25
godina
years

13. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
sa regionalnim učešćem

13th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION
with regional participation

ZBORNIK SADRŽAJA REFERATA
BOOK OF ABSTRACTS

12-16/09/2022, Kopaonik, Serbia

CIRED

GENERALNI SPONZOR / GENERAL SPONSOR

Energize
We energize the future

THE SolarLand

www.energize.rs

GENERALNI POKROVITELJ / GENERAL ENDORSMENT

ЕЛЕКТРОДИСТРИБУЦИЈА СРБИЈЕ

www.elektrodistribucija.rs

ZLATNI SPONZORI / GOLDEN SPONSORS

ABB

www.abb.rs

GE Grid Solutions

www.gegridsolutions.com

Life Is On Schneider Electric

www.se.com/rs

SIEMENS

www.siemens.rs

ELNOS GROUP

www.elnosgroup.com

Comel since 1990

www.comel.rs

METER&CONTROL
Solutions for smart energy management

www.meterandcontrol.com

iskraemeco
BY ELSEWEDY ELECTRIC

www.iskraemeco.com

DNP INŽENJERING

www.dnp-inzenjering.rs

VELIKI I SPONZOR KONGRESNE TORBE
GREAT AND CONFERENCE BAG SPONSOR

MT-KOMEX D.O.O.
ENERGY&CHARGING SOLUTIONS

www.mt-komex.co.rs

VELIKI SPONZORI / GREAT SPONSORS

Weidmüller

www.weidmuller.com

Nexans
ELECTRIFY THE FUTURE
MARTI KOMERC

www.martikom.rs

МЈЕШОВИТИ ХОЛДИНГ
"ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ"
Матично предузеће, акционарско друштво Требиње
MIXED HOLDING
"POWER UTILITY OF THE REPUBLIC OF SRPSKA"
Parent Joint-stock Company Trebinje

www.ers.ba

POKROVITELJ / ENDORSMENT

Life Is On Schneider Electric

www.se.com/rs

SOMBORELEKTRO d.o.o. Sombor

www.somborelektro.rs

Енергоинжењеринг Јужна Бачка
PEEM Sinergy

www.entjuba.rs

Elektromontaža

www.elektromontaza.rs

SNE Energy EcoXport Solvolder

www.sneenergy.rs

www.minel-trafo.com

SATURN ELECTRIC

www.saturnelectric-sr.com

InfoProjekt VALJEVO
srcsoft

www.srcsoft.co.rs

SPONZORI / SPONSORS

Megger

AVALON
- sa naponom na ti -

PFIFFNER
Current and voltage – our passion
NAVITAS

ENELPS ENEL 3S

SIEMENS energy

ETI

ELTEC

MIKROELEKTRONIKA A.D.
sitel d.o.o.

IED

RASINA

Kadis Inženjering

AVEVA

SPONZOR KOKTELA DOBRODOŠLICE / WELCOME COCKTAIL SPONZOR

GRAND KOPAONIK

DONATOR / DONOR

NYNAS | Plattner

XIII SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
sa regionalnim učešćem
Srbija, Kopaonik, Hotel Grand
12 – 16. septembar 2022.

XIII CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION
with regional participation
Serbia, Kopaonik, Grand Hotel
September 12-16, 2022

ZBORNIK SADRŽAJA REFERATA
BOOK OF ABSTRACTS

Organizator:

Nacionalni komiteti CIRED Srbije u saradnji sa nacionalnim komitetom CIRED Crne Gore i drugim, kao i sa kompanijama i stručnjacima iz zemalja regiona

Organized by:

CIRED Liaison Committee of Serbia *in cooperation with CIRED Liaison Committee of Montenegro, and others, together with companies and experts from the region*

www.cired.rs

***Supported by*:**

Izdavač / *Publisher:*	Nacionalni komitet CIRED Srbija *CIRED Liaison Committee of Serbia* Elektrodistribucija Srbije doo | Bulevar Oslobođenja 100, 21000 Novi Sad, Srbija Tel: +381 21 4821 062 | Fax: +381 21 4821 679 | Web: www.cired.rs
Glavni i odgovorni urednik: *Editor in Chief:*	dr Zoran SIMENDIĆ
Priprema i tehnička obrada: *Prepress*	BBN Congress Management d.o.o. Deligradska 9, 11000 Beograd, Srbija Tel: +381 11 3629 405, 3629 402, 2682 318 E-mail: bbn@bbn.co.rs | Web: www.bbn.co.rs
Dizajn korica / *Cover Design*:	Sanja Milošević
Štampa / *Printing Office*:	Štamparija Radunić
Tiraž / *Print run:*	450

I M P R E S U M

Zbornik radova objavljen je u elektronskoj formi, zajedno sa elektronskom verzijom Zbornika kratkih sadržaja referata, na **USB**-u **13. Savetovanja o elektrodistributivnim mrežama.**

ISBN i **CIP** su takođe objavljeni na USB-u Savetovanja.

*Conference Proceedings are published electronically, together with the electronic version of Book of Abstracts on the **flash drive** of the **13th Conference on Electricity Distribution.***

***ISBN** and **CIP** are also published within the Conference flash drive.*

UVODNA PREDAVANJA / *INTRODUCTORY LECTURES*

UP-0.01 13
IZAZOVI PRELASKA NA DISTRIBUTIVNE MREŽE SA NEUTRALNOM EMISIJOM GASOVA STAKLENE BAŠTE I PREUZIMANJA ULOGA OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA
CHELLENGES OF TRANSITION TO NET-ZERO DISTRIBUTION NETWORKS AND DISTRIBUTION SYSTEM OPERATION
Prof. Jovica V. MILANOVIĆ, Dipl.Ing., MSc, PhD, DSc, FIET, FIEEE, The University of Manchester

UP-0.02 15
SMANJENJE GUBITAKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI U OKVIRU PRELASKA NA ODRŽIV AKTIVAN SISTEM
REDUCING LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORKS DUE TO ACTIVE SYSTEM TRANSITION
Prof. dr Vladica MIJAILOVIĆ, dipl. inž. El, FTN Čačak

UP-0.03 16
ANALITIKA VELIKIH PODATAKA ZA PREDVIĐANJE, UPRAVLJANJE I UBLAŽAVANJE PREKIDA
BIG DATA ANALYTICS FOR PREDICTING, MANAGING AND MITIGATING OUTAGES
Prof. Mladen KEZUNOVIĆ, Dipl.Ing., MSc, PhD,Texas A&M University

STK 1 / EC 1: KOMPONENTE MREŽA / NETWORK COMPONENTS
Predsednik komisije / *Chairman*: dr Vladimir ŠILJKUT, JP Elektroprivreda Srbije / *PE Electric Power Industry of Serbia*

PREZENTOVANJE IZVEŠTAJA STK 1 / *PRESENTING THE REPORT OF THE EC 1* 17

STK 1 / *EC 1*: Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2*:
Testiranje, monitoring, dijagnostika i strategija održavanja komponenti elektrodistributivnih mreža /
Testing, monitoring, diagnostics and maintenance strategy of power distribution networks components

R-1.01 29
PROCENA ŽIVOTNOG VEKA ELEKTROENERGETSKIH KABLOVA SA SINTETIČKOM IZOLACIJOM
LIFE-TIME ESTIMATION OF EXTRUDED DIELECTRIC POWER CABLES
Miodrag Stojanović, Dragan Tasić, Dardan Klimenta, Nikola Krstić

R-1.02 30
RAZMATRANJE DUVALOVIH TROUGLOVA 2 ZA REGULACIONE SKLOPKE
CONSIDERATION OF DUVAL TRIANGLES 2 FOR ON-LOAD TAP CHANGERS
Siniša Spremić

