nalaze se u komercijalnoj upotrebi. U radu su prikazani rezultati simulacija koji ukazuju da se injektiranjem kratkotrajnih strujnih impulsa u faze motora i mjerenjem njihovih amplituda može dobiti informacija o trenutnoj poziciji rotora.

**Ključne riječi:** Prekidački reluktantni motor - bezsenzorsko upravljanje

**Summary:** This paper deals with the examination of sensorless methods for control of the switched reluctance motor. Conventional sensing methods used to detect the rotor position of the motor have a disadvantage in price, greater number of electrical connections, and a mechanical problem of connecting the motor and sensor. Therefore, this motivates the development of sensorless techniques in recent years, some of which are successfully implemented and are in commercial use. In the paper are presented interesting simulation results which indicate that the injection of short current pulses in the motor phases and measuring their amplitudes can get information about the current position of the rotor.

**Key words:** Switched reluctance motor - sensorless control

Pitanja za diskusiju:

- 1. Da li autori imaju saznanja kolika je zastupljenost metoda za upravljanje prekidačkim reluktantnim motorom bez upotrebe senzora pozicije u odnosu na klasične metode upravljanja? Koje su glavne oblasti primjene SRM pogona sa bezsenzorskom kontrolom?*
- 2. Koja od navedenih metoda upravljanja prekidačkim reluktantnim motorom bez upotrebe senzora pozicije ima najveću zastupljenost?*
- 3. Sve navedene metode imaju određene nedostatke – potreban je dodatni hardver, dodatni softver, ili tačan model, ili upotreba neuronskih mreža i slično. Da li se ovi nedostaci mogu mjeriti sa upotrebom senzora pozicije?*

## VIII Grupa B5 – Zaštita i automatizacija

**Predsjednik STK B5:** Miodrag Stanišić, dipl.el.ing. – CGES AD

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

- Primjena numeričkih releja u tehnnici relejne zaštite
  - Savremeni uređaji za zaštitu i lokalno upravljanje;
  - Realizacija savremenih domaćih i/ili inostranih rješenja;
  - Metode ispitivanja (tipska i komandna ispitivanja, procedure i iskustva);
  - Analiza rada sistema zaštite, kriterijumi za zamjenu ili rekonstrukciju sekundarnih sistema;
- Primjena informacionih tehnologija (IT)
  - Protokol IEC 61850;
  - Primjena i korist u potrebe informacionih tehnologija (IT) u automatizaciji postrojenja, zaštiti i lokalnom upravljanju;
  - Telezaštita (komunikacioni mediji, iskustva i primjene);
- Mjerni i obračunski sistemi i sistemi za kvalitet električne energije.

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

- mr Mimo Mirković, dipl.el.ing. – CGES AD;
- Slavko Kaluđerović, dipl.el.ing. – CGES AD.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 3 rada.

Izveštaj o radovima iz grupe B5 sastavili su **stručni izvjestioci:**

- Miodrag Stanišić, dipl.el.ing. – CGES AD;
- Ivan Bulatović, dipl.el.ing. – CGES AD.



**R B5-01      Revitalizacija sistema zaštite i upravljanja u 400kV  
trafostanicama CGES-a**

400kV substation protection and control system refurbishment  
in CGES

Autori: Ivan Višić, Stipe Smoljo, Damir Poljak - PRO INTEGRIS d.o.o.  
Hrvatska; Ivan Bulatović, Ivan Asanović - CGES AD; Denis Bukva -  
SIEMENS AG; Marko Tasić - Institut Mihajlo Pupin

Recenzent: mr Mimo Mirković, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** Tokom 2012. godine realizivan je veći dio projekta zamjene sistema zaštite i upravljanja u TS 400/110 kV Podgorica 2, TS 400/110/35 kV Ribarevine i TS 400/220/110 kV Pljevlja 2. Poslom je obuhvaćeno projektovanje, isporuka i ugradnja, parametriranje, ispitivanje i puštanje u pogon novih sekundarnih sistema koji se temelje na međunarodnoj normi IEC 61850. Novougrađena oprema povezuje se na postojeće SCADA sisteme u pomenutim trafostanicama. U članku će biti prezentovani novi sistemi zaštite i upravljanja kao i sami tok i opseg aktivnosti prilikom zamjene starih sistema..

**Ključne riječi:** Sistem zaštite i upravljanja – revitalizacija - SCADA sistem - IEC61850

**Summary:** Most of the 400kV Substation Protection and Control System refurbishment project in CGES has been realized in the Year 2012. The job has been done in the TS 400/110 kV Podgorica 2, TS 400/110/35 kV Ribarevine and TS 400/220/110 kV Pljevlja 2 substations. The whole job consists of Protection and Control System design, delivery, installation, parameterization, testing and commissioning. Control and Protection Systems are based on IEC61850 norm. New equipment has been connected to the existing Substation SCADA Systems. New Protection and Control Systems will be described in the article as well as the activities during the refurbishment of the secondary systems.

**Key words:** Protection and Control System – refurbishment - SCADA System - IEC61850

Pitanje za diskusiju:

*1. Koji su problemi sa kojima ste se suočavali na terenu, i koji su remetili planirano izvođenje radova?*

**R B5-02 Prikaz sistema upravljanja u HE Perućica**

Overview of the control system in HPP Perućica

**Autori:** Ana Grbović, Ratko Pavićević, Ljubo Milić - EPCG AD Nikšić**Recenzent:** mr Mimo Mirković, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** SIMATIC PCS7 sistem za vođenje procesa je posebno koncipiran za fleksibilno korišćenje u području elektrana na temelju komponenti iz SIMATIC S7 proizvodnog spektra. Zavisno od opsega naloga, sistem za vođenje procesa je sposoban za obavljanje svih funkcija potrebnih za svrhu automatizacije u elektrani. U mnogim područjima inženjeringa automatizacije elektrana, postoje sve veći i veći zahtjevi u dostupnosti, a samim tim i toleranciji kvara sistema automatizacije. Samo redundantni i visoko pouzdani sistemi automatizacije sa tolerancijom greške mogu zadovoljiti te zahtjeve. Oni nastavljaju raditi čak i kada jedna ili više grešaka utiče na zastoje u radu pojedinih dijelova sistema. Iz tog razloga je realizovana rekonstrukcija sistema upravljanja unutar HE Perućica. U referatu su razmotreni nivoi upravljanja, koji čine međusobno usklađeni i tehnološki jedinstveni sistem sa jasno razgraničenim nadležnostima, zajedno sa opisom funkcija i načinom izvođenja.

**Glavne riječi:** SIMATIC PCS7 PC – automatizacija - nivoi upravljanja - redundansa

**Summary:** The SIMATIC PCS7 PS process control system was specially conceived for flexible use in the area of power plants based on the components of the SIMATIC S7 product spectrum. Depending on the scope of an order, the process control system is capable of performing all functions that are necessary for the purposes of automation in the power station. In many areas of power plant automation engineering, there are higher and higher demands on the availability and thus the fault tolerance of the automation systems. Only redundant and high-availability automation systems with fault tolerance can meet these obtaining available requirements. These requirements. It continues to operate even when one or more faults have caused parts of the system to fail. From that reason reconstruction, comprises of refurbishment of the control system in HPP Perućica. This paper considers control levels, which makes mutually harmonized and technologically unique system with clearly stated responsibilities, together with function description and construction manner.

**Key words:** SIMATIC PCS7 PC – automation - control levels - redundancy

Pitanje za diskusiju:

1. U slučaju modernizacije upravljanja za ostale agregate, šta je sve potrebno uraditi na nivou upravljanja?

**R B5-03      Efekti štednje energije korištenjem kompenzacije reaktivne električne snage**

Effects of energy savings using reactive electrical power compensation

Autori:            Milovan Unković - Institut dr Simo Milošević; Tatjana Dlačić –  
Fakultet za pomorstvo Kotor

Recenzent:      Slavko Kaluđerović, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** U radu se razmatra ekonomska opravdanost ugradnje kompenzacije jalove električne energije u trafostanicama distributivnih potrošača. Navedeni su svi rashodi ( mjerenja i izrada projekta, uklanjanje starih baterija, kupovina nove opreme i njena ugradnja) i prikazane uštede u računima za plaćanje utrošene električne energije nakon ugradnje kompenzacija.

**Ključne riječi:** Štednja - Reaktivna snaga – Kompenzacija

**Summary:** In this article are considered economic validity of instalation reactive power compensation in transformer substation od distributive users ( consumers). In article are stated all expenses ( measuring and project design, removal pld bateries, purchase and instalation new equipment) and are displayed savings in accounts for payment spent electrical anergy after instalation compensation.

**Key words:** Saving – Reactive power- Compensation

Pitanja za diskusiju:

1. *Uticaj viših harmonika (neparni: 3, 5, 7, 11, ...) u nekompenzovanim sistemima na rad: el. motora, pumpi, ventilatora, kompresora ..., kao i mogući kvarovi na njima. Analiza kvarova i kasnije uštede...*

2. *Pouzdanost sistema za kompenzaciju RE i regulatori, kontaktori, sklopke, ... (kvalitet izrade). Velika učestalost (uključenje/isključenje) sklopki – dinamika sistema – komentar (koji su problemi); izbor ove opreme (k-ke, snaga, struja,...), kvarovi...*

## IX Grupa C1 – Razvoj i ekonomija EES

**Predsjednik STK C1:** Prof. dr Ilija Vujošević – ETF Podgorica

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

- Strategije razvoja sistema i kapitalne investicije;
- Planiranje razvoja u uslovima nepouzdanosti potreba konzuma, proizvodnje i tržišta električne energije;
- Uticaj lokacija budućih elektrana i regionalnih interkonekcija na adekvatnost i sigurnost sistema;
- Revitalizacija generatorskih i mrežnih kapaciteta i sigurnost snabdijevanja konzuma;
- Upravljanje imovinom elektroprivrednih kompanija i troškovi.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe C1 dao je **recenzent:**

- Prof.dr Ilija Vujošević – ETF Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 2 rada.

Izveštaj o radovima iz grupe C1 sastavio je **stručni izvjestilac:**

- Dr Zoran Miljanić – ETF Podgorica.

**R C1-01**      **Uticaj energetske efikasnosti na ekološke i ekonomske parametre kod termoenergetskih postrojenja na ugalj**  
Impact of the energy efficiency on coal thermal power plant ecological and economic parameters

Autori: M.Sc. Adis Rahmanović - RMU Banovići, BiH; Prof.dr Izudin Kapetanović - Univerzitet u Tuzli, BiH

Recenzent: Prof.dr Ilija Vujošević – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Rad opisuje tehnologije termoenergetskih postrojenja koje treba da obezbjede da termoenergetska postrojenja na ugalj budu ekonomski i ekološki prihvatljiva sa sve rigoroznijim ekološkim uslovima. Rad prikazuje u kojoj mjeri je energetska efikasnost termoenergetskih postrojenja na ugalj zastupljena u dugoročnoj energetskej strategiji EU do 2020 g. U radu su prikazani osnovni elementi koji utiču na energetske efikasnost kod tehnologije sagorijevanje goriva u letu (PCC), tehnologije sagorijevanje goriva u fluidiziranom sloju (FBC) i tehnologije gasifikacija uglja sa kombinovanim ciklusom (IGCC). Analiziraju se uticaji primjene ovih tehnologija na energetske efikasnost termoenergetskih postrojenja i poboljšanje ekoloških uslova s tehničko-tehnološkog i tehnno-ekonomskog aspekta.

**Ključne riječi:** termoenergetska postrojenja na ugalj - efikasnost termoenergetskih postrojenja na ugalj - ekonomski i ekološki parametri.

**Summary:** The paper describes the technology of thermal power plants, which should provide the power plants to coal are economically and environmentally acceptable to the increasingly rigorous environmental conditions. This paper reviews the extent to which the energy efficiency of thermal power plants on coal represented a long-term EU energy strategy up to 2020 g. The paper presents the main elements that affect the energy efficiency of the combustion technology usitnjenenih particles (PCC) technology in fluidized bed combustion (FBC) technology and coal gasification combined cycle (IGCC). The influence of the application of these technologies in the energy efficiency of thermal power plants and the improvement of ecological conditions with technological and techno-economic aspects.