R-1.03 31
VALIDACIJA MERENJA AMPLITUDNE I FAZNE GREŠKE VISOKONAPONSKIH STRUJNIH TRANSFORMATORA U POGONU BEZ PREKIDA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE
VALIDATION OF LIVE LINE MEASUREMENT OF AMPLITUDE AND PHASE DISPLACEMENT ERRORS OF HIGH-VOLTAGE CURRENT TRANSFORMERS WITHOUT INTERRUPTION OF ELECTRICITY SUPPLY
Uroš Kovačević, Vladeta Milenković, Dragana Naumović-Vuković, Nenad Kartalović, Nenad Stojanović, Miodrag Stojanović

STK 1 / *EC 1*: Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Savremene konstrukcije, primena novih tehničkih rešenja i održavanje komponenti elektrodistributivnih mreža
Modern constructions, application of new technical solutions and maintenance of power distribution networks components

I-1.04 32
DEGRADACIJA KUĆIŠTA KOMPOZITNIH IZOLATORA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE KAO POSLEDICA STARENJA
DEGRADATION OF HOUSING OF COMPOSITE INSULATORS FOR DISTRIBUTION OVERHEAD LINES AS A CONSEQUENCE OF AGING
Dimitrije Anđelković, Vladimir Alempijević

I-1.05 33
ISTORIJSKI RAZVOJ POTPORNIH IZOLATORA OD PORCELANA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE OD IZOLATORA ZA NOSAČ DO IZOLATORA ZA VODOVE
HISTORICAL DEVELOPMENT OF POST INSULATORS FROM PORCELAIN FOR DISTRIBUTIVE OVERHEAD LINES FROM PIN INSULATORS TO INSULATORS FOR LINES
Milica Vlaisavljević, Alen Gudžević

I-1.06 34
METODOLOGIJA DIZAJNIRANJA ŠTAPNIH I POTPORNIH IZOLATORA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE
METHODOLOGY OF DESIGNING OF LONG ROD AND POST INSULATORS FOR DISTRIBUTION OVERHEAD LINES
Alen Gudžević, Milica Vlaisavljević

R-1.07 ..... **35**
PRORAČUN VUČNIH SILA KOD MAŠINSKOG POLAGANJA VN KABLOVA U ROV
THE CALCULATION OF TRACTION FORCES IN MACHINE LAYING OF HV CABLES IN TRENCH
Miladin Tanasković†, Dragoslav Perić

I-1.08 ..... **36**
ANALIZA ASPEKATA ZAMENE MALOULJNIH PREKIDAČA 35 kV ODGOVARAJUĆIM VAKUUMSKIM U POSTROJENJIMA SA IZVLAČIVIM ĆELIJAMA
ANALYSIS OF ASPECTS OF LOW OIL CIRCUIT-BREAKERS 35 kV REPLACEMENT WITH COMPATIBLE VACUUM CIRCUIT-BREAKERS IN SWITCHGEARS WITH PULL-OUT COMPARTMENTS
Saša Kordić, Dejan Vučković, Dejan Živković

R-1.09 ..... **37**
IMPLEMENTACIJA UREĐAJA ATS U TRANSFORMATORSKOJ STANICI INDUSTRIJSKOG KOMPLEKSA NAPAJANOG IZ ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE
IMPLEMENTATION OF ATS SYSTEM IN A SUBSTATION OF AN INDUSTRIAL COMPLEX POWERED BY ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORK
Brankica Popović Zdravković, Nada Vrcelj, Nikola Šušnica

R-1.10 ..... **38**
TRANSFORMATORI ZA VETROELEKTRANE-ZAHTEVI
TRANSFORMERS FOR WIND POWER PLANTS-REQUIREMENTS
Ivan Jagodić, Zdravko Ristić, Zoran Ćirić, Mihajlo Ristić

R-1.11 ..... **39**
ANALIZA NEKIH KONSTRUKCIONIH IZVEDBI MERNIH TRANSFORMATORA 110 kV SA PREDLOGOM UNAPREĐENJA
ANALYSIS OF SOME CONSTRUCTIONAL DESIGNS OF 110 kV INSTRUMENT TRANSFORMERS WITH IMPROVEMENT PROPOSAL
Dušan Obradović

STK 1 / *EC 1*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4*:
Uticaj komponenti elektrodistributivnih mreža na životnu i radnu sredinu
Living and working environment impact of power distribution networks components

R-1.12 ..... **40**
KOLIKO ZNAMO O PROBLEMU ELEKTROKUCIJE PTICA U SRBIJI?
HOW MUCH DO WE KNOW ABOUT BIRD ELECTROCUTION PROBLEM IN SERBIA?
Milica Krmar, Milan Ružić, Sandra Jovanović, Mirjana Rankov, Radislav Mirić, Marko Šćiban

R-1.13 ..... **41**
ANALIZA NIVOA MAGNETSKE INDUKCIJE U STANU USLED UTICAJA NISKONAPONSKIH KABLOVSKIH PRIKLJUČNIH KUTIJA
ANALYSIS OF MAGNETIC FLUX DENSITY LEVELS IN THE APARTMENT DUE TO THE INFLUENCE OF LOW VOLTAGE CABLE TERMINAL BOXES
Maja Grbić, Dejan Hrvić, Aleksandar Pavlović

R-1.14 ..... **42**
METODOLOGIJA ZA ODREĐIVANJE MAKSIMALNE VREDNOSTI MAGNETSKE INDUKCIJE U ZONAMA POVEĆANE OSETLJIVOSTI U BLIZINI TRANSFORMATORSKIH STANICA NAPONSKIH NIVOA 10/0,4 kV I 20/0,4 kV ZASNOVANA NA REZULTATIMA MERENJA I PRORAČUNA
METHODOLOGY FOR DETERMINING THE MAXIMUM VALUE OF MAGNETIC FLUX DENSITY IN THE AREAS OF INCREASED SENSITIVITY NEAR 10/0.4 kV AND 20/0.4 kV TRANSFORMER STATIONS BASED ON THE RESULTS OF MEASUREMENTS AND CALCULATIONS
Maja Grbić, Aleksandar Pavlović

I-1.15 ..... **43**
VAKUUMSKA TEHNOLOGIJA REGULACIONIH SKLOPKI I SMANJENJE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU
VACUUM TECHNOLOGY OF ON LOAD TAP CHANGERS AND REDUCTION OF ENVIRONMENTAL IMPACT
Bogdan Petrović, Siniša Spremić

STK 1 / *EC 1*: Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3*:
Modelovanje i primena savremenih softverskih alata za analizu komponenti elektrodistributivnih mreža
Modeling and application of modern software tools for the analysis of power distribution networks components

R-1.16 ..... **44**
KORISNIČKI PROGRAM ZA DIMENZIONISANJE BETONSKIH STUBOVA ELEKTRODISTRIBUTIVNIH VODOVA
USER PROGRAMME FOR DIMENSIONING CONCRETE POLES OF POWER DISTRIBUTION LINES
Dragoslav Perić

R-1.17 ..... **45**
ANALIZA RIZIKA PO BEZBEDNOST RADNIKA KOJI RADE NA ODRŽAVANJU DISTRIBUTIVNOG NADZEMNOG VODA USLED POJAVE INDUKOVANE ELEKTROMOTORNE SILE
RISK ANALYSIS FOR THE SAFETY OF WORKERS WORKING ON THE MAINTENANCE OF OVERHEAD DISTRIBUTION POWER LINE DUE TO INDUCED ELECTROMOTIVE FORCE
Aleksandar Pavlović, Maja Grbić, Ranko Jasika, Stefan Obradović

R-1.18 ..... **46**
DEJSTVA TROFAZNOG MAGNETNOG JEZGRA I NAMOTAJA NA VREME PRISTIZANJA SIGNALA OD IZVORA PARCIJALNOG PRAŽNJENJA DO UHF DAVAČA U ENERGETSKOM TRANSFORMATORU
EFFECTS OF THREE-PHASE MAGNETIC CORE AND WINDINGS ON TIME OF SIGNAL ARRIVAL FROM PARTIAL DISCHARGE SOURCE TO UHF SENSORS IN POWER TRANSFORMER
Đorđe Dukanac

R-1.19 ..... **47**
MAKSIMALNE STRUJE KRATKOG SPOJA PRI KVAROVIMA NA PRIKLJUČCIMA TRONAMOTAJNIH TRANSFORMATORA RAZLIČITIH SPREGA
MAXIMUM SHORT-CIRCUIT CURRENTS DURING FAULTS ON THREE-WINDING TRANSFORMERS TERMINALS WITH DIFFERENT CONNECTION TYPES
Zoran Radaković, Marko Novković, Zoran Lazarević, Tomislav Rajić, Dušan Kulić, Željko Lazović

R-1.20 ..... **49**
PRORAČUN RASPODELE POTENCIJALA IZNAD UZEMLJIVAČA DISTRIBUTIVNE TRANSFORMATORSKE STANICE SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM
CALCULATION OF VOLTAGE POTENTIAL DISTRIBUTION ABOVE GROUNDING SYSTEM OF DISTRIBUTION TRANSFORMER STATION WITH INSULATED NEUTRAL POINT
Tomislav Rajić, Dragutin Salamon, Jovan Mikulović

STK 2 / *EC 2:* KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA / *POWER QUALITY IN DISTRIBUTION SYSTEMS*
Predsednik komisije / *Chairman*: Prof. dr Vladimir KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad / *Faculty of Technical Sciences, Novi Sad*

PREZENTOVANJE IZVEŠTAJA STK 2 / *PRESENTING THE REPORT OF THE EC 2* **50**

STK 2 / *EC 2*: Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Kvalitet isporuke i kvalitet isporučene električne energije – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje analize, iskustva, itd.
The power quality of supply and supplied energy – sources, spreading, immunity, mitigation, experiences, etc.

R-2.01 ..... **56**
ANALIZA ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE KDS "BARRY-CALLEBAUT - CHOCOLATE FACTORY NOVI SAD"
ANALYSIS OF DELIVERED POWER TO CUSTOMER "BARRY-CALLEBAUT - CHOCOLATE FACTORY NOVI SAD"
Milica Porobić, Dragan Cvetinov, Radislav Milankov, Ratko Rogan

R-2.02 ..... **57**
KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE NA FTN – REZULTATI DUGOGODIŠNJEG PRAĆENJA
POWER QUALITY AT THE FTS – RESULTS OF LONG-TERM MONITORING
Vladimir Katić, Zoltan Čorba, Marko Vekić

R-2.03 ..... **58**
ODREĐIVANJE OPTIMALNIH LOKACIJA I PARAMETARA PASIVNIH FILTERA PRIMENOM METAHEURISTIČKIH METODA
DETERMINATION OF OPTIMAL LOCATIONS AND PARAMETERS OF PASSIVE POWER FILTERS USING METAHEURISTIC METHODS
Miloš Milovanović, Jordan Radosavljević, Bojan Perović, Jovan VUKAŠINOVIĆ

R-2.04 ..... **59**
PREKID NEUTRALNOG PROVODNIKA KAO DIREKTNI UTICAJ NA KVALITET ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE
INTERRUPTION OF THE NEUTRAL CONDUCTOR AS A DIRECT IMPACT ON THE QUALITY OF DELIVERED ELECTRICAL POWER
Dušan Čomić, Zoran Mitrović, Boris Antić

R-2.05 ..... **60**
UTICAJ NESIMETRIJE NAPONA NA IZRAČUNAVANJE SNAGA I FAKTORA SNAGE
IMPACT OF VOLTAGE UNBALANCE ON POWER AND POWER FACTOR CALCULATIONS
Bojana Čolić, Marko Ikić, Jovan Mikulović

R-2.06 ..... **61**
PROPAGACIJA NAPONSKOG FLIKERA KROZ PRENOSNU I DISTRIBUTIVNU MREŽU
VOLTAGE FLICKER PROPAGATION THROUGH TRANSMISSION AND DISTRIBUTION GRID
Nikola Laketić, Vladimir Đikić, Vladimir Krnajski, Aleksandar Tatalović

R-2.07 ..... **62**
PROCENA RADA VETROELEKTRANE I UTICAJ NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE
ASSESSMENT OF WIND POWER PLANT OPERATION AND IMPACT ON THE POWER QUALITY
Aleksandar Stanisavljević, Vladimir Katić

STK 2 / *EC 2*: Preferencijalna tema 6 / *Preferential Subject 6*:
Uticaj nedovoljnog kvaliteta u mreži na rad potrošača ili distribuiranih generatora (tehnički problemi, energetska efikasnost, pouzdanost, finansijski efekti, odnosi sa potrošačima, itd.)
Effects of poor power quality on loads and distributed generators (technical problems, efficiency, reliability, costs, customer relations, etc.)

R-2.08 ..... **63**
ZAVISNOSTI HARMONIKA STRUJE NEKIH SVETILJKI ZA JAVNU RASVETU OD NAPOJNOG NAPONA
DEPENDENCIES OF CURRENT HARMONICS OF SOME LAMPS FOR PUBLIC LIGHTING ON SUPPLY VOLTAGE
Ivan Anastasijević, Lidija Korunović

STK 3 / *EC 3*: ZAŠTITA I UPRAVLJANJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA / *PROTECTION AND CONTROL IN DISTRIBUTION NETWORKS*
Predsednik komisije / *Chairman*: mr Dušan VUKOTIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd

PREZENTOVANJE IZVEŠTAJA STK 3 / *PRESENTING THE REPORT OF THE EC 3* **64**

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Upravljanje elektrodistributivnim mrežama / *Control in distribution networks*

R-3.01 ..... **77**
PRIMENA NAPREDNE AUTOMATIZACIJE SNDM MREŽE
APPLICATION OF ADVANCED AUTOMATION OF MV ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK
Dušan Vukotić, Božidar Ćirić, Sunčica Cvetković, Nikola Čolović

I-3.02 ..... **78**
DDC NOVI SAD – POČETAK OPERATIVNOG RADA
DDC NOVI SAD – BEGINNING OF OPERATIONAL WORK
Miroslav Bačlić, Miroslav Radosavljev, Gordana Jovanović

I-3.03 ..... **79**
SOFTEVRSKA PLATFORMA ELEKTRONSKI DNEVNIK DOGAĐAJA ZA POTREBE DISPEČERSKOG UPRAVLJANJA
SOFTWARE PLATFORM ELECTRONIC EVENT LOG FOR DISPATCH MANAGEMENT
Edin Zekić, Dražen Škiljević, Suzana Bondokić

R-3.04 ..... **80**
DALJINSKO UPRAVLJANJE I NADZOR RIKLOZERIMA RAZLIČITIH PROIZVOĐAČA U ZP ELEKTROKRAJINA
REMOTE SUPERVISION AND CONTROL OF RECLOSERS MADE BY DIFFERENT MANUFACTURERS INSTALLED IN ZP ELEKTROKRAJINA
Milan Kalaba, Boris Katan, Nataša Vejnović

R-3.05 ..... **81**
PRIMERI PREVAZILAŽENJA HITNIH HAVARIJSKIH STANJA NA RADIJALNIM DALEKOVODIMA 35 kV
EXAMPLES OF TRANSCENDING EMERGENCY SITUATIONS ON 35 kV RADIAL TRANSMISSION LINES
Dragan Đorić, Dejan Vučković, Miloš Arsenijević

R-3.06 ..... **82**
STACIONARNA DODATNA STRUJA CIRKULACIJE U SN MREŽI USLED POPREČNE KOMPONENETE PADA NAPONA
ADDITIONAL NON-TRANSIENT CIRCULATION CURRENT IN MV NETWORKS DUE TO TRANSVERSAL VOLTAGE DROP COMPONENT
Dragan Cvetinov, Gordana Jovanović

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2*:
Zaštita elektrodistributivnih mreža / *Protection of distribution networks*