**Key words:** thermal power plants on coal - efficiency of thermal power plants on coal - economic and environmental parameters

Pitanje za diskusiju:

1. *Kakvo je aktuelno stanje tehnološkog napretka CCS tehnologija?*

**R C1-02**      **Mogućnost skladištenja energije vjetra**

Possibility of wind energy storage

Autori: Filip Asanović - EPCG AD Nikšić, ED CetinjeRecenzent: Prof.dr Ilija Vujošević – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Promenljivost snage vjetra može izazvati velike probleme za stabilnost sistema. Da bi se otklonili nedostaci u proizvodnji snage iz vjetroelektrana, mogu se primijeniti različite tehnologije skladištenja. U ovom radu je napravljena tehnička analiza mogućih skladištenja energije vjetra. Izvršena je selekcija tehnologija prema tehničkim parametrima. Dobijeni rezultati su pokazali da su komprimovana vazдушna skladišta energije, baterije i pumpna hidro skladišta veoma dobra rešenja za skladištenje energija vjetra. **Ključne riječi:** Energija vetra – Skladištenje - Tržište električne energije - Feed-in tarife

**Summary:** The volatility of wind power can cause large problems for power systems operation. To remedy the disadvantages of wind power generation different storage technologies can be applied. In this paper technical analysis of possible wind energy storages has been made. According to technical parameters the applicable technologies have been selected. Obtained results suggested compressed air energy storages, batteries and pump hydro storages as very good solutions for wind energy storage.

**Key words:** Wind energy – Storage - Electricity market - Feed-in tariffs

Pitanja za diskusiju:

1. *Koji su osnovni razlozi skladištenja energije sa aspekta pogona elektroenergetskih sistema?*
2. *Koje su prednosti (super)kondenzatora u odnosu na baterije?*

## X Grupa C2 – Eksploatacija i upravljanje EES

**Predsjednik STK C2:** Ljubo Knežević, dipl.el.ing. – CGES AD

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

- Povećanje operativne pouzdanosti
  - Značaj procjena dinamičke stabilnosti sistema za upravljanje u realnom vremenu;
  - Metode estimacije stanja, viuzeilizacije i modelovanja velikih elektroenergetskih sistema i odgovarajući programski alati;
  - Izvori balansne energije i distribuirana proizvodnja u svjetlu zagušenja u prenosnoj mreži;
  - Uticaj farmi vjerenjača povezanih na prenosnu mrežu na funkcionisanje sistema;
- Koordinacija i harmonizacija operativnog upravljanja i vođenja EES-a
  - Izazovi koordinacije između operatora prenosne mreže u interkonekciji;
  - Uspostavljanje i harmonizacija standarda pouzdanosti rada EES-a (kriterijumi, indikatori, mjere usaglašavanja);
  - Uticaj unutardnevnih prekograničnih razmjena energije na funkcionisanje sistema.

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

- Zoran Jovanović, dipl.el.ing. – CGES AD;
- Dr Branko Stojković, dipl.el.ing. – CGES AD;
- Ljubo Knežević, dipl.el.ing. – CGES AD;
- Bogdan Minić, dipl.el.ing. – CGES AD.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 6 radova.

Izveštaj o radovima iz grupe C2 sastavio je **stručni izvjestilac**:

- Zoran Jovanović, dipl.el.ing. – CGES AD.

**R C2-01**      **Web aplikacija za registraciju i učešće na aukciji za dodjelu prekograničnih prenosnih kapaciteta**  
Web application for registration and participation in allocating auctions for transmission capacities

Autor:            Milan Laković - CGES AD, Nacionalni Dispečerski Centar

Recenzent:      Zoran Jovanović, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** Učešće tranzitera električne energije na aukcijama za dodjelu prenosnog kapaciteta uveliko je olakšano web aplikacijom „Aukcije”. Učesnici (tranziteri električne energije) se na ovaj način vrlo lako mogu registrovati kao korisnik kod CGES-a a zatim u toku aukcija i postavljati ponude. Time im je omogućeno brže i preciznije određivanje ponude koju mogu mijenjati za svo vrijeme trajanja aukcije, a nedugo posle zatvaranja aukcije i objavu rezultata. Web aplikacija je u potpunosti razvijena u CGES-u.

**Ključne riječi:** aukcije - prenosni kapacitet

**Summary:** Participation in transit of electricity at auctions for transmission capacity is greatly facilitated by the web application "Auctions". Participant (Traders of electricity) with this application can easily register as a user and then during the auction place their bids. This allows faster and more accurate determination for bid that can be changed for the entire duration of the auction, and shortly after auction is closed publish the result. Web application is fully developed in the CGES.

**Key words:** auctions - transmission capacity

Pitanja za diskusiju:

1. *Kakva su dosadašnja iskustva u korišćenju aplikacije?*
2. *Da li i eventualne greške korisnika prilikom unosa (npr. unos cijene manje od minimalne ) ostaju zabilježene kao ponude sa svojom vremenskom markom?*
3. *Da li se aplikacija može prilagoditi za potrebe procesa dnevnih aukcija?*



**R C2-02      Razvoj nove integrisane verzije SCADA/EMS/DMS programskih paketa**

**Development of integrated SCADA/EMS/DMS software package**  
Autori: Goran Jakupović, Tanja Stojanović, Miloš Stojić, Tatjana Vračarić, Aleksandar Mihajlov, Ninel Čukalevski, Nina Radnović - Institut Mihajlo Pupin Beograd, Srbija  
Recenzent: Dr Branko Stojković, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** U radu je ukratko opisano praktično rešenje razvoja i integracije EMS i DMS aplikacija sa SCADA VIEW4 programskim paketom. Novi integrisani SCADA/EMS/DMS sistem će omogućiti [iru funkcionalnost kao i sigurnije i efektivnije upravljanje elektroenergetskim sistemom. Rezultat integracije je i jedinstveni korisnički interfejs koji će omogućiti efikasniji rad rukovaoca. Predviđen je multiplatformski rad ovog združenog paketa. Ovakvo savremeno rešenje će, potencijalnim korisnicima, pomoći u optimalnom korišćenju prenosne ili distributivne mreže, poboljšanju pouzdanosti sistema kao i poboljšanju kvaliteta snadbevanja električnom energijom.

**Ključne riječi:** SCADA – EMS - DMS

**Summary:** In this paper authors present one practical example of SCADA/EMS/DMS software package development and integration – integration of EMS and DMS applications with VIEW4 SCADA package. Such integrated SCADA/EMS/DMS software package provides wider functionality for power system operation and control use. Integrated system uses common and consistent human-machine interface which enables more efficient usage and faster user learning. Integrated package is designed for multiplatform environment. Such software solution can assist potential users in optimal use of transmission or distribution network, increases system security and consequently enhances quality of power supply for end user.

**Key words:** SCADA – EMS – DMS

Pitanja za diskusiju:

- 1. Razlike između estimatora stanja za prenosne mreže i SE za distributivne mreže.*
- 2. Razlika između DLF za prenosne mreže i za distributivne mreže.*
- 3. Kada se očekuje finalna verzija SCADA/EMS/DMS Instituta MP, i da li je namijenjena (ugovorena) nekoj konkretnoj elektroprivrednoj kompaniji?*

**R C2-03      Analiza uticaja priključenja vjetroelektrana na prenosnu mrežu 110 kV crnogorskog elektroenergetskog sistema sa aspekta tranzijentne stabilnosti**

Impact of large scale wind farms on Montenegrin power system transient stability

Autori: Nikola Mugoša, mr Zoran Miljanić - ETF Podgorica

Recenzent: Ljubo Knežević, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** U Crnoj Gori je planirana izgradnja dvije vjetroelektrane na lokacijama Možura i Krnovo, sa ukupnom instalisanom snagom 96 MW, što će predstavljati 10% od ukupnih generatorskih kapaciteta. Tako značajan udio u generisanju električne energije nesumljivo će uticati na probleme eksploatacije i upravljanja EESa. Cilj ovog rada je da ispita uticaj pomenutih vjetroelektrana na tranzijentnu stabilnost crnogorskog EES-a. Osnov za analizu je predstavljao model crnogorskog EES-a, posebno razvijen za tu namjenu u specijalizovanom softveru Neplan. Analiza je izvršena na način što su posmatrani parametri stabilnosti sistema pri specificiranim kvarovima, prije i nakon priključenja vjetroelektrana, a zatim se poređenjem pomenutih parametara za dva navedena slučaja, došlo do konačnog zaključka o uticaju priključenja vjetroelektrana na tranzijentnu stabilnost sistema.

**Gljučne riječi:** Vjetroelektrana - Analiza tranzijentne stabilnosti - Crnogorski EES

**Summary:** Construction of two wind farms in Montenegro is planned. Wind farms with total installed capacity of 96MW, which accounts 10% of national generation capacity, will be erected on locations Krnovo and Mozura. Such a significant contribution to generation capacity will undoubtedly have impact on power system dynamics and control. Purpose of this work is to examine impact of wind farms on Montenegrin power system transient stability. Model of Montenegrin power system, specially developed for that purpose in specialized software, represents basis for this analysis. Analysis was done by monitoring transient stability parameters during specified faults, before and after wind farms connection. Final conclusion was made by comparing transient stability parameters obtained from two mentioned cases.

**Key words:** Wind farm - Transient stability analysis - Montenegrin power system

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je pokazano da je crnogorski EES je pokazao potpunu nemogućnost samoregulacije i priličnu zavisnost od veza sa okruženjem, te da će puštanje u pogon planiranih vjetroelektrana neznatno ali ipak pogoršati stabilnost sistema. Da li po mišljenju autora po ovom pitanju treba preduzimati posebne mjere ili zavisnost od ENTSO-E interkonekcije ne predstavlja poseban rizik?

2. Da li, po mišljenju autora, provedena analiza ukazuje na nemogućnost priključenja vjetroelektrana na crnogorski EES u slučaju ostrvskog rada ili tako umanjenu stabilnost ovi izvori ne bi značajno dodatno narušili?

**R C2-04      Analiza podužnih nesimetrija u elektroenergetskim sistemima**

Analysis of series unbalances in power systems

Autor: Miodrag Rajković - CGES AD, Nacionalni Dispečerski CentarRecenzent: Dr Branko Stojković, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratka prikaz:** U radu je opisana jedna metoda proračuna i analize podužnih (serijskih) nesimetrija koje nastaju prekidom faznih provodnika. Korišćen je matematički model zasnovan na sistemu simetričnih komponenti i Thevenin-ovom ekvivalentu u analizi elektroenergetskih sistema. Na osnovu matematičkog modela i primijenjenih metoda proračuna podužnih nesimetrija urađen je program u MATLAB-u. Korišćenjem urađenog programa analizirane su vrijednosti faznih napona i struja kao i simetričnih komponenta napona i struja na mjestu kvara usljed prekida jednog ili dva fazna provodnika.

**Ključne riječi:** Serijske nesimetrije – Sistem simetričnih komponenti – Thevenin-ov ekvivalent – Prekid faznih provodnika – MATLAB.

**Summary:** In this paper has been presented and discussed series unbalances analysis caused by open conductor faults. Mathematical model is based on symmetrical component system and Thevenin's equivalent. By using derived mathematical model of the observed system and applied method of series unbalances analysis, the computer program written in MATLAB has been made. Valuation of phase voltages and currents as well as symmetrical components due to open conductor faults have been analyzed by using computer program.

**Key words:** Series unbalances – Symmetrical components – Thevenin's equivalent – Open conductor faults – MATLAB.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je autor probao da uradi probu prezentirane metodologije na "malo" većem test EES-u, npr. sa 5 čvorova, sa uključenim petljama?
2. Da li je autor trebao da prezentira nekoliko primjera iz prakse, a bilo ih je, sa konkretnim posljedicama i uticajem na pogon EES?

## R C2-05 **Dinamičke simulacije u cilju verifikacije plana uspostavljanja rada EES-a Crne Gore nakon raspada**

Dynamic simulation of critical disturbances in power system of Montenegro as an integral part of defence plan

Autori: Nebojša Jović - EKC, Beograd; Zoran Jovanović - CGES AD

Recenzent: Ljubo Knežević, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** U okviru rada predstavljeni su rezultati izvršenih dinamičkih simulacija u toku uspostavljanja rada EES-a Crne Gore nakon totalnog raspada. Na osnovu dobijenih rezultata dinamičkih simulacija vrši se verifikacija predložene operativne procedure uspostavljanja rada EES-a Crne Gore, u skladu sa zahtevima ENTSO-E. Takođe, simulira se inicijalno opterećivanje generatora koji ima mogućnost beznaponskog pokretanja i određuje se korak opterećivanja generatora u izolovanom radu koje generator sa svojim elektromehaničkim i regulacionim karakteristikama može efikasno da prihvati i priguši oscilacije snage i napona, uzimajući u obzir značajno smanjenu inerciju sistema.