R-3.07 ..... **83**
TESTIRANJE DIFERENCIJALNE ZAŠTITE TRANSFORMATORA NA "PROCESS BUS" REŠENJIMA
TESTING OF TRANSFORMER DIFFERENTIAL PROTECTION WITH PROCESS BUS SOLUTIONS
Miloš Isailović, Aleksandar Marjanović, Uroš Njegovan, Zoran Stojanović

R-3.08.....**84**
ODABIR OPTIMALNOG UGLA USMERENE ZEMLJOSPOJNE ZAŠTITE IZVODA SREDNJENAPONSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE UZEMLJENE PREKO NISKOOMSKE REZISTANSE
OPTIMAL ANGLE SETTINGS OF DIRECTIONAL EARTH FAULT PROTECTION OF FEEDER OF MEDIUM VOLTAGE POWER GRID EARTHED BY LOW RESISTANCE
Nikola Milošević, Milan Milanko

R-3.09.....**85**
IZAZOVI PRI PODEŠAVANJU RELEJNE ZAŠTITE U MIKROMREŽAMA SA VELIKIM BROJEM DISTRIBUIRANIH ENERGETSKIH RESURSA
CHALLENGES IN DETERMINATION OF RELAY PROTECTION SETTINGS IN MICROGRIDS WITH HIGH PENETRATION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES
Nikola Simić, Luka Strezoski, Radenko Milićević, Nemanja Vukobrat

R-3.10.....**87**
PREGLED POSTOJEĆIH ZAŠTITA VETROGENERATORA SA DVOSMERNO NAPAJANOM ASINHRONOM MAŠINOM I NJIHOVE PODRŠKE STABILNOSTI SISTEMA TOKOM KRATKOG SPOJA
OVEREVIEW OF EXISTING FAULT PROTECTIONS OF WIND POWER PLANTS WITH DOUBLY FED INDUCTION MACHINES AND THEIR INFLUENCE ON MODELING DURING SHORT CIRCUIT FAULTS IN THE SYSTEM
Andrija Mitrović, Luka Strezoski

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3*:
Održavanje elektrodistributivnih mreža / *Maintenance of distribution networks*

R-3.11.....**88**
STATISTIČKA ANALIZA REZULTATA BAZE PODATAKA INSTITUTA „NIKOLA TESLA“ U CILJU REVIZIJE POSTOJEĆIH GRANIČNIH VREDNOSTI STANDARDA IEC 60422 I UVIDA I PROCENE STANJA I KVALITETA ULJA RAZLIČITIH KATEGORIJA OPREME
STATISTICAL ANALYSIS OF NIKOLA TESLA INSTITUTE DATABASE RESULTS IN PURPOSE OF REVISING EXISTING LIMIT VALUES WITHIN IEC 60422 STANDARD AND INSIGHT AND ASSESSMENT OF OILS CONDITION AND QUALITY FOR DIFFERENT EQUIPMENT CATEGORIES
Ksenija Drakić, Valentina Vasović, Draginja Mihajlović, Jelena Janković, Jelena Lukić

R-3.12.....**89**
PRIMENA MQTT PROTOKOLA U SISTEMIMA ZA MONITORING ENERGETSKIH TRANSFORMATORA
APPLICATION OF MQTT PROTOCOL IN TRANSFORMER MONITORING SYSTEMS
Aleksandar Jovanović, Marko Novković, Sébastien Girard, Patrick Picher, Zoran Radaković

R-3.13.....**90**
IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA NADZOR BESPREKIDNOG NAPAJANJA U 110/x kV I 35/x kV TRAFOSTANICAMA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD
IMPLEMENTATION OF THE UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY MONITORING SYSTEM IN SUBSTATION 110/x AND 35/x kV IN THE DISTRIBUTION AREA OF BELGRADE
Milorad Stančić. Goran Nedić

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4*:
Upravljanje i komunikacije u elektrodistributivnim mrežama / *Operation and communication in distribution networks*

R-3.14.....**91**
NADZOR I PRAĆENJE PARAMETARA RADIO UREĐAJA I KVALITETA RADIO VEZE BAZIRANE NA KORIŠĆENJU DIGITALNOG PAKETNOG RADIJA
SURVEILLANCE AND MONITORING OF PARAMETERS OF RADIO DEVICES AND QUALITY OF RADIO COMMUNICATIONS IN SYSTEMS BASED ON DIGITAL PACKET RADIO
Đorđe Vladisavljević, Predrag Šejat

R-3.15.....**92**
SISTEM ZA NADZOR I UPRAVLJANJE DATA CENTROM BAZIRAN NA IOT MREŽI
DATA CENTRE MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM BASED ON IOT NETWORK
Ivan Vujović, Mladen Koprivica

I-3.16.....**93**
IMPLEMENTACIJA GEOGRAFSKOG INFORMACIONOG SISTEMA SA PODACIMA O ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI U DP NOVI SAD
IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM WITH POWER DISTRIBUTION NETWORK DATA IN DP NOVI SAD
Dragan Kačar, Dušan Popović, Aleksandar Bošković

STK 4 / *EC 4:* DISTRIBUIRANA PROIZVODNJA I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE / *DISTRIBUTED PRODUCTION AND EFFICIENT USE OF ELECTRICAL ENERGY*
Predsednik komisije / *Chairman*: dr Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad / *Faculty of Technical Sciences, Novi Sad*

PREZENTOVANJE IZVEŠTAJA STK 4 / *PRESENTING THE REPORT OF THE EC 4* 94

STK 4 / *EC 4*: Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Integracija i upravljanje distribuiranih izvora električne energije (DER) u distributivnim mrežama
Integration and managing of distributed energy resources (DER) in distribution networks

R-4.01 104
PREDNOSTI PAMETNE MREŽE ZA UNAPREĐENJE SISTEMA
BENEFITS OF SMART GRID FOR DISTRIBUTION SYSTEM IMPROVEMENTS
Robert Russo, Aaron Snyder

R-4.02 105
OPTIMALNA LOKACIJA I KONFIGURACIJA SISTEMA SAČINJENOG OD FOTONAPONSKOG I SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE ENERGIJE UZIMAJUĆI U OBZIR SMANJENJE GUBITAKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI
OPTIMAL LOCATION AND CONFIGURATION OF THE SYSTEM CONSISTING OF PHOTOVOLTAIC AND ENERGY STORAGE SYSTEM CONSIDERING THE REDUCTION OF LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORK
Nikola Krstić, Dragan Tasić

R-4.03 106
VIŠE-PERIODNA REKONFIGURACIJA ZASNOVANA NA UPRAVLJANJU RIZIKOM UZ UVAŽAVANJE RASPOLOŽIVOG (HOSTING) KAPACITETA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
RISK-BASED APPROACH FOR MULTI-PERIOD NETWORK RECONFIGURATION CONSIDERING HOSTING CAPACITY
Željko Popović, Stanko Knežević

I-4.04 107
UTICAJ EKSPANZIJE ELEKTRIČNIH VOZILA NA ELEKTROENERGETSKI SISTEM, I MOGUĆNOST ISKORIŠĆENJA MALIH SOLARNIH ELEKTRANA INSTALIRANIH NA INDIVIDUALNIM OBJEKTIMA U CILJU PUNJENJA ELEKTRIČNIH VOZILA
THE IMPACT OF THE EXPANSION OF ELECTRIC VEHICLES ON THE POWER SYSTEM, AND THE POSSIBILITY OF USING SMALL SOLAR POWER PLANTS INSTALLED ON INDIVIDUAL FACILITIES IN ORDER TO CHARGE ELECTRIC VEHICLES
Goran Živković

R-4.05 108
ODREĐIVANJE OPTIMALNOG PROIZVODNOG MIKSA ZA NAPAJANJE POTROŠNJE MIKRO-MREŽE
DEFINING THE OPTIMAL GENERATION MIX FOR SUPPLYING THE MICRO-GRID'S DEMAND
Vladan Ristić, Miljan Žikić, Dragana Ristić, Nebojša Vučinić, Ognjen Mijušković, Stefan Despotović