**Gljučne riječi:** Uspostavljanje rada sistema nakon raspada - mogućnost beznaponskog pokretanja (black start) - serijska restauracija - stabilnost EES-a - dinamičke simulacije - korak opterećivanja generatora - maksimalna dužina trajanja beznaponskog stanja.

**Summary:** This paper presents results of performed dynamic simulation as a part of Montenegrin power system restoration procedure. Based on dynamic simulation results, verification of power system restoration procedure has been performed according to the ENTSO-E recommendations. Also, initial loading of black start generator has been simulated and generator load pickup step in island operation has been determined, that generator, with its el.mechanical and regulating capabilities, can efficiently handle and damp oscillations of power and voltage, having in mind significantly small inertia in the system.

**Key words:** Restoration - Black start capability - Serial restoration - Power system stability - Dynamic simulations - generator load pickup step - critical blackout time

Pitanja za diskusiju:

- 1. Obzirom na značaj inicijalne mreže za plan uspostavljanja rada EES-a nakon raspada, da li je, u cilju pripreme operativnog osoblja za ovu akciju, potrebno makar na sezonskom nivou pratiti opterećenje TS Danilovgrad, kao definisane inicijalne potrošnje, a da bi se izbjegao značajan propad frekvencije kod priključenja G1 na HE Perućica?*
- 2. Na osnovu kojih kriterijuma operativno osoblje treba da procijeni da li pokrenuti plan uspostavljanja rada EES-a ili sačekati prosljedjivanje napona iz susjednog EES-a?*
- 3. Kakve rizike, sa aspekta dinamičkih parametara sistema, nosi sprovođenje Plana?*

**R C2-06 Plan uspostavljanja Elektroenergetskog sistema nakon raspada uz prisustvo spoljašnjeg napona**

Power system restoration due to a blackout with the presence of external voltage

Autor: Damjan Krivačević - Nacionalni Dispečerski Centar, CGES AD  
Podgorica

Recenzent: Bogdan Minić, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratak prikaz:** Predmet rada je uspostavljanje Elektroenergetskog sistema Crne Gore (EESCG) i vraćanje u pogonski režim u što kraćem vremenskom periodu. Razmatra se koncept restauracije sistema kojim se može uspostaviti što sigurnije i brže vraćanje u rad pri trenutnom raspadu sistema.

**Ključne riječi:** raspad – restauracija - radni režim

**Summary:** The subject of this paper is restoration of the Montenegrin power system and arranging an operating mode in the shortest period of time. We consider a power system restoration which establishment can be faster and secure due to current blackout.

**Key words:** blackout – restoration - steady-state

Pitanja za diskusiju:

- 1. Ako pretpostavimo da je u svim čvorištima napon oko  $U_n$  i da nema ekstremnih slučajeva odstupanja napona da li se, po mišljenju autora, uključanjem DV 400kV Kosovo-Ribarevine –Podgorica 2 može pojaviti previsok napon u TS Podgorica 2? Da li je opravdanije uključiti DV 400kV Podgorica 2-Trebinje?*
- 2. Da li je razmatrana varijanta da se uz vraćanje napona potrošačima istovremeno i zatvoriti prsten na bar još jednom vodu 400kV prije vraćanja elektrana u pogon, jer time dobijamo stabilnu mrežu?*
- 3. Autor predlaže da u slučaju da se desio nestanak napona na sabirnicama kao posledica kvara operativni rukovodilac prvo isključuje sve prekidače pa nakon toga obavještava NDC. Da li ovo rješenje može imati negativnih implikacija u praksi?*

## XI Grupa C3 – Performanse sistema zaštite životne sredine

**Predsjednik STK C3:** Vlajko Jauković, dipl.maš.ing. – EPCG AD Nikšić

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

- Harmonizacija državnog zakonodavstva sa standardima i Direktivama EU o zaštiti životne i radne sredine;
- Globalni, regionalni i lokalni uticaji na klimatske promjene, životnu i radnu sredinu procesa proizvodnje električne energije iz postojećih elektroenergetskih objekata i metode za procjenu negativnih uticaja;
- Ekološka i druga ograničenja u pogledu projektovanja i izgradnje novih elektroenergetskih objekata;
- Upravljanje otpadom i tretman otpada iz pojedinih elektroenergetskih objekata.

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

- Mr Snežana Đurović, dipl.ing.tehno. - EPCG AD;
- Dragomir Vojinović, el.ing. – specijalista ZŽS – EPCG AD;
- Mr Svetlana Pješčić, dipl.maš.ing. – EPCG AD, HE Piva;
- Dobrilo Gačević, dipl.el.ing. – EPCG AD, TE Pljevlja;
- Stevan Knežević, dipl.el.ing. – EPCG AD.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 8 radova.

Izveštaj o radovima iz grupe C3 sastavili su **stručni izvjestioci**:

- Vlajko Jauković, dipl.maš.ing. – EPCG AD;
- Marko Vojičić, dipl.el.ing. – EPCG AD.

**R C3-01 Uticaj proizvodnje električne energije na životnu sredinu**

Effect of electricity production on the environment

Autori: Prof.dr Sreten Škuletić, Doc.dr Vladan Radulović, Spec.Sci Mijo Gubić, Mr Milica Knežević - ETF Podgorica

Recenzent: Mr Snežana Đurović, dipl.ing.tehnol. - EPCG AD

**Kratak prikaz:** U radu su navedeni i objašnjeni načini na koje postrojenja za proizvodnju električne energije utiču na životnu okolinu. Rad se sastoji iz dva dijela. U prvom je prikazano na koji način korišćenje neobnovljivih izvora energije za proizvodnju električne energije utiče na životnu sredinu. Objašnjeno je kako termoelektrane i nuklearne elektrane svojim radom utiču na ljude i životnu okolinu.

U drugom poglavlju prikazano je na koji način korišćenje obnovljivih izvora energije za proizvodnju električne energije utiče na životnu sredinu. Objašnjeno je pojedinačno kako postrojenja koja za proizvodnju električne energije koriste obnovljive izvore energije utiču na ljude i životnu okolinu.

**Ključne riječi:** Elektrana - Izvor energije - Životna sredina

**Summary:** Ways how power plants affect the environment are described in this paper. This work has been exhibited in two chapters. The first chapter shows how the use of non-renewable energy sources for electricity production affects the environment. It is explained how thermal and nuclear power plants affect people and the environment.

The second chapter shows how the use of renewable energy sources for electricity production affects the environment. It is explained how individual plants that generate electricity using renewable energy sources affect people and the environment.

**Key words:** Power plant - Energy source - Environment

Pitanja za diskusiju:

- 1. Koji od podsticajnih instrumenata koji podržavaju proizvodnju energije iz obnovljivih izvora su do sada razvijeni u Crnoj Gori?*
- 2. Da li je utvrđen nacionalni cilj za udio obnovljivih izvora u energetske bilansu Crne Gore?*

**R C3-02      Električna i magnetna polja nadzemnih vodova - tehnički i biološki aspekti**

Electric and magnetic fields from overhead power lines -  
Technical and Biological Aspects

Autori: mr Martin Čalasan, Prof.dr Milutin Ostojić - ETF Podgorica

Recenzent: Dragomir Vojinović, el.ing. – specijalista ZŽS - EPCG AD

**Kratak prikaz:** Poznato je da nadzemni energetske vodovi formiraju električna i magnetna polja, odnosno, elektromagnetna polja (EMP). U ovom radu je dat prikaz tehničkih i bioloških aspekata EMP – njihov uticaj na biljke, životinje i, posebno, na čovjeka. Navedene su dozvoljene vrijednosti električnih i magnetskih polja u nekim državama, kao i vrijednosti koje propisuju brojne organizacije koje se bave ovom oblašću. Pošto u Crnoj Gori ne postoji zakon koji uređuje ovu oblast, ovaj rad predstavlja sagledavanje svjetskih normi, pravilnika i propisa koji definišu ovu oblast – tj. ovaj rad predstavlja prvi susret budućem zakonu o nejonizujućem zračenju u našoj zemlji.

**Ključne riječi:** Električno polje - magnetno polje - tehnički i biološki aspekti

**Summary:** It is well known that overhead power lines generate electric and magnetic fields, ie. electromagnetic field (EMF). In this paper, a summary of technical and biological aspects of EMF are presented - their effects on plants, animals and, especially, on a people. The permitted values of electric and magnetic fields in some countries, as well as values prescribed by a number of organizations that deal with this area are listed. In Montenegro there is no law regulating this area, so this paper presents an overview of standards, guidelines and regulations that define this area - ie. this work represents the first meeting of the future law on non-ionizing radiation in our country.

**Key words:** Electric field - magnetic field - technical and biological aspects

Pitanja za diskusiju:

1. *Da li su autori vršili mjerenja elektromagnetnih polja energetskih vodova, transformatora ili generatora?*
2. *Da li su upoznati ko u Crnoj Gori može da vrši ispitivanja jačine elektromagnetnih polja u životnoj ili radnoj sredini?*
3. *Da li su oni ili neko drugi u Crnoj Gori (np. Elektrotehnički fakultet) ispitivao uticaj elektromagnetnih zračenja na radnike koji rade u neposrednoj blizini generator, transformatora ili visokonaponskih vodova.*
4. *Da li su upoznati kako se taj uticaj odražava na zdravlje ili životni vijek tih radnika?*



**R C3-03 I nacionalni izvještaj o promjeni klime u Crnoj Gori - mjere i procjene smanjenja emisija sa efektom staklene bašte u sektoru energetike**

Initial national communication of climate changebin  
Montenegro measures and assessment of greenhouse gas  
emissions abatement in energy sector

Autor: Nebojša Jablan - CGES AD

Recenzent: Mr Snežana Đurović, dipl.ing.tehnol. - EPCG AD

**Kratka prikaz:** Klimatske promjene su najveća ekološka, društvena i ekonomska prijetnja sa kojom se suočava planeta. Međuvladin panel za klimatske promjene – IPCC predviđa u svom Četvrtom izvještaju o procjenama, objavljenom 2. februara 2007. godine, da će se, ukoliko se ne preduzmu dalje mjere smanjenja emisija gasova sa efektom staklene bašte, prosječna globalna temperatura zemljine površine povećati za dodatnih 1.8-4.0°C u ovom vijeku.

U radu je dat prikaz smanjenja emisija gasova sa efektom staklene bašte u sektoru energetike, urađen za potrebe Prvog Nacionalnog Izvještaja o promjeni klime u Crnoj Gori.

**Ključne riječi:** Gasovi sa efektom staklene bašte (GHG) - Mjere smanjenja emisija sa efektom staklene bašte - Referentni scenario - Scenario sa mjerama smanjenja emisija sa efektom staklene bašte.

**Summary:** Climate change is the greatest environmental, social and economic threats facing the planet. Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC predicted in its Fourth Assessment Report, published on 2nd February 2007, the average global surface temperature will increase by additional 1.8-4.0 °C within this century, without taking further measures to reduce emissions of greenhouse gases.

The greenhouse gas emissions abatement in the energy sector, made for the purpose of the Initial National Report on Climate Change in Montenegro is presented in this paper.

**Key words:** Greenhouse gas emissions (GHG) - Emission reductions of greenhouse gases - Reference scenario - Scenario with measures to reduce emissions of greenhouse gases.

Pitanja za diskusiju:

1. Navedite set preporuka iz EU vezanih za opšte uslove i razne faze u pripremi i eksploataciji hidroenergetskih objekata sa ciljem da se osigura njihova održivost?

2. Da li je do sada u Crnoj Gori rađena analiza ekonomske isplativosti novih infrastrukturnih projekata sagledana u svijetlu izmijenjenih režima rječnih tokova zbog klimatskih promjena?

**R C3-04 Eko standardi u funkciji kvaliteta životne sredine**

Eco standards aimed at environmental quality

Autor: Vlajko Jauković – EPCG AD Nikšić, Sektor za sistem kvalitetaRecenzent: Mr Svetlana Pješčić, dipl.maš.ing. – EPCG AD, HE Piva

**Kratak prikaz:** Evropsko zakonodastvo iz oblasti zaštite životne sredine obuhvata oko 300 Direktiva i propisa. Pristup države potencijalne članice EU podrazumijeva transponovanje ekoloških Direktiva i propisa u nacionalno zakonodastvo i njihovu primjenu. Za dostizanje zahtjeva eko standarda, državi potencijanoj članici EU potrebna su značajna finansijska sredstva za investicije u eko tehnologije, za obuku kadra i administracije sa ciljem eliminisanja eko ograničenja.

**Gljučne riječi:** Ekološko zakonodastvo – Direktiva - Kvalitet života – Indikator – Monitoring.

**Summary:** The European legislation from the field of environmental protection includes about 300 directives and regulations. Approach of the state, prospective EU member, involves transposing environmental directives and regulations into the national legislation and their further implementation. In order to meet the requirements of Eco standards, a prospective EU member has to invest huge funds in eco technologies, training of personnel and administration aimed at elimination of eco constraints.

**Key words:** Environmental legislation – Directive – Quality of life – Indicator – Monitoring.

Pitanja za diskusiju:

- 1. Da li EPCG posjeduje kadrovski potencijal za implementaciju direktiva EU iz oblasti zaštite životne sredine?*
- 2. Koji su razlozi uvođenja faktora "Nauka i tehnologija" kao četvrte dimenzije za definisanje kvaliteta života i koji su uticaji na životnu sredinu?*

**R C3-05 Monitoring sa CEMS sistemima**

Monitoring with CEMS

Autori: dr Jurij Čretnik, Matjaž Šlibar - RACI d.o.o. Slovenija, Radomir Potpara - EPCG AD Nikšić, TE Pljevlja, Nenad Jerinić - Vattenfall Europe Power Consult East d.o.o.

Recenzent: Dobrilo Gačević, dipl.el.ing. – EPCG AD, TE Pljevlja

**Kratka prikaz:** Evropske direktive o velikim ložištima (LCPD) i spalionicama otpada (WID), odnosno nova direktiva o industrijskim emisijama (IED) propisuju da su na svim velikim postrojenjima prije ispuštanja dimnog gasa u vazduh montirani sistemi za stalno praćenje emisije, to jest CEMS sistemi. U samom radu razmatrani su CEMS sistemi za praćenje emisija na postrojenjima koja su definisana LCPD i WID direktivama. Izloženi su zakonski zahtjevi za CEMS sisteme i njihova primena u praksi. Rad je obuhvatio prikaz rada, zatim stečena iskustva, uključujući i rezultate provere CEMS sistem ugrađenog u TE Pljevlja, počevši od 2009 godine do danas, to jest rezultati obavljenih QAL2 i AST procedura na istom.

**Ključne riječi:** Praćenje emisija - Stalno mjerenje - CEMS - AMS - DAHS - QA/QC AMS.

**Summary:** European Directives on Large Combustion Plants (LCPD) and Waste Incineration (WID) or the new Industrial Emissions Directive (IED) requires that at all large plants before gas exhaust a system for continuous emission monitoring i.e. CEMS shall be installed. In the work the CEMS systems for monitoring of LCPD and WID plants are reviewed. Legislations requirements for CEMS and their implementation in practice are given. In the paper are also shown the operation, the achieved experiences and results of CEMS installed in TPP Pljevlja since 2009, i.e. the results of performed QAL2 and AST procedures.

**Key words:** Emission monitoring - Continuous monitoring - CEMS - AMS - DAHS - QA/QC of AMS.

Pitanja za diskusiju:

1. Usklađenost domaće regulative i EU regulative u oblasti zaštite životne sredine, posebno graničnih emisija iz velikih ložišta.
2. Potrebna investiciona ulaganja za ekološku sanaciju energetskih objekata (TE "Pljevlja") i period za realizaciju. Aspekti na IPPC dozvolu.
3. Aktuelno stanje u procedurama utvrđivanja kompetentnost organizacija za obavljanje poslova ocjenjivanja usaglašenosti (iskustva ATCG).

**R C3-06      Novi tehnički normativi i prateći standardi - kako oni utiču na racionalizaciju potrošnje električne energije**

New energy codes and standards – how do they affect rationalization consumption of electrical energy?

Autor:            Nedeljko Djordan - GENIVAR, Kanada

Recenzent:      Stevan Knežević, dipl.el.ing. – EPCG AD

**Kratak prikaz:** Najveći ekološki problem u svetu je promena klime. Koristenje (upotreba) energije značajno učestvuje u ovom problemu. Naravno, velika količina energije je potrebna u ljudskoj svakodnevnici, ali njen značajni deo se troši nepotrebno u oblastima koja koriste neefikasne i neekonomske sisteme. Zbog toga se, u svim zemljama sveta, moraju pokrenuti sive aktivnosti koje će, na duže staze, ustanoviti novu etiku racionalnosti što će dovesti do smanjenja emisije štetnih gasova u atmosferu. Mnogi postojeći standardi (e.g. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 ili International Energy Conservation Code (IECC) standard) koriste se godinama kod projektovanja novih ili renoviranja postojećih objekata.

U ovom radu se govori na koji način postojeći standardi, (npr. IECC i ANSI/ASHRAE/IESNA-1) utiču na racionalizaciju potrošnje električne energije u industrijskim, komercijalnim i drugim sistemima sa ciljem da oni budu efikasniji.

**Ključne riječi:** Klima – Energija – Ekologija – Potrošnja - Efikasnost

**Summary:** The most difficult environmental issue the world has ever faced is climate change. The use of energy significantly contributes to this problem. Much of this energy is needed, but a significant portion is consumed unnecessarily in areas that use inefficient or excessive systems. Because of that, we should apply the use of resources for activities that will, in the long term, establish a new electric efficiency ethic and cut the world's greenhouse gas (GHG) emissions. Many different standards (e.g. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 or International Energy Conservation Code (IECC) Standard) have been around for years.

This paper talks about the way existing standards impact the rationalization of consumption of electrical energy in industrial, commercial, residential and other systems with a goal that they be more efficient.

**Key words:** Climate – Energy – Ecology – Consumption - Efficiency

Pitanja za diskusiju:

1. *Upoređenje energetske i ekološke efekte upotrebe energetski efektivnih električnih aparata i uređaja sa efektima izgradnje objekata za proizvodnju ekološke (zelene) energije.*

2. *Komentar uloge i ovlašćenja tehničkih inspekcija u funkciji upotrebe energetski efikasnijih potrošača el.energije, posebno u javnom sektoru.*

**R C3-07 Gips iz termoelektrana kao sekundarna sirovina**

Gypsum from power plants as secondary raw

Autor: mr Snežana Đurović – EPCG AD Nikšić, Sektor za zaštitu životne sredine

Recenzent: Dobrilo Gačević, dipl.el.ing. – EPCG AD, TE Pljevlja

**Kratak prikaz:** Opredeljenjem za pridruživanje Evropskoj Uniji Crna Gora je preuzela obavezu usklađivanja svoje zakonske regulative sa zakonskom regulativom EU. Jedan od najvažnijih segmenata ovog procesa odnosi se na mjere zaštite kvaliteta vazduha putem smanjenja emisija štetnih materija na samim izvorima zagađenja. Tokom sagorijevanje uglja dolazi do emisije prašine i gasova CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> koji nastaju oksidacijom ugljenika i sumpora iz uglja i azota iz vazduha, i drugih štetnih materija organskog i neorganskog porijekla. U cilju smanjenja emisija u vazduh TE "Pljevlja" je 2009. godine izvršila zamjenu elektrofilterskog postrojenja novim. Isporučilac opreme nije dokazao garantovane parametre pa je emisija čestica znatno iznad projektovanih parametara te predstoje nova poboljšanja na opremi. Programom zaštite životne sredine EPCG AD Nikšić od 2012-2016 predviđena je ugradnja postrojenja za odsumporavanje dimnog gasa i opredjeljena sredstva za ugradnju istog.

**Ključne riječi:** Sekundarna sirovina – gips - termoelektrane

**Summary:** Regarding the option of EU integration, Montenegro has assumed responsibility for harmonizing its legislation with EU legislation. One of the most important parts of this process is protection of air quality by reducing harmful emissions from existing sources of pollution. The combustion of coal processes emerge CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and gasses generated by oxidation of the carbon and sulfur from coal and nitrogen from the air, and other harmful organic and inorganic materials.

In order to reduce emissions in the air, TPP "Pljevlja" in 2009. replaced an old electrofilter with the new one. Equipment supplier did not prove guaranteed parameters and the emissions level is above designed parameters and upcoming improvements on the new equipment. SO<sub>2</sub> emission depends on the quality of coal and the sulfur content in coal. By the EPCG Environmental program for the period of 2012-2016, the installation of desulphurization facility is predicted and opted 20,23 million euros.

**Key words:** Secondary raw material – gypsum - power plants

Pitanja za diskusiju:

1. Nacionalni i EU propisi u vezi emisije SO<sub>2</sub>.
2. Moguća rješenja za TE „Pljevlja“, u kontekstu preostalog radnog vijeka i postojeće zakonske regulative. Aspekti na IPPC dozvolu za TE „Pljevlja“-I.

**R C3-08 Deponija "Maljevac" 1982-2012., ekološki uticaj na okolinu**  
Landfill "Maljevac" 1982-2012, ecological impact on the environment

Autori: Milorad Vemić, Radomir Vemić - EPCG AD Nikšić, TE Pljevlja

Recenzent: Stevan Knežević, dipl.el.ing. – EPCG AD

**Kratak prikaz:** Sagorijevanjem uglja u termoelektranu kao nus produkt javlja se nesagoreli dio, pepeo i šljaka. Odlaganje čvrstih produkata sagorijevanjem kod TE „Pljevlja“ vrši se na prostoru deponije Maljevac. Sama deponija predstavlja jednu od pet crnih ekoloških tačaka u Crnoj Gori. Ona negativno utiče na okolinu: vazduh, zemljište, površinske i podzemne vode.

**Gljučne riječi:** Sagorijevanje uglja – šljaka – pepeo - deponija Maljevac - uticaj na okolinu.

**Summary:** Combustion of coal in the thermal power plant creates a byproduct, an unburnt part: ash and slag. Disposal of solid products of combustion at TPP "Pljevlja" is done in the area of the landfill Maljevac. Landfill itself is one of five environmental black spots in Montenegro. It has negative impact on the environment: air, soil, surface and ground water.

**Key words:** combustion of coal – slag – ash - landfill Maljevac - impact on the environment.

Pitanja za diskusiju:

- 1. Koji su prioriteti istraživanja i aktivnosti u cilju smanjenja negativnog uticaja deponije na životnu sredinu?*
- 2. Koje su mogućnost korišćenja otpada sa deponije kao sirovine?*

## XII Grupa C4 – Tehničke performanse EES

**Predsjednik STK C4:** Prof.dr Vladan Radulović – ETF Podgorica

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

- Uticaj priključenja alternativnih i distribuiranih izvora na kvalitet električne energije;
- Uticaj elektromagnetnih polja niskih ucestanosti i elektroenergetskih postrojenja na okolne strukture;
- Elektromagnetna kompatibilnost;
- Procjena rizika kvara i koordinacija izolacije u slučaju atmosferskih pražnjenja;
- Metodologije analize pouzdanosti i sigurnosti sistema.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe C4 dali su **recenzenti**:

- Ivan Stešević, Spec.Sci. – ETF Podgorica;
- Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica;
- Mr Snežana Vujošević, dipl.el.ing. – ETF Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 7 radova.

Izveštaj o radovima iz grupe C4 sastavio je **stručni izvjestilac**:

- Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica.