R-4.06 110
PUNIONICE ELEKTRIČNIH VOZILA NA TRŽIŠTU REPUBLIKE SRBIJE
CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF SERBIA
Milos Kuzman, Dunja Grujić

R-4.07 111
SOLARNE FN ELEKTRANE U LIBIJI – POTENCIJAL I KAPACITETI
SOLAR PV POWER IN LIBYA – POTENTIAL AND CAPACITIES
Sulaiman Milad, Vladimir Katić, Omer Mohamoud

R-4.08 112
UTICAJ NEIZVESNOSTI PROIZVODNJE I POTROŠNJE NA NAPONSKE PRILIKE
INFLUENCE OF PRODUCTION AND CONSUMPTION UNCERTAINTY ON VOLTAGE CONDITIONS
Marko Obrenić, Predrag Vidović

R-4.09 113
PRORAČUNI TOKOVA SNAGA SA SIMULTANIM PREKIDIMA FAZA
POWER FLOW CALCULATIONS WITH SIMULTANEOUS PHASE INTERRUPTIONS
Predrag Vidović, Nikola Vojnović, Vladimir Strezoski, Dejan Reljić

STK 4 / *EC 4*: Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2*:
Efikasno korišćenje električne energije i Uloga distribuiranih izvora električne energije (DER) u poslovnim procesima u distributivnim sistemima
Efficient use of electrical energy and DER roles in business processes in distribution systems

R-4.10 ..... **114**
TIPIČNE DISTRIBUTIVNE MREŽE / TYPICAL DISTRIBUTION NETWORKS
Milica Dilparić, Dušan Vukotić, Petar Pavlović, Jelena Dabić, Darko Šošić, Goran Dobrić

R-4.11 ..... **115**
EFIKASNA DISTRIBUTIVNA MREŽA - TRENUTNO STANJE I TRENDOVI -UPOREDNI PREGLED-
EFFICIENT ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK - CURRENT SITUATION AND FUTURE TRENDS -COMPARATIVE OVERVIEW-
Vladica Mijailović, Aleksandar Ranković

R-4.12 ..... **116**
POKAZATELJI POUZDANOSTI DISTRIBUTIVNIH MREŽA - UPOREDNI PREGLED
ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK RELIABILITY INDICES - COMPARATIVE OVERVIEW
Vladica Mijailović, Aleksandar Ranković

R-4.13 ..... **117**
PRAĆENJE GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE PO OGRANCIMA DP BEOGRAD I ANALIZA UTICAJA PRIMENE MERA PREMA OPERATIVNOM PLANU ZA SMANJENJE GUBITAKA
ELECTRICAL ENERGY LOSSES MONITORING ON BRANCHES LEVEL OF DA (DISTRIBUTION AREA) BELGRADE AND IMPACT ANALYSIS OF APPLIED MEASURES IN ACCORDANCE WITH OPERATIONAL PLAN FOR LOSSES REDUCTION
Jelena Stević, Vesna Stanojević, Radeta Marić, Darko Nedović

I-4.14 ..... **118**
ZAKONODAVNO-PRAVNI OKVIR POZITIVNIH PROPISA SA PREDLOGOM IZMENA U CILJU STVARANJA EFIKASNIJEG AMBIJENTA ZA SANKCIONISANJE ZLOUPOTREBA PRI KORIŠĆENJU ENERGIJE
LEGISLATIVE FRAMEWORK OF POSITIVE REGULATIONS WITH PROPOSED AMENDMENTS IN ORDER TO CREATE A MORE EFFICIENT ENVIRONMENT TO SANCTION ABUSES IN THE USE OF ENERGY
Danijela Jović Pišot, Gordana Cvijić, Darko Nedović, Radeta Marić, Branislava Nikolić

I-4.15 ..... **119**
POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI OBJEKATA OPŠTINE VRBAS
INCREASES IN ENERGY EFFICIENCY OF VRBAS MUNICIPAL FACILITIES
Milan Glušac

STK 4 / *EC 4*: Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3*:
Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima / *Smart metering and advanced metering infrastructure (AMI)*

R-4.16 ..... **120**
POBOLJŠANO PODEŠAVANJE POKAZIVANJA ENERGIJE NA EKRANU PAMETNOG BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE UZIMAJUĆI U OBZIR UNUTRAŠNJU KONSTANTU BROJILA
ADVANCED ADJUSTMENT OF ENERGY DISPLAY ON THE SCREEN OF THE SMART ELECTRICITY METER TAKING INTO ACCOUNT THE INTERNAL CONSTANT OF THE METER
Đorđe Dukanac

R-4.17 ..... **121**
BILATERALNO POREĐENJE IZMEĐU KONTROLNOG TELA ELEKTRODISTRIBUCIJE SRBIJE I NACIONALNE METROLOŠKE INSTITUCIJE
BILATERAL COMPARISON BETWEEN THE CONTROL BODY OF THE ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE LTD. AND THE NATIONAL METROLOGICAL INSTITUTION
Tatjana Cincar-Vujović, Ivana Narančić, Aleksandar Nikolić, Dejan Radosavljević, Zoran Maksimović, Petar Deak

STK 5 / *EC 5:* PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH SISTEMA/ *DISTRIBUTION SYSTEMS PLANNING*
Predsednik komisije / *Chairman*: dr Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet, Niš / *Electronic Faculty, Nis*

PREZENTOVANJE IZVEŠTAJA STK 5 / *PRESENTING THE REPORT OF THE EC 5* **122**

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Predviđanje potrošnje i proizvodnje distribuiranih izvora / *Demand and generation forecast*

I-5.01 ..... **130**
PLANIRANJE GUBITAKA ENERGIJE U FOTONAPONSKOM POSTROJENJU
ENERGY LOSSES PLANNING IN FOTOVOLTAIC POWER PLANT
Miodrag Zdravković, Nikola Cvetanović

R-5.02 ..... **131**

KOMPARATIVNA ANALIZA PROMENE SNAGE I OPTEREĆENJA U ZIMSKOM I LETNJEM PERIODU U OGRANKU ZEMUN, DP BEOGRAD OD 2011. DO 2021. GODINE
COMPARATIVE ANALYSIS OF CHANGES IN POWER AND LOAD IN THE WINTER AND SUMMER PERIOD IN THE ZEMUN BRANCH, DA BELGRADE FROM 2011 TO 2021
Nataša Savić, Dobrivoje Vujić, Radeta Marić

R-5.03 ..... **132**

BIVARIJABILNA STATISTIKA GUSTINE GROMA I GARANTOVANOG KVALITETA USLUGE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI PRIMENOM GAUSOVE KOPULE
BIVARIABLE STATISTICS ON LIGHTNING DENSITY AND GUARANTEED SERVICE QUALITY IN DISTRIBUTION NETWORK USING GAUSSIAN COPULA
Aleksandar Janjić, Lazar Velimirović

R-5.04 ..... **133**

POUZDANOST DISTRIBUTIVNOG POSTROJENJA KORIŠĆENJEM KLASIFIKACIONIH ALGORITAMA MAŠINSKOG UČENJA
RELIABILITY OF DISTRIBUTION PLANTS USING CLASSIFICATION ALGORITHMS OF MACHINE LEARNING
Lazar Velimirović

I-5.05 ..... **134**

NAPONSKE PRILIKE I TOKOVI SNAGA U SREDNJENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI NAKON KVARA U PRENOSNOJ MREŽI 110 kV
VOLTAGE CONDITIONS AND POWER FLOWS IN MEDIUM-VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK AFTER THE FAULT IN 110 kV TRANSMISSION NETWORK
Nikola Cvetanović, Saša Pejčić, Miroslav Dočić

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3:*
Strukture mreža i kriterijumi za planiranje mreža / *Network schemes and design criteria*