**R C4-01 Metode i uređaji za mjerenje energije vjetra**

Methods and devices for measuring wind energy

Autori: Doc.dr Vladan Radulović, Prof.dr Sreten Škuletić, Spec.Sci Predrag Damjanović - ETF Podgorica

Recenzent: Ivan Stešević, Spec.Sci. – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** U radu su opisane karakteristične veličine vjetra koje predstavljaju ulazne podatke za sve energetske analize vezane za mogućnosti iskorišćenja vjetropotencijala na određenom području za dobijanje električne energije, i koje je neophodno izmjeriti ili odrediti prije donošenja konačnih odluka o isplativosti i održivosti planiranih projekata izgradnje vjetroelektrana. S obzirom na to, u radu su opisani i najčešće korišćeni uređaji koji mjere karakteristične veličine i metode kojima se dobijeni podaci obrađuju. Pored principa rada konvencionalnih mjernih uređaja opisane su i relativno novije tehnologije mjerenja parametara vjetra, njihove prednosti i mane.

Na osnovu analize dobijenih rezultata mjerenja opisan je postupak odabira pogodnih lokacija za izgradnju vjetroelektrana i odabir njihovih karakteristika s obzirom na potencijal vjetra na datoj lokaciji.

**Ključne riječi:** Energija vjetra – Parametri vjetra – Vjetropotencijal – Mjerenje vjetropotencijala

**Summary:** This work describes the characteristic values of wind which are representing input data for all energy-related analysis for the utilization of wind power in particular areas to generate electricity. It is necessary to measure or determine these features before making final decisions about the viability and sustainability of planned projects for the construction of wind farms. In view of this, the work describes the most commonly used devices that measure the characteristic parameters and methods used to process obtained data. Besides the working principle of conventional measurement devices, relatively new technology of measuring the parameters of the wind is described, with its advantages and disadvantages.

Based on the analysis of the measurement results, it is described how to select suitable location for the construction of wind turbines and selection of their characteristics regarding wind potential for a particular location.

**Key words:** Wind energy – Wind parameters – Wind potential – Measuring wind potential

Pitanja za diskusiju:

1. *Problemi prilikom priključenja vjetroelektrane u EES?*

2. *Koji je najkraći period u kojem je potrebno vršiti mjerenje da bi podaci bili pouzdani?*



**R C4-02** **Mogućnost korišćenja geotermalnih izvora energije**

The possibility for use of geothermal energy sources

Autori: Prof.dr Sreten Škuletić, Doc.dr Vladan Radulović, Spec.Sci Milan Kilibarda - ETF Podgorica

Recenzent: Ivan Stešević, Spec.Sci. – ETF Podgorica

**Kratka prikaz:** Jedan od najperspektivnijih obnovljivih izvora energije je toplotna energija zemlje, tj. geotermalna energija. Cilj ovog rada je prikazati mogućnosti korišćenja geotermalnih izvora energije za proizvodnju električne energije, za grijanje objekata i u druge svrhe.

Geotermalna energija privlači sve veću pažnju u energetskom smislu, ne samo zbog finansijskih povoljnosti, već i zbog toga što je pouzdan obnovljivi izvor energije koji ne emituje ugljen-dioksid. Velika prednost geotermalne energije u odnosu na druge obnovljive izvore je i činjenica da se geotermalnim elektranama može proizvoditi električna energija dvadeset četiri sata dnevno, sedam dana u nedjelji bez obzira na vremenske uslove, a troškovi ulaganja u geotermalnu enegiju relativno su manji od troškova ulaganja u druge obnovljive izvore, što je čini najinteresantnijom alternativnom energijom.

**Ključne riječi:** Obnovljivi izvori energije – Geotermalna energija – Geotermalna elektrana

**Summary:** One of the most promising renewable energy sources is the thermal energy of the earth i.e. geothermal energy. The aim of this paper is to demonstrate the utilization of geothermal energy for electrical energy generation, for heating facilities and for other purposes.

Geothermal energy is attracting more and more attention in terms of energy, not only because of financial benefits, but also because it is a reliable source of renewable energy that does not emit carbon dioxide. The big advantage of geothermal energy over other renewable energy sources is the fact that geothermal power plants generate electrical energy twenty four hours a day, seven days a week, regardless of weather conditions, and the cost of investment in geothermal energy is relatively lower than the cost of investing in other renewable sources, making it the most interesting alternative energy.

**Key words:** Renewable energy sources – Geothermal energy – Geothermal power plant

Pitanja za diskusiju:

1. U radu bi bilo interesantno objasniti problematiku vezanu za bušenje i brzu koroziju elemenata elektrane koji su pod zemljom.

2. Da li elektrana koju pokreće geotermalna energija može brzo odgovoriti na promjene opterećenja u sistemu?

**R C4-03      Određivanje pogodnih lokacija za korišćenje sunčeve energije**

Determination of suitable locations for the use of solar energy

Autori: Doc.dr Vladan Radulović, Prof.dr Sreten Škuletić, Spec.Sci Ivan Stešević, Mr Milica Knežević - ETF Podgorica

Recenzent: Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Obnovljivi izvori energije su veoma važan i nezaobilazni faktor za rješavanje problema klimatskih promjena. Tehnologije iskorištavanja obnovljivih izvora energije su svakim danom ekonomski sve isplativije i konkurentnije na tržištu, što otklanja strahove da će prelazak sa fosilnih goriva (koja su danas najviše u upotrebi) ugroziti ekonomije država koje ih koriste.

Problematika određivanja pogodnih lokacija za korišćenje Sunčeve energije obrađena je u ovom radu, uz izradu GUI (Graphical User Interface) programa koji daje očekivane vrijednosti Sunčevog zračenja za bilo koju lokaciju na Zemlji bez prethodnog mjerenja. Posebna pažnja posvećena je određivanju pogodnih lokacija na području Crne Gore. Takođe, tema ovog rada je i određivanje optimalnih uglova za postavljanje solarnih kolektora i fotonaponskih ćelija u cilju dobijanja maksimalnog inteziteta zračenja na njihovim površinama.

**Ključne riječi:** Sunčevo zračenje - Pogodne lokacije - Uglovi orijentacije kolektora

**Summary:** Renewable energy sources are a very important and essential factor for solving the problem of climate change. Technology exploitation of renewable energy sources are economically every day all the more profitable and competitive in the market, eliminating fears that the transition from fossil fuels (which are now mostly used) threaten the economies of the countries that use them.

The problem of determining suitable locations for the use of solar energy is discussed in this paper, the development of GUI (Graphical User Interface) program witch gives the expected values of solar radiation for any location on Earth without measuring. Special attention was given to determining suitable locations in Montenegro. Also, the theme of this work is to determine optimal angles for the installation of solar collectors and photovoltaic cells in order to obtain maximal intensity of radiation at their surfaces.

**Key words:** Solar radiation - Convenient location - Orientation angles collector

Pitanje za diskusiju:

1. Kolike su razlike u intenzitetu sunčevog zračenja u slučaju fiksno postavljenog kolektora i kolektora koji ima mogućnost rotacije prema kretanju sunca na horizontu?

**R C4-04 Proračun karakterističnih veličina struja kratkih spojeva u visokonaponskim razvodnim postrojenjima**

Calculation of characteristic values of short circuit currents in high voltage substations

Autori: Prof.dr Sreten Škuletić, Vjera Popović - ETF Podgorica

Recenzent: Mr Snežana Vujošević, dipl.el.ing. – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Određivanje karakterističnih veličina struja kratkih spojeva predstavlja polaznu osnovu za dimenzionisanje opreme visokonaponskih razvodnih postrojenja. U ovom radu dat je opis proračuna karakterističnih veličina struja kratkih spojeva prema međunarodnom standardu IEC 60909-0. U cilju bržeg, lakšeg i jednostavnijeg proračuna karakterističnih veličina struja kratkog spoja, a za potrebe ovog rada, urađen je program u MATLAB programskom jeziku, koji omogućava proračun svih karakterističnih veličina struja kratkih spojeva u visokonaponskim razvodnim postrojenjima. Program je zbog jednostavnosti korišćenja urađen u grafičkom okruženju (Graphical User Interface - GUI). U cilju ilustracije primjene programa dat je proračun karakterističnih veličina struja kratkog spoja na nekoliko primjera, kao i analiza uticaja pojedinih parametara na karakteristične vrijednosti struje kratkog spoja.

**Ključne riječi:** kratak spoj - IEC 60909-0 - karakteristične veličine struje kratkog spoja - VN razvodna postrojenja

**Summary:** Determination of characteristic values of short circuit currents is the starting point for high voltage substation equipment selection and dimensioning. This paper provides a calculation description and analysis of the characteristic values of short circuit currents according to the international standard IEC 60909-0. To enable faster, easier and simpler calculations of characteristic values of short-circuit currents, and for the purposes of this paper, the program for its calculation has been made in the MATLAB programming language. In order to provide simplicity of use, the program is done in GUI (Graphical User Interface - GUI). For the purpose of illustration of the program application, calculation of characteristic values of short-circuit currents at a few examples, and an analysis of the impact of various parameters on the characteristic values of short circuit current is given in the paper.

**Key words:** short circuit - IEC 60909-0 - characteristic values of short circuit current - high voltage substation

Pitanje za diskusiju:

1. Da li urađeni program omogućava proračun nesimetričnih kratkih spojeva i na koji način?

**R C4-05 Određivanje granične udaljenosti mjesta kvara sa aspekta izbora prekidača u visokonaponskim razvodnim postrojenjima**

Determination of fault distance for selection of circuit breaker in high voltage substations

Autor: Vjera Popović - ETF Podgorica

Recenzent: Mr Snežana Vujošević, dipl.el.ing. – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** U radu je dat opis i matematički model za proračun vremenskog oblika prelaznog povratnog napona koji se javlja između kontakata prekidača za slučaj bliskog kratkog spoja. Na osnovu matematičkog modela urađen je program u MATLAB-u koji omogućava proračun prelaznog povratnog napona na prekidaču u slučaju bliskog kratkog spoja za zadate ulazne podatke. Primjena programa omogućava dobijanje grafičkog prikaza vremenskog oblika prelaznog povratnog napona u vremenu i proračun njegove amplitude i strmine. Upoređivanjem dobijenog vremenskog oblika sa krivom uspostavljanja dielektrične čvrstoće u međukontaktom prostoru prekidača moguće je dobiti podatak o eventualnom ponovnom paljenju luka. Provjerom uslova za ponovno paljenje električnog luka za različita mjesta kratkog spoja na dalekovodu moguće je utvrditi vrijednost granične udaljenosti mjesta kvara. Primjenom programa analiziran je uticaj različitih parametara na amplitudu i strminu prelaznog povratnog napona.

**Gljučne riječi:** prekidač - prelazni povratni napon - bliski kratki spoj

**Summary:** The paper describes a phenomena and mathematical model for calculation of a waveform of the transition restoring voltage that occurs between the breakers contacts for the case of the so called close short circuit. Based on the mathematical model, the program in MATLAB for the calculation of transient restoring voltage in the case of a close short circuit for a given input data has been developed. Application of the program allows graphical representation of the transition restoring voltage waveform, as well as calculation of its amplitude and steepness. By comparison of the obtained voltage waveform with a time curve of dielectric strength between breakers contacts it is possible to obtain information about the re-ignition of electric arc. With examination of the conditions for electric arc re-ignition in a case of short circuit at different location on a transmission line, it is possible to determine the failure limit distance. The influence of various parameters on the amplitude and the steepness of the transition restoring voltage are analyzed in the paper.

**Key words:** breaker - transition restoring voltage - close short circuit

Pitanja za diskusiju:

1. *Komentarisati kako na tačnost dobijenih rezultata utiče modelovanje vodova koncentrisanim parametrima.*
2. *Da li urađeni program obuhvata i trofaznu prezentaciju?*

**R C4-06**      **Mogućnost korišćenja fazorske simulacije za analizu kratkih spojeva u srednjenaponskoj mreži**

The possibility of using phasor simulation for analysis of short circuits in medium voltage network

Autori: Doc.dr Vladan Radulović, Prof.dr Sreten Škuletić, Ivan Stešević – ETF Podgorica

Recenzent: Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Kratki spojevi su najčešći i najopasniji kvarovi u svakom elektroenergetskom sistemu. Da bi se relejna zaštita mogla podesiti na odgovarajući način potrebno je poznavati napone i struje za svaki radni režem elektroenergetskog sistema. Takođe, poznavanje ovih parametara je bitno za izbor izolacione opreme koja veoma utiče na cijenu izgradnje i eksploatacije sistema. U ovom radu je predstavljen mogući način određivanja struja i napona nakon nastanka jednofaznog kratkog spoja u izolovanoj i direktno uzemljenoj srednjenaponskoj mreži. Softver koji je korišćen za ovu analizu je Matlab, a rezultati su dobijeni pomoću fazorske i diskretne metode rješavanja simulacija. Ovako dobijeni rezultati poređeni su sa rezultatima izračunatim računskim putem koji je predstavljen u radu. Cilj rada je da se na osnovu analize kratkih spojeva u 10 kV mreži odrede prednosti i mane fazorske metode rješavanja simulacija u Matlab-u.

**Ključne riječi:** Kratki spoj – Matlab – Fazorska simulacija – Srednjenaponska mreža

**Summary:** Short circuits are the most common and the most dangerous faults in any power system. To relay protection could adjust properly it is necessary to know the voltages and currents for each work I cut the power system. Also, knowledge of these parameters is essential for the selection of insulating equipment that greatly affects the cost of building and operating the system. In this work a possible way of determining the current and voltage after the formation of single-phase short circuit in the isolated and directly grounded medium voltage network. Software that was used for this analysis is Matlab, and the results are obtained using phasor and discrete methods for simulation. Thus the results were with the results calculated by computation that is presented in this work. The aim of this work is that, based on the analysis of short circuits in the 10 kV network, the advantages and disadvantages of phasor methods for simulation in Matlab.

**Key words:** Short circuit - Matlab - Phasor Simulation – Medium voltage network

Pitanje za diskusiju:

*1. Da li se fazorska simulacija može primijeniti za analizu kvaliteta el.energije, tj. proračun viših harmonika? Da li u tom pogledu ima ograničenja za njenu primjenu?*

**R C4-07 Uticaj harmonika na tačnost pokazivanja trofaznog indukcionog brojila**

The impact of harmonic on accuracy of the three phase induction meter

Autori: Doc.dr Saša Mujović - ETF Podgorica, Vuko Vukićević - PCG AD Nikšić, ED Podgorica, Prof.dr Jadranka Radović - ETF Podgorica

Recenzent: Mr Snežana Vujošević, dipl.el.ing. - ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Električna (indukciona) brojila se upotrebljavaju za mjerenje i registrovanje električne energije koja je isporučena potrošaču u određenom vremenskom razdoblju. Zadatak koji obavljaju daje im posebno mjesto među električnim mjernim instrumentima.

U radu je analiziran uticaj mrežnog zaprljanja, odnosno prisutnih viših harmonika na tačnost pokazivanja trofaznog dvotarifnog indukcionog brojila, koja se dominantno koriste u domaćinstvima. Kroz sprovedena mjerenja za različite strukture priključenog opterećenja, odnosno različite nivoe generisanih harmonika, pokazano je da je ovaj tip brojila veoma podložan uticaju viših harmonika, što rezultira odstupanjem stvarne i mjerene vrijednosti utrošene električne energije.

**Gljučne riječi:** harmonici - trofazna indukciona brojila - kvalitet električne energije

**Summary:** The electric (induction) meters are used for measuring and recording electrical energy consumption within a certain time period. A task that perform gives them a special position among electrical measuring instruments.

The impact of poor voltage quality, i.e. presence of high order harmonic in voltage spectrum, on accuracy of the two-rate induction meter, used in households, is analysed in this paper. Through measurements carried out for different structures of the connected loads, it was shown that this type of meter is very susceptible to the impact of high order harmonic. This will result in a deviation of the actual and measured values of electric energy consumption.

**Key words:** Harmonic - Induction Meter - Power Quality

Pitanje za diskusiju:

1. Do koje vrijednosti bi mogla da se kreće greška kod indukcionog brojila ukoliko bi se priključio znatno veći broj računara i klima uređaja?

## XIII Grupa C5 – Tržišta električne energije i deregulacija

**Predsjednik STK C5:** Momir Grbović, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić

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

- Balansni mehanizam i balansno tržište
- Funkcionisanje otvorenih tržišta električne energije – iskustva
- Tržište električne energije u Crnoj Gori:
  - regulatorni okvir;
  - praktična iskustva;
- Tarife.

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

- Vojislav Pantić, dipl.el.ing. – NOS BiH;
- Ranko Redžić, dipl.el.ing. – CGES AD;
- Branko Kotri, dipl.el.ing. – RAE;
- Doc.dr Vladan Radulović – ETF Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćeno je 6 radova.

Izvještaj o radovima iz grupe C5 sastavili su **stručni izvjestioci**:

- Milutin Kilibarda, dipl.el.ing. – EPCG AD;
- Momir Grbović, dipl.el.ing. – EPCG AD.

**R C5-01 Uticaj cijena prekograničnih prenosnih kapaciteta i bilansa električne energije na tržište i formiranje cijena u regionu**

The Impact of cross border transmission capacity prices and electricity balances on the market and on the formation of prices in the region

Autori: Milutin Kilibarda, Predrag Mrkić - EPCG AD Nikšić, OC Upravljanje energijom

Recenzent: Vojislav Pantić, dipl.el.ing. – NOS BiH

**Kratak prikaz:** U ovom radu su obrađeni prekogranični prenosni kapaciteti koji obuhvataju sve interkonektivne veze koje spajaju EES Crne Gore sa susjednim elektroenergetskim sistemima, kao i veze susjednih elektroenergetskih sistema. U radu su prikazani i bilansi električne energije zemalja regiona (Balkana), kao i njihov uticaj na tržište i formiranje cijene električne energije. Kod bilansa električne energije aktivnost je vezana za analizu pojave viška, odnosno, manjka električne energije u sistemu, kako u Crnoj Gori tako i u regionu. Iz analize je moguće zaključiti da bilans predstavlja jedan od glavnih faktora koji utiče na samo tržište i na formiranje cijena električne energije.

**Gljučne riječi:** prekogranični prenosni kapacitet - interkonektivne veze - Elektroenergetski sistem (EES) - Bilans električne energije - električna energija – tržište - cijena električne energije - ponuda/potražnja - aukcija za kapacitete.

**Summary:** This paper deals with cross border capacities which involve all inter-connections between Montenegro EES and neighboring electrical systems and with connections between neighboring electrical systems. The paper will demonstrate Electrical balances of countries in Balkan region, as well as their influence on the market and on the formation of prices of electricity. Regarding balance, the activity will be related to analysis of appearing the sufficit and deficit of electricity in the system, in Montenegro and in the region. From the analysis it is possible to conclude that the balance represents one of the main factors which has an impact on the market itself as well as on the formation of prices of electric energy.

**Key words:** CBTC (cross border capacity) - inter-connections - electric system (EES) - Electricity balance – electricity – market - electricity price - supply/demand - CBTC auction.

Pitanja za diskusiju:

1. *Da li se može očekivati da će cijene biti stabilnije ukoliko bi se formiralo regionalno tržište?*
2. *Da li EPCG može postići manju cijenu električne energije ako bi rezervisala prekogranične kapacitete npr. na godišnjem nivou?*
3. *Da li će EPCG moći da pokrije svoju potrošnju ukoliko bi ispunila zahtjeve Evropske komisije o dostizanju kvote za izgradnjom proizvodnih objekata iz obnovljivih izvora?*



**R C5-02 Tržište pomoćnih usluga**

Ancillary services market

Autor: Zoran Radulović - CGES AD, Nacionalni Dispečerski CentarRecenzent: Ranko Redžić, dipl.el.ing. – CGES AD

**Kratka prikaz:** U sinhrono povezanim oblastima za održavanje stabilnosti i sigurnosti EES-a značajnu ulogu imaju pomoćne usluge sistema. U mnogim zemljama su se razvila tržišta električne energije u realnom vremenu, a privatnim proizvođačima je omogućen slobodan pristup mreži. U takvom deregulisanom sistemu pomoćne usluge se naplaćuju posebno i operator ih kupuje od davaoca tih usluga. Cilj ovog rada je upoznavanje s osnovnim karakteristikama liberalizovanog tržišta električne energije, a posebno s problemima koji se javljaju pri definisanju, primjeni, mjerenju i vrednovanju pomoćnih usluga sistema. Opisano je tržište pomoćnim uslugama kao cjelina i prikazano s različitih gledišta. Takođe su opisane tri najčešće i najvažnije pomoćne usluge sistema. Navode se njihovi tržišni modeli, načini vrednovanja i tehnički uslovi koje pružitelji moraju ispunjavati.

**Ključne riječi:** Pomoćne usluge sistema - Regulacija frekvencije i aktivne snage - Regulacija napona i reaktivne snage - Pokretanje iz beznaponskog stanja - Tržišni modeli

**Summary:** Ancillary services are important role in synchronously interconnected areas to maintain stability and security of power systems. Many countries have developed electricity markets in real time, and the private producers are provided with the access to the network. In this deregulated system ancillary services are no longer part of the power supply, and are charged separately by the operator who must purchased them from the provider of those services. The goal of this paper is to introduce the basic features of the liberalized electricity market, especially with the problems of defining, implementing, measuring and evaluating systems ancillary services.

Ancillary services market is described as a whole and shown from different viewpoints. There are also described the three most common and most important ancillary services with their market models, methods of evaluation and technical requirements that must be met by providers.

**Key words:** Ancillary services - Frequency and active power regulation - Voltage and reactive power regulation - Black start - Market models

Pitanja za diskusiju:

1. Rad opisuje aktiviranje tercijarne rezerve 15 minuta nakon nastanka poremećaja, tj. nakon ispada proizvodne jedinice. S obzirom da je u CG najveća proizvodna jedinica TE Pljevlja (200MW), da li je aktivaciju tercijarne rezerve moguće obezbijediti u CG za ovu proizvodnu jedinicu u ovom roku kada je:

- HE Perućica angažovana snegom 250MW za potrebe konzuma;
- EPS raspolaže HE Piva? (postojeće stanje)

**R C5-03      Regulacija kvaliteta snabdijevanja električnom energijom u funkciji regulacije cijena monopolskih djelatnosti**

Regulation of electricity supply quality in function of the price regulation of monopoly services

Autor: Nikola Dragaš - Tržnice i pijace d.o.o. Podgorica

Recenzent: Branko Kotri, dipl.el.ing. – RAE

**Kratak prikaz:** Regulacija elektroenergetske djelatnosti podrazumjeva regulaciju cijena, kvalitet snabdijevanja i regulaciju tržišta električne energije. Ovaj rad će se fokusirati, prije svega, na problem regulacije cijena. Autori rada imaju za cilj da ukažu na neophodnost uvođenja sistema regulacije i da na osnovu kritičkog sagledavanja postojećih modela regulacije cijena ukažu na njihove prednosti i nedostatke. Cilj rada je da se, na osnovu sagledavanja nekih modela regulacije ukaže na pretpostavke koje treba da budu ispunjene za prelazak na savremenije modele regulacije elektroenergetske djelatnosti.

**Gljučne riječi:** regulacija cijena – snabdijevanje - monopolske djelatnosti

**Summary:** Regulation of the electricity sector includes price regulation, the quality of supply and regulation of the electricity market. This paper will be focused primarily on the issue of price regulation. The authors have the aim to emphasize the necessity of regulation and to analyze the different models of price regulation - their advantages and drawbacks. The aim of this paper, based on the perception of some control models, is to indicate a certain assumptions that need to be completed for the transition in to more advanced models of the regulation in the electricity sector.

**Key words:** regulation of prices – supply - monopoly activities

Pitanja za diskusiju:

1. *Koje su razlike između metoda regulacije “maksimalne cijene” i “maksimalni prihod”?*
2. *Da li je prikladnije govoriti o regulaciji distribucije ili o regulaciji mrežnih djelatnosti?*
3. *Crnogorsko iskustvo u regulaciji? Da li je potrebna izmjena i dopuna Zakona o energetici?*
4. *Koji model penalisanja za neostvarivanje propisanog kvaliteta primijeniti u Crnoj Gori?*
5. *Kakva treba da bude uloga Regulatorna tijela kod odlučivanja o investicijskim planovima?*

**R C5-04 Energetska i ekonomska analiza opravdanosti izgradnje mini akumulacije u retenziji Vrtac i poređenje rezultata sa analizom prevođenja voda Zete u akumulacije Krupac i Slano**

Energy and economic feasibility analysis of construction of mini reservoir in Vrtac retention and comparing results with analysis transfer water Zeta river in reservoir Krupac and Slano

Autori: Branko Glomazić, Momir Grbović, Dušan Bulajić - EPCG AD Nikšić, OC Upravljanje energijom

Recenzent: Doc.dr Vladan Radulović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** U ovom radu je opisan pozitivni efekat izgradnje mini akumulacije u retenziji „Vrtac“ energetske vrijednosti 10 GWh. Posebna pažnja je posvećena energetskej valorizaciji navedene akumulacije sa aspekta kvaliteta električne energije, kao i dobijenih energetskih vrijednosti koje su dobijene iz baze podataka dnevnog stanja moguće pojave same retenzije „Vrtac“, podataka dnevnog stanja dotoka i tehničkog ograničenja rada HE „Perućica“. U radu je opisan mogući novi režim rada HE „Perućica“ to u određenom vremenskom periodu. Prilikom ekonomske analize korišćene su cijene dobijene iz baze podataka sa EEX berze u vremenskom razdoblju od 2007 do 2011 godine pojedinačno.