I-5.06 ..... **135**

OBEZBEĐENJE KRITERIJUMA N-1 U CILJU STVARANJA USLOVA ZA REZERVNO NAPAJANJE EL. ENERGIJOM KDS KOJI SU PRIKLJUČENI U POSTROJENJU 20 kV, RADIJALNO NAPOJENE TS 110/20/10 kV "JAGODINA 3"
PROVISION OF CRITERION N-1 IN ORDER TO CREATE CONDITIONS FOR RESERVE POWER SUPPLY WITH ELECTRICITY KDS WHICH ARE CONNECTED IN A 20 kV PLANT, RADIALLY POWERED TS 110/20/10 kV "JAGODINA 3"
Miroljub Petrović, Zoran Vulić

R-5.07 ..... **136**

TEHNIČKO REŠENJE ZA REŠAVANJE PROBLEMA RADIJALNOG NAPAJANJA TS 110/35 kV KOPAONIK
TECHNICAL SOLUTION FOR SOLVING THE PROBLEM OF RADIAL POWER SUPPLY OF SS 110/35 kV KOPAONIK
Željko Torlak, Branko Peruničić, Miljan Žikić, Ivan Milanov, Dana Perišić

R-5.08 ..... **137**

PLANIRANJE RADA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE SA VELIKIM BROJEM DISTRIBUIRANIH GENERATORA
DISTRIBUTION SYSTEM WORK PLANNING WITH LARGE NUMBER OF DISTRIBUTED GENERATORS
Saša Đekić

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 5 / *Preferential Subject 5:*
Strategije za investiranje / *Investment strategies*

R-5.9 ..... **138**

AGREGACIJA KOMPOZITNE VIRTUELNE ELEKTRANE – JEDAN OD MOGUĆIH ODGOVORA NA IZAZOVE ZA ELEKTROENERGETSKI SISTEM SRBIJE U PROCESU DEKARBONIZACIJE
AGGREGATION OF COMPOSITE VIRTUAL POWER PLANT - A POSSIBLE ANSWER TO THE CHALLENGES FOR THE SERBIAN POWER SYSTEM IN THE DECARBONIZATION PROCESS
Vladimir Šiljkut, Nikola Georgijević, Saša Milić, Aleksandar Latinović, Dušan Vlaisavljević, Radoš Čabarkapa

R-5.10 ..... **139**

PRIMER PRORAČUNA ZA PROCENU UVOĐENJA NAPREDNIH MERNIH SISTEMA U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU
AN EXAMPLE FOR CALCULATION OF THE IMPLEMENTATION OF SMART METERING SYSTEMS IN THE DISTRIBUTION SYSTEM
Biljana Trivić
STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4:*
Metode za planiranje / Network planning

R-5.11 ..... **141**

MINIMALNO RAZGRANATO STABLO, BRZA APROKSIMACIJA GLOBALNOG OPTIMUMA
MINIMUM SPANNING TREE, GLOBAL OPTIMUM QUICK APPROXIMATION
Branko Stojanović, Tomislav Rajić, Darko Šošić

R-5.12 ..... **142**
VIŠE-PERIODNO PLANIRANJE REKONFIGURACIJE UZ UVAŽAVANJE AUTOMATIZACIJE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
MULTI-PERIOD RECONFIGURATION PLANNING CONSIDERING DISTRIBUTION NETWORK AUTOMATION
Željko Popović, Neven Kovački

R-5.13 ..... **143**
OPTIMIZACIJA BROJA I LOKACIJE PUNJAČA ZA ELEKTRIČNA VOZILA KORIŠĆENJEM MODIFIKOVANE P–MEDIJANE
OPTIMIZATION OF NUMBER AND LOCATION FOR ELECTRIC VEHICLES CHARGERS USING MODIFIED P-MEDIANE
Lazar Velimirović, Jelena Velimirović, Petar Vranić

R-5.14 ..... **144**
ANALIZA RIZIKA PREKIDAČA POMOĆU INTERVALNIH VEROVATNOĆA
CIRCUIT BREAKER RISK ANALYSIS USING INTERVAL PROBABILITIES
Jelena Velimirović

STK 6 / *EC6:* TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE I DEREGULACIJA / ELECTRICITY MARKET AND DEREGULATION
Predsednik komisije / *Chairman*: dr Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Srbija / *Faculty of technical sciences, Novi Sad*

PREZENTOVANJE IZVEŠTAJA STK 6 / *PRESENTING THE REPORT OF THE EC 6* **145**

STK 6 / *EC 6*: Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1:*
Otvaranje tržišta električne energije i restrukturiranje elektroprivrede u regionu, praksa i iskustva
Opening of electricity market and restructuring of electricity sector in the region, practice and experiences

I-6.01 ..... **152**
ANALIZA KRETANJA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE KRAJNJEG KUPCA NA OTVORENOM TRŽIŠTU U REPUBLICI SRBIJI U PERIDU 2014-2021. GODINE
ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF ELECTRICITY PRICES OF THE END CUSTOMER ON THE OPEN MARKET IN THE REPUBLIC OF SERBIA IN THE PERIOD 2014-2021.
Zoran Jeremić, Milan Danilović, Milena Radivojević

I-6.02 ..... **153**
USPON I PAD MALOPRODAJNIH TRŽIŠTA U EVROPI SA OSVRTOM NA SRBIJU
THE RISE AND FALL OF THE ELECTRICITY RETAIL MARKETS IN EUROPE, WITH EMPHASIS ON SERBIA
Pavle Radojević, Mladen Apostolović

R-6.03 ..... **155**
METODOLOGIJA GLOBALNE KONTROLE KLJUČNIH POSTUPANJA ODS-A NA MALOPRODAJNOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE
METHODOLOGY OF GLOBAL CONTROL OF KEY PROCEDURES OF DSO IN THE RETAIL ELECTRICITY MARKET
Branislav Radović, Slobodan Stojkov, Dragan Sudžum

R-6.04 ..... **156**
ANALIZA POSTUPANJA ODS-A PRI PRESTANKU REZERVNOG SNABDEVANJA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU NOVI SAD ZA 2021. GODINU
ANALYSIS OF THE DSO CONDUCT IN THE CASE OF CESSATION OF LAST RESORT SUPPLY IN THE NOVI SAD DISTRIBUTION AREA FOR 2021
Slobodan Stojkov, Branislav Radović, Dragan Sudžum

I-6.05 ..... **157**
OCENA UTICAJA COVID-19 NA PRIHOD OD PRISTUPA ODS-A DISTRIBUTIVNOG PODRUČJA NOVI SAD ZA 2020. I 2021. GODINU
EVALUATION OF THE IMPACT OF COVID-19 PANDEMIC ON THE INCOME FROM THE DSO ACCESS OF THE NOVI SAD DISTRIBUTION AREA FOR 2020. AND 2021.
Milana Lolić, Srđan Pavlović

R-6.06 ..... **158**
UTICAJ OTVARANJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA CIJENE ZA KOMERCIJALNO SNABDIJEVANJE U REPUBLICI SRPSKOJ U 2021. GODINI
THE IMPACT OF THE OPENING OF THE ELECTRICITY MARKET ON PRICES FOR COMMERCIAL SUPPLY IN THE REPUBLIC OF SRPSKA IN 2021
Dunja Mirjanić, Željko Marković

R-6.07 ..... **159**
TRENDOVI U VALIDACIJA KOORDINISANIH PREKOGRANIČNIH KAPACITETA
TRENDS IN COORDINATED CROSS - ZONAL CAPACITY CALCULATION VALIDATION
Predrag Vujović, Luka Strezoski

STK 6 / *EC 6*: Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2:*
Regulacija, modeli regulacije, uloga regulatora, izmene i unapređenja
The Regulation, regulatory models, role of Regulators, changes and improvements