**Ključne riječi:** mini akumulacija - retenzija „Vrtac“ - energetska vrijednost - tehničko ograničenje - HE „Perućica“ - režim rada (punjenje/praznjenje), vremenski period - ekonomska valorizacija - EEX berza.

**Summary:** This paper describes the positive effects of construction of mini reservoir in "Vrtac" retention with energy value of 10 GWh. A particular attention was paid to energy valorization of the mentioned reservoir from the aspect of power quality, as well as the energy values obtained from database of daily state of the potential emergence of the very "Vrtac" retention, data about daily state of inflows and technical limitations of operation of HPP "Perućica". This paper describes a possible new mode of operation of HPP "Perućica" in the certain time period. Prices obtained from database from EEX stock exchange in the period 2007 - 2011 were used during economic analysis.

**Key words:** mini reservoir - "Vrtac" retention - energy potential - technical constraints - HPP "Perućica" - mode (charging / discharging) - time period - economic valorization - EEX stock exchange.

Pitanja za diskusiju:

1. *Prema preliminarnim saznanjima autora, kolika je razlika u investicionim troškovima sistema mini akumulacije u retenziji Vrtac i sistema Zeta – Krupac – Slano?*

2. *Da li, u nekoj varijanti, postoji mogućnost kombinovanja ova dva sistema?*

**R C5-05**      **Mogućnosti korišćenja sistema Zeta-Krupac-Slano sa stanovišta ekonomske i energetske opravdanosti za periode 01.04 - 13.05. i 01.10. - 12.11.2012. godine**

Possibility of using Zeta-Krupac-Slano system from the aspect of economic and energy feasibility for period 01.04.-13.05. and 01.10.-12.11.2012.

Autori: Momir Grbović, Snežana Stanišić, Darko Krivokapić - EPCG AD Nikšić, OC Upravljanje energijom

Recenzent: Doc.dr Vladan Radulović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** U ovom radu su opisane mogućnosti korišćenja sistema „Zeta-Krupac-Slano“ kroz energetske i ekonomske efekte u periodima 01.04.-13.05. i 01.10.-12.11.2012. godine. Ovi primjeri pokazuju dva karakteristična slučaja porasta dotoka na rijeci Zeti tokom prolječnih i jesenjih kišnih perioda. U radu je napravljeno poređenje ostvarene proizvodnje HE„Perućica“ i moguće proizvodnje po novom režimu rada tj. kada bi imali sistem „Zeta-Krupac-Slano“. Za ekonomsku analizu korišćeni podaci o cijenama sa HUPX berze, koja je u tom periodu bila relevantna za tržište Crne Gore. Novim režimom korišćenja akumulacija HE„Perućica“ povećala bi se sigurnost u rezervama energije i snage (stanje akumulacija) tokom sušnih mjeseci što do sada nije bio slučaj.

**Gljučne riječi:** sistem ZETA-KRUPAC-SLANO - energetska efekti - hidroelektrana „Perućica“ (HE „Perućica“) - režim rada (punjenje/praznjenje) - ekonomska valorizacija - HUPX berza.

**Summary:** This study,describes the possibilities of using the Zeta-Krupac-Slano system through energetic and economic effects for the periods 01.04.-13.05. i 01.10.-12.11.2012. These examples show two typical cases of increase of flow of the river Zeta during the spring and autumn rainy periods. The study contains a comparison between actual production of HPP „Perućica“ and possible production with the new operating mode i.e. if there is the system ZETA-KRUPAC-SLANO. For the economic analyses, data about prices from HUPX stock exchange were used, which was relevant in the Montenegrin market at the time. The new regime of exploitation of HPP „Perućica“ reservoirs would result in safety of reserves of energy and power (state of reservoirs) during the dry months which has not been the case so far.

**Key words:** system ZETA-KRUPAC-SLANO - energy effects - hydropower plant „Perućica“ (HPP Perućica) - operating mode (charging/discharging) - economic valorization - HUPX stock exchange.

Pitanje za diskusiju:

*1. Autori su za analizu odabrali dva karakteristična perioda u proljećnim odnosno jesenjim mjesecima sa većim prilivom vode usljed atmosferskih padavina. Interesantno bi bilo razmotriti energetske i ekonomske efekte sistema Zeta – Krupac – Slano u nekom periodu bez izrazitih padavina.*

**R C5-06 Energetska i ekonomska analiza prevođenja voda rijeke Zete u akumulacije Krupac i Slano**

Energy and economic analysis of derivation of water of Zeta river into "Krupac" and "Slano" reservoirs

Autori: Momir Grbović, Dušan Bulajić, Branko Glomazić - EPCG AD Nikšić, OC Upravljanje energijom

Recenzent: Doc.dr Vladan Radulović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** U ovom radu sprovedena je energetska i ekonomska analiza prevođenja voda rijeke Zete u akumulacije "Krupac" i "Slano" kao i povezivanja akumulacija "Krupac" i "Slano". Analiza je odrađena na osnovu postojećeg projekta EPCG AD Nikšić kojim je predviđena izgradnja sistema za uvođenje rijeke Zete u postojeće akumulacije. Energetski dio analize razmatra situacije i planirane režime rada HE "Perućica" koje zavise od snage dotoka, tehničkog ograničenja snage HE "Perućica" i propusne moći predviđenih cjevovoda kojima bi se povezali rijeka Zeta i akumulacije "Krupac" i "Slano". U zaključku rada su sumirani svi rezultati i dato mišljenje o opravdanosti realizacije cjelokupnog projekta.

**Ključne riječi:** EPCG - prevođenje rijeke Zete u akumulacije "Krupac" i „Slano“ - energetska analiza - ekonomska analiza - režimi rada HE "Perućica" - peak energija - off peak energija - EEX berza.

**Summary:** Energy and economic analysis of derivation of water of Zeta river into "Krupac" and "Slano" reservoirs was carried out in this study, as well as connecting the reservoirs of "Krupac" and "Slano". The analysis has been done on the basis of the existing EPCG AD Nikšić project which envisages the construction of a system for diversion of Zeta river into the existing reservoirs. Energy part of this analysis deals with situations and planned operating modes of HPP "Perućica" depending on the power of inflow, technical limitations of HPP "Perućica" and discharge capacity of the envisaged pipelines which would connect Zeta river with "Krupac" and "Slano" reservoirs. All the results and considerations about justifiability of the overall project implementation are summarized in the conclusion.

**Key words:** EPCG - derivation of Zeta river into „Krupac“ and „Slano“ reservoirs - energy analysis - economic analysis - operating mode of HPP „Perućica“ - peak energy - off-peak energy - EEX stock exchange.

Pitanje za diskusiju:

*1. U radu je navedeno da analize nijesu obuhvatile efekte dopune akumulacije vikendima i praznicima. Može li se procijeniti koliki bi bio uticaj obuhvatanja ovih efekata na energetske i ekonomske pokazatelje predloženog rješenja prevođenja voda?*

## **XIV Grupa C6 – Distributivni sistemi i decentralizovana proizvodnja**

**Predsjednik STK C6:** Vojislav Vukadinović, dipl.el.ing. – EPCG AD Nikšić, ED Budva

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

- Planiranje, pogon i održavanje Distributivnih mreža;
- Razvoj i rad energetske sistema sa distribuiranim i obnovljivim izvorima energije (energija vjetra, sunčeva energija, bio energija);
- Razvoj malih elektrana i njihovo priključenje na mrežu;
- Uticaj malih generatora na Distributivnu mrežu.

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

- Prof.dr Vladan Vujičić – ETF Podgorica;
- Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 4 rada.

Izveštaj o radovima iz grupe C6 sastavili su **stručni izvjestioci**:

- Dr Goran Kovačević – EPCG AD, ED Tivat;
- Saša Milovanović, dipl.el.ing. – EPCG AD, ED Bar.

**R C6-01      Modifikovani proračun fluksa magnećenja i kompenzacije zasićenja vektorski upravljane asinhronne mašine**

Modified calculation of saturated magnetizing flux for vector controlled induction machines

Autor:                      Borislav Brnjada - EPCG AD Nikšić, ED Bar

Recenzent:                Prof.dr Vladan Vujičić – ETF Podgorica

**Kratka prikaz:** U ovom radu je izveden novi, modifikovani proračun rotorskog fluksa, sinhronne brzine i elektromagnetskog momenta za vektorski upravljaju asinhronu mašinu sa nelinearnom magnetskom karakteristikom.

Ovakav modifikovani proračun ima prednost jer se međusobni zasićeni fluks dobija direktno preko flukseva kao varijabli stanja bez potrebe da se vrši njihova transformacija na struje statora i rotora i bez potrebe da se dobijaju krive statičke i dinamičke induktivnosti. To ga čini efikasnijim i bržim u odnosu na postupke sa navedenim transformacijama. Modifikovani proračun rotorskog fluksa vektorski upravljaniog asinhronog motora zahvaljujući jednostavnosti, pojednostavljuje jednačine i skraćuje vrijeme izvršenja kod simulacije vektorski upravljane asinhronne mašine u generatorskom i motorskom radu.

**Ključne riječi:** modifikovani proračun rotorskog fluksa - vektorsko upravljanje - nelinearni magnetski fluks

**Summary:** In this paper new, modified calculation of rotor flux, synchronous speed and the electromagnetic torque for vector control of asynchronous machine with saturated magnetizing characteristic is carried out.

This modified calculation has the advantage of mutual saturated flux obtained directly from the fluxes as state variables. So there is no need to perform fluxes transformations into currents and no need to get the static and dynamic inductance curves. This makes it more efficient and faster than the methods which include such transformations. Thanks to the simplicity of new, modified calculation of the rotor flux oriented control of induction machine, the state equations are simplified and the time of the simulation vector controlled induction machine including saturation is shortened.

**Key words:** modified rotor flux calculation - vector control - saturated magnetizing flux

Pitanja za diskusiju:

1. *Ako primjena predloženog proračuna vektorskog upravljanja podrazumijeva mjerenje flukseva umjesto struja statora (da bi se izbjegle transformacije struja u flukseve), u kojoj mjeri je ona ograničena s onzirom da su strujni senzori pouzdaniji i pristupačniji od senzora fluksa?*

2. *Koliko vjerno se korišćenom tangentnom krivom može predstaviti nelinearna karakteristika magnećenja i da li bi primjenom neke kompleksnije funkcije u upravljanju asinhronom mašinom bilo moguće postići značajnije poboljšanje performansi sistema (dinamičkog odziva, stepena korisnog dejstva i sl.)?*

**R C6-02      Problematika priključenja decentralizovanih sistema za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora male snage na ED mrežu**

Small scale renewable energy source based distributed generation grid connection issues

Autor: Dr Goran Kovačević - EPCG AD Nikšić, ED Tivat

Recenzent: Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Decentralizovana proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora predstavlja za sada jedan od odgovora na sve veću energetske potrebu i izraženo zagađivačke tehnologije za njeno dobijanje. Ovaj koncept, koji se ne oslanja na konvencionalne energetske izvore, dovodi do situacije da se na ED mrežu priključuje veliki broj proizvođača električne energije male snage. Ovaj rad ima u fokusu analizu problematike priključenja obnovljivog izvora male snage, fotonaponskih ćelija, na ED mrežu, prvenstveno sa stanovišta kvaliteta injektirane energije. Sagledavanje ove problematike uz poznavanje karakteristika ED mreže u Crnoj Gori predstavlja važan segment u definisanju tehničkih normativa koje bi uredile ovu oblast.