I-6.08 161
NAČIN PROVOĐENJA MJERODAVNOSTI REGULATORNE KOMISIJE ZA ENERGIJU U FEDERACIJI BIH U ELEKTROPRIVREDNOJ DJELATNOSTI DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PRIMJERU JP ELEKTROPRIVREDA HZ HB D.D. MOSTAR
IMPLEMENTING THE COMPETENCIES OF THE ENERGY REGULATORY COMMISSION IN THE FEDERATION OF BIH IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION PROCESS – CASE STUDY FROM JP ELEKTROPRIVREDA HZ HB D.D. MOSTAR
Zorica Mandarić, Mijo Terkeš, Josip Baković

STK 6 / *EC 6*: Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3:*
Učesnici tržišta električne energije, modeli snabdevanja i modeli tržišta
Electricity market participants, supply models and market models

R-6.09 162
MODELI FUNKCIONISANJA AGREGATORA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE
MODELS OF THE FUNCTIONING OF AGGREGATORS IN THE ELECTRICITY MARKET
Dunja Grujić, Milos Kuzman

R-6.10 163
KUPAC-PROIZVOĐAČ IZ KATEGORIJE DOMAĆINSTVO NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI
PROSUMER FROM THE HOUSEHOLD CATEGORY ON THE ELECTRICITY MARKET IN THE REPUBLIC OF SERBIA
Jadranka Ristić

I-6.11 164
DEREGULACIJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE I UTICAJ GLOBALNIH POREMEĆAJA NA NJEGOVO FUNKCIONISANJE
DEREGULATION OF THE ELECTRICITY MARKET AND THE IMPACT OF GLOBAL CRISIS ON ITS FUNCTIONING
Dragana Barjaktarević, Negica Rajakov, Željko Marković, Aca Marković

STK 6 / *EC 6*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4:*
Distribuirani izvori energije u konkurentnim uslovima otvorenog tržišta
Distributed Energy Resources in competitive environment of open electricity market

I-6.12 165
DIREKTNI DALEKOVOD I NJEGOVA ULOGA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE
DIRECT ELECTRICITY LINE AND ITS ROLE IN THE ELECTRICITY MARKET
Branislava Lepotić Kovačević, Ljiljana Hadžibabić, Aleksandar Kovačević

INDEX AUTORA / AUTHORS INDEX 167

UVODNA PREDAVANJA / *INTRODUCTORY LECTURES*

UP-0.01

IZAZOVI PRELASKA NA DISTRIBUTIVNE MREŽE SA NEUTRALNOM EMISIJOM GASOVA STAKLENE BAŠTE I PREUZIMANJA ULOGA OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA

Prof. Jovica V. MILANOVIĆ, Dipl.Ing., MSc, PhD, DSc, FIET, FIEEE, The University of Manchester

Cilj ove prezentacije je da sumira postojeće i predoči buduće kratkoročne i dugoročne karakteristike i izazove pred operatorima elektrodistributivnih mreža i predstavi najnovija zbivanja u ovoj oblasti u Velikoj Britaniji. Prvi deo prezentacije ce ukratko predočiti osnovne karakteristike rada i izazove pred operatorima i vlasnicima elektrodistrubutivnih mreža kako bi se ostvario rad sa neutralnom emisijom gasova staklene bašte i preuzele neke od uloga, posredno ili neposredno, operatora distributivnog sistema. Neki od ovih izazova u oblasti rada, modelovanja i upravljanaja ovakvim mrežama ce dodatno biti ilustrovani kroz rezultate najnovijih istraživanja u ovim oblastima. Drugi deo prezentacije će predstaviti trenutnu situacija u Velikoj Britaniji u ovoj oblasti gde se trenutno privode kraju diskusije između nacionalnog regulatora električnih mreza i 14 operatora distributivnih mreža o predloženim aktivnostima i plaćanjima za iste, za naredi, drugi ciklus, regulisannih troškova i cene usluga distribtutivnih mreža koji ce trajati od 1. aprila 2023. godine do 31. marta 2028. godine.

CHELLENGES OF TRANSITION TO NET-ZERO DISTRIBUTION NETWORKS AND DISTRIBUTION SYSTEM OPERATION

The aim of this presentation is to introduce the existing and forthcoming distribution network environment, both its characteristics and challenges. The first part of the presentation will briefly introduce some of the key characteristics of future net-zero distribution networks and summarize the key challenges associated with operation, modelling and control of such networks. Following these examples of the latest research results in some of the areas related to distribution network modelling and operation will be discussed. The presentation will finish with brief summary of current developments in the UK related to the Electricity Distribution Price Control 2023-2028 (RIIO-ED2). The RIIO-ED2 price control sets the outputs that the 14 electricity Distribution Network Operators (DNOs) need to deliver for their consumers and the associated revenues they are allowed to collect for the five-year period from 1 April 2023 to 31 March 2028.

Jovica V. Milanović je stekao zvanje dipl. inženjera i M.Sc na Univerzitetu u Beogradu, Jugoslavija, zvanje doktora nauka na Univerzitetu u Njukaslu u Australiji, i D.Sc. diplomu pri Univerzitetu u Mančesteru u Velikoj Britaniji. Pre nego što se pridružio Univerzitetu u Mančesteru, u Velikoj Britaniji, 1998. radio je sa "Energoprojektom" inženjering i konsalting Co. i Univerzitetom u Beogradu u Jugoslaviji, i Univerzitetima Njukasl i Tasmanija u Australiji.

Trenutno je profesor elektrotehnike i zamenik načelnika Katede za elektrotehniku i elektronsko inženjerstvo univerziteta u Mančesteru, u Velikoj Britaniji i gostujući profesor na Univerzitetu u Novom Sadu i Univerzitetu u Beogradu, u Srbiji. Bio je predsednik 5 međunarodnih konferencija, urednik ili član uredničkih/tehničkih odbora 70+ međunarodnih časopisa i konferencija, procenitelj istraživačkog projekta ili član panela za brojne savete za finansiranje međunarodnih vladinih istraživanja, član 9 (konsolidatora 3) prošlih ili sadašnjih IEEE/CIGRE/CIRED RG i konsultant ili član savetodavnih odbora za nekoliko međunarodnih kompanija. Profesor Milanović je učestvovao ili vodio brojne istraživačke projekte ukupne vrednosti veće od 80 miliona funti, objavio oko 600 istraživačkih radova i izveštaja, održao oko 30 uvodnih govora na međunarodnim konferencijama i predstavio oko 150 kurseva/tutorijala i predavanja industriji i akademskom auditorijumu širom sveta.

Profesor Milanović je ovlašćeni inženjer u Velikoj Britaniji, inostrani član Akademije inženjerskih nauka Srbije, saradnik IEEE, istaknuti predavač IEEE PES-a, član Odbora za tehničku podršku IEEE PES industrije, član IEEE PES-a za dugoročno planiranje, član IEEE Odbora počasnih članova i glavni i odgovorni urednik IEEE transakcija u oblasti elektroenergetskog sistema. Bio je šest godina član Upravnog odbora IEEE PES-a kao regionalni predstavnik za Evropu, Bliski istok i Afriku, član i potpredsednik Komisije za procenu IEEE PES počasnih članova i član i predsednik IEEE Komisije Herman Halperin za dodelu nagrada u oblasti prenosa i distribucije.

Jovica V. Milanović *received Dipl.Ing. and M.Sc. degrees from the University of Belgrade, Yugoslavia, Ph.D. degree from the University of Newcastle, Australia, and D.Sc. degree from The University of Manchester, UK. Prior to joining The University of*

Manchester, UK, in 1998, he worked with "Energoproject", Engineering and Consulting Co. and the University of Belgrade in Yugoslavia, and the Universities of Newcastle and Tasmania in Australia.

Currently, he is a Professor of Electrical Power Engineering and Deputy Head of Department of Electrical and Electronic Engineering at The University of Manchester, UK, and Visiting Professor at the University of Novi Sad and the University of Belgrade, Serbia. He was chairman of 5 international conferences, editor or member of editorial/technical boards of 70+ international journals and conferences, research project assessor or panel member for numerous international government research funding councils, member of 9 (convenor of 3) past or current IEEE/CIGRE/CIRED WG and consultant or member of advisory boards for several international companies. Professor Milanovic participated in or lead numerous research projects with total value of more than £80 million, published about 600 research papers and reports, gave about 30 key-note speeches at international conferences and presented about 150 courses/tutorials and lectures to industry and academia around the world.