**Gljučne riječi:** Decentralizovana proizvodnja - fotonaponska jedinica za proizvodnju el.energije - monofazni inverter direktno priključen na mrežu.

**Summary:** Distributed power generation based on renewable energy sources represent one of the possible answers on increasing energy demand and highly polluted energy technology. This concept leads to large number of small unites connected to the grid. Roof mounted photovoltaic systems seams to fit well to distributed generation and its installation number is continuously increasing. Installation price decreasing due to massive production and some strategic decisions of economically most powerful countries are some of the reasons for such installation trend. It could be foreseen that sooner or later such a trend could be in Montenegro to. This work focus on grid connection issues of small scale distributed power generation mainly from power quality point of view. Overview of grid connected inverters issue could be of great help in defining future technical recommendation in Montenegro.

**Key words:** Distributed generation - photovoltaic power system - single phase grid connected inverter

Pitanja za diskusiju:

1. *Da li je, sa aspekta kvaliteta električne energije, važnije da limiti pojedinih harmonika struje i napona budu u granicama dozvoljenih standardom, ili je važnije da faktori ukupne harmonijske distorzije ne prevazilaze dozvoljene vrijednosti.*

2. *Šta se može očekivati sa vrijednošću faktora THD u slučaju priključenja većeg broja fotonaponskih panela? Da li će doći do linearnog porasta ili će djelovanje faktora "Attenuation" i "Diversity" dovesti do drugog scenarija?*



**R C6-03      Multikriterijsko planiranje distribucijske mreže srednjeg napona**

Multicriteria medium voltage distribution network planning

Autori: Tomislav Baričević, Minea Skok, Viktorija Dudjak - Energetski institut Hrvoje Požar Zagreb, Hrvatska

Recenzent: Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica

**Kratka prikaz:** Planiranje elektroenergetske mreže je postupak koji mora zadovoljiti više ili manje različite zahtjeve korisnika i vlasnika, odnosno operatora mreže, stoga suvremene metode planiranja razvoja elektroenergetskih mreža uključuju nekoliko međusobno povezanih analiza. Osnovni zahtjev, koji uvijek mora biti zadovoljen, jest pogon mreže u skladu sa tehničkim specifikacijama elemenata mreže i trošila električne energije. Stoga je početak svakog planiranja dugoročnog razvoja mreže analiza sigurnosti opskrbe u redovnom pogonskom stanju temeljena na kriterijima dopuštenih opterećenja i odstupanja napona, nakon koje slijedi analiza pouzdanosti opskrbe potrošača električnom energijom. U referatu su opisane osnove navedenih pristupa problemu analize pouzdanosti distribucijske mreže te je predstavljen primjer metodologije planiranja, koja daje raspon potrebnih ulaganja u izgradnju distribucijske mreže ovisno o promijenjenim kriterijima. Rezultati primjene svih analiza prikazani su na primjeru vrlo kvalitetno razvijene mreže Elektro Čakovec.

**Ključne riječi:** planiranje ED mreže – pouzdanost – metodologija - kriteriji

**Summary:** Power network planning is a procedure that has to satisfy more or less different requirements set by users and owners or network operators, therefore modern power network planning methods comprise several mutually connected analyses. The basic requirement, that has to be constantly satisfied, is network operation compliance with technical specifications of the network elements and electric appliances. Therefore a load flow analyses in the normal operating condition, based on load and voltage deviation criteria, is the starting point of every long term network planning procedure. The paper gives the basics of three above mentioned methods of addressing the distribution network reliability and presents an example of network planning methodology whose result is a range of investments in the distribution network depending on the applied criteria. The results of all the analyses are described on the example of very well developed network of Elektra Čakovec.

**Key words:** distribution network planning – reliability – methodology - criteria

Pitanja za diskusiju:

1. Objasniti suprotne trendove promjene ukupnih gubitaka i gubitaka na srednjem naponu (slika 3).
2. Da li su za planiranje razvoja srednjenaponske mreže, osim kriterijuma i podataka navedenih u radu, potrebni i određeni podaci iz studije planiranja razvoja izvora?

**R C6-04      Jedan od mogućih pristupa ekonomskoj analizi isplativosti ugradnje uređaja upravljanja na 10 kV DV sa primjerom odabira tehničkog rješenja na 10 kV DV Lipova Ravan u ED Nikšić**

One of possible approaches to economic analysis of profitability of installation of control devices on 10 kV overhead lines with example of technical solution chosen for 10 kV OHL Lipova ravan in DC Nikšić

Autor: Rade Dašić - EPCG AD Nikšić, FC Distribucija; Vanja Maksimović, Radoslav Mirković - EPCG AD Nikšić, ED Nikšić

Recenzent: Doc.dr Saša Mujović – ETF Podgorica

**Kratak prikaz:** Na dugačkim 10 kV dalekovodima se često dešavaju kvarovi čija popravka zahtijeva značajan utrošak vremena. Te beznaponske pauze izazivaju značajne finansijske efekte (gubitke), kako zbog neisporučene energije potrošačima tako i zbog angažovane radne snage. Kako bi se otkrivanje mjesta kvara što brže pronašlo i beznaponske pauze učinile što kraćim u svijetu se već izvjesno vrijeme ugrađuju uređaji upravljanja na sredjenaponskim mrežama. Kako za ovu opremu treba izdvojiti značajna sredstva neophodno je napraviti analizu efekata nakon njihove ugradnje koja je prikazana u ovom radu. Takođe je dat i primjer odabira tehničkog rješenja na 10 kV DV Lipova Ravan u ED Nikšić.

**Gljučne riječi:** Neisporučena energija – Otkrivanje mjesta kvara – Reklozer – Sekcioner

**Summary:** Failures often happen on long 10 kV overhead lines and their repair requires considerable time. Consequential no-voltage intervals result in significant financial effects (losses), both as a result of failure to deliver energy to customers, as well as because of engaged labour force. In order to find the place of failure as fast as possible and thus to make those no-voltage intervals as short as possible the control devices are nowadays being installed in the world in medium voltage networks. Since considerable funds are required for this equipment thus it would be necessary to make analysis of effects after equipment installation as presented in this paper. In addition, an example of technical solution chosen for 10 kV OHL Lipova Ravan in Distribution center Nikšić is also presented here.

**Key words:** Undelivery energy – Detection a place of fault – Reklozer – Sekcioniser

Pitanja za diskusiju:

1. Na osnovu kojih kriterijuma je izvršena podjela izvoda 10kV "Lipova Ravan" na 5 dionica? Da li bi, eventualno, veći broj dionica obezbijedio veću uspješnost metode?

2. Koji su nedostaci ovakvog pristupa i da li se isti može primijeniti i za veće naponske nivoe?

## XV Grupa D2 – Informacioni sistemi i telekomunikacije

**Predsjednik STK D2:** Slavka Marković, dipl.el.ing. – CGES AD

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

- Razvoj i realizacija sistema daljinskog upravljanja, sa prikazom iskustava izgrađenih sistema;
- Napredne informacione tehnologije u službi poslovanja elektroprivrednim organizacijama;
- Planiranje, razvoj i izgradnja telekomunikacionog sistema elektroprivreda korišćenjem različitih tehnologija i iskustva u realizaciji;
- Ulazak elektroprivrednih kompanija na deregulisano telekomunikaciono tržište.

Stručnu ocjenu radovima iz grupe D2 dao je **recenzent**:

- Dejan Jovanović, dipl.el.ing. – M:TEL d.o.o. Podgorica.

Nakon razmatranja od strane recenzenata prihvaćena su 2 rada.

Izveštaj o radovima iz grupe D2 sastavio je **stručni izvjestilac**:

- Dejan Jovanović, dipl.el.ing. – M:TEL d.o.o. Podgorica.

**R D2-01 Procesna mreža - temelj modernih sistema automatizacije, zaštite i upravljanja**

The processing network – the basis of modern automation systems, control and protection

Autori: Ivan Višić, Mladen Perkov - PRO INTEGRIS d.o.o., Hrvatska, Ivan Asanović, Ivan Bulatović - CGES AD

Recenzent: Dejan Jovanović, dipl.el.ing. – M:TEL d.o.o. Podgorica

**Kratak prikaz:** Procesna mreža (LAN) transformatorskih stanica bitan je dio automatizacije EES, ali i izgradnje napredne mreže koja omogućava razmjenu svih informacija između procesnih sistema za automatizaciju EES-a, kao i razmjenu informacija između različitih učesnika deregulisanog energetskog tržišta. Tehnologija distribuiranih sistema daljinskog nadzora, upravljanja, mjerenja i zaštite u EE objektima je posljednjih godina znatno izmijenjena. Ugrađuje se oprema s komunikacionim protokolima za razmjenu podataka koji su temeljeni na Ethernet tehnologiji.

U članku će se analizirati neka moguća tehnička rješenja izgradnje procesne mreže, te rješenja razmjene podataka na nivou elektroenergetskog objekta.

**Ključne riječi:** Procesna mreža - Napredna Mreža - Elektroenergetski sistem – Ethernet - IEC 61850

**Summary:** Substation Process Network (LAN) is an essential part of the Power System Automation, but also of Smart Grid that enables the exchange of information between the different Process Automation Systems, as well as the exchange of information between the different actors of the Deregulated Energy Market. The Remote Protection, Control, Measurement and Supervision Distributed Systems Technology in Substations and Power Plants has been significantly changed in last few years. The Equipment that has been installed is exchanging the information using communication protocols that are based on Ethernet Technology.

Some possible technical solutions for Process Network Development and solutions for data exchange in the Power Plants and Substations will be presented in the article.

**Key words:** Substation Process Network - Smart Grid - Power System – Ethernet - IEC61850

Pitanje za diskusiju:

1. Koliki je maksimalni broj VLAN koji se koriste u objektima CGES i za koje potrebe se koriste? Da li se koristi dispečerska IP telefonija?

**R D2-02 Sistem za daljinski nadzor mreže optičkih kablova**

Optical network management system

Autori: Slavka Marković - CGES AD; Darko Lekić - IBIS Instruments  
Beograd

Recenzent: Dejan Jovanović, dipl.el.ing. – M:TEL d.o.o. Podgorica

**Kratak prikaz:** Rad je koncipiran da predstavi sistem za daljinsko testiranje kvaliteta mreže optičkih kablova u Crnogorskom elektroprenosnom sistemu ad (CGES). Sistem omogućava brzo otkrivanje i lokaciju greške, smanjujući time vrijeme popravke, a povećavajući pouzdanost i raspoloživost mreže. Preventivno održavanje, odnosno indikacija smetnji i prekida prije nego što su se uopšte desili, omogućavaju preduzimanje korektivnih aktivnosti i prije pogoršanja kvaliteta vlakana, koje bi uticalo na njihovo korišćenje za prenos signala.

U radu je opisana struktura sistema, osnovni elementi sistema i način na koji se omogućava neprekidno kontrolisanje stanja mreže optičkih kablova.

**Ključne riječi:** ONMS (Sistem za daljinski nadzor - Optical Network Management System) - OTU ( Jedinica za daljinsko testiranje - Optical Test Unit) - Nadzor slobodnih vlakana - Dark fibers monitoring - Nadzor zauzetih vlakana - Active fibers monitoring

**Summary:** This paper is designed to represent an optical network management system in the Montenegrin Electric Transmission System J.S.C. (Crnogorski elektroprenosni sistem ad – CGES). The optical network remote monitoring system is capable of quick detecting and locating errors, thereby reducing repair time and increasing network reliability and availability. The preventive maintenance, i.e. indication of disturbances/interruptions even before their appearance, able the corrective actions before the quality deterioration of optic fibers disables its use for signal transfer.

The paper describes the structure of the system, basic system elements and the manner in which continuous control of the optical cable network conditions is ensured.

**Key words:** ONMS-Optical Network Management System - OTU-Optical Test Unit - Dark fibers monitoring - Active fibers monitoring

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je IP mreža CGES preko koje funkcioniše ONMS modul takođe izvedena preko istih optičkih kablova kojim se nadziru ovim sistemom i da li je GSM veza redundantna veza preko IP mreže?

2. Da li su havarije u januaru 2013. koje su se desile na dva dalekovoda, bile jednovremene i kako su one uticale na raspoloživost SDH prstena i raspoloživost ONMS - sistema?

## Bilješke