Professor Milanovic is a Chartered Engineer in the UK, Foreign member of the Serbian Academy of Engineering Sciences, Fellow of the IET, Fellow of the IEEE, Distinguished IEEE PES Lecturer, member of the IEEE PES Industry Technical Support Leadership Committee, member of the IEEE PES Long Range Planning Committee, member of IEEE Fellows Committee and Editor-in-Chief of IEEE Transactions on Power Systems. He was a member of the IEEE PES Governing Board as Regional Representative for Europe, Middle East and Africa for six years, member and vice-chair of IEEE PES Fellows Evaluation Committee and member and Chair of the IEEE Herman Halperin Transmission and Distribution Award Committee.

UP-0.2

SMANJENJE GUBITAKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI U OKVIRU PRELASKA NA ODRŽIV AKTIVAN SISTEM

Prof. dr Vladica MIJAILOVIĆ, dipl. inž. El, FTN Čačak

Cilj predavanja je da se prezentuju mere čijom primenom je moguće smanjiti gubitke aktivne energije u distributivnoj mreži. To su aktivnosti koje su, u manjem ili većem obimu, primenjene u velikom broju sistema širom sveta i koje su imale značajne tehničke, ekonomske i društvene efekte: gubici su značajno smanjeni, povećana je zaposlenost, uposleni su industrijski kapaciteti i omogućeno je priključenje znatno većih snaga distribuiranih generatora. Svaka od mera je ilustrovana numeričkim primerima.

REDUCING LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORKS DUE TO ACTIVE SYSTEM TRANSITION

The aim of the lecture is to present measures whose application can reduce the loss of active energy in the distribution network. These are activities that have been implemented in a number of systems around the world on a smaller or larger scale and have had significant technical, economic and social effects: losses have been significantly reduced, employment has increased, industrial capacity has been employed and connection of significantly greater power of distributed generators has been enabled. Each measure is illustrated with numeric examples.

Vladica Mijailović je rođen u Kraljevu 1966. godine. Diplomirao je na Energetskom odseku Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu 1991. godine, na temu kompenzacije reaktivne energije u distributivnim mrežama. Magistarski rad i doktorsku disertaciju je odbranio na istom fakultetu 1995. i 1999. godine, respektivno. I magistarski rad i doktorska disertacija su iz oblasti pouzdanosti distributivnih sistema.

Na Fakultetu tehničkih nauka u Čačku je zaposlen od 1991. godine. Prošao je sva saradnička i nastavnička zvanja. U novembru 2009. izabran je za redovnog profesora za užu naučnu oblast Elektroenergetika. Realizuje nastavu iz predmeta Razvodna postrojenja, Distribuirani izvori energije, Automatizacija i pouzdanost distributivnih sistema i Pouzdanost visokonaponskih postrojenja. Sva njegova dosadašnja istraživanja su vezana za oblast distribucije električne energije.

Vladica Mijailovic *was born in Kraljevo in 1966. He graduated from the Energy Department of the Faculty of Electrical Engineering in Belgrade in 1991, on the topic of compensating for reactive energy in distribution networks. He received his master's and doctoral degree at the same faculty in 1995 and 1999, respectively. His master's work and doctoral dissertation are both in the field of reliability of distribution systems.*

He has been employed at the Faculty of Technical Sciences in Čačak since 1991. He has been through all the collaborative and teacher titles. In November 2009, he was elected full professor for the narrower scientific field of Electroenergetics. He realizes classes from the subject of Distribution switchgear, Distributed Energy Sources, Automation and Reliability of Distribution Systems and Reliability of High Voltage Plants. All his research so far is related to the area of electricity distribution.

UP-0.3

ANALITIKA VELIKIH PODATAKA ZA PREDVIĐANJE, UPRAVLJANJE I UBLAŽAVANJE PREKIDA

Prof. Mladen KEZUNOVIĆ, Dipl.Ing., MSc, PhD,Texas A&M University

Tema velikih podataka i srodne analize ("Big Data" and "Associated Analytics") postala je značajna kada su ogromne količine podataka postale dostupne kroz istraživanje svemira, vremensku prognozu i medicinska biogenetska istraživanja. Društveni mediji i prodajni objekti kao što su Gugl, Jutjub, Fejsbuk, Amazon i drugi takođe su se suočili sa sličnim problemima rukovanja skupovima podataka koji dostižu petabajte. Elektroenergski sistemi sada se sada suočavaju sa značajno uvećanom količinom podataka dobijenih kroz terensko merenje i spoljne izvore kao što su različiti meteorološki podaci. Ovaj razgovor se fokusira na ulogu Analitike velikih podataka (Big Data analytics) u upravljanju i kontroli budućeg elektroenergetskog sistema putem predviđanja elektroenergetskih ispada u različitim vremenskim periodima. Objašnjen je koncept predviđanja stanja rizika i povezanih tehnika optimizacije kako bi se umanjili ili eliminisali uticaji ispada kroz odgovarajuće upravljanje rizicima i mera za ublažavanje. Predstavljeno je nekoliko primera iz stvarnog života kako se analitika Velikih podataka (Big Data) odnedavno koristi za uspešno predviđanje i ublažavanje kvarova distributivnog sistema. Razmatraju se i budući trendovi.

BIG DATA ANALYTICS FOR PREDICTING, MANAGING AND MITIGATING OUTAGES

The topic of Big Data and associated analytics became prominent as the huge amounts of data became available through the space exploration, weather forecasting and medical biogenetic investigations. Social media and outlets such as Google, YouTube, Facebook, Amazon and others have also faced similar problems of handling data sets reaching petabytes. The power systems are now experiencing significantly enlarged amount of data obtained through field measurements and external sources such as variety of weather data. This talk focuses on the role of Big Data analytics in managing and controlling future power system by predicting power system outages at different time horizons. The concept of State of Risk prediction, and associated optimization techniques to minimize or eliminate the outage impacts through appropriate risk management and mitigation measures are explained. Several real-life examples how the Big Data analytics are recently used to successful predict and mitigate distribution system faults are presented. Future trends are also discussed.

Mladen Kezunović je već 35 godina zaposlen na Univerzitetu Teksas A&M, sedištu koledža, TX, SAD, gde ima zvanje profesora (Regents Professor, Eugene E. Webb Professor) i direktora konzorcijuma Elektrotehničkog istraživačkog centra (Site Director of "Power Engineering Research Center"). On je već 30 godina i direktor XpertPowerTM i Saradnika, konsultantske firme specijalizovane za modeliranje elektroenergetskog sistema i analitiku podataka. Njegova ekspertiza obuhvata oblast relejne zaštite, modeliranja kvarova, analize automatizovanog poremećaja elektroenergetskog sistema, računarske inteligencije, analize podataka i pametnih mreža. Autor/koautor je preko 600 radova, prezentiranih na preko 120 seminara, predavanja na poziv, i kratkim kursevima, i bio je konsultant za preko 50 kompanija širom sveta. Dr Kezunović je doživotni član IEEE i CIGRE, počasni i uvaženi član. On je registrovani profesionalni inženjer u Teksasu. Član je Američke nacionalne akademije za inženjerstvo.

Mladen Kezunovic *has been with Texas A&M University, College Station, TX, USA, for 35 years, where he holds titles of Regents Professor, Eugene E. Webb Professor, and Site Director of "Power Engineering Research Center" consortium. He is also the Principal of XpertPower™ Associates, a consulting firm specializing in power system modeling and data analytics for the last 30 years. His expertise is in protective relaying, fault modeling, automated power system disturbance analysis, computational intelligence, data analytics, and smart grids. He has authored/co-authored over 600 papers, given over 120 seminars, invited lectures, and short courses, and consulted for over 50 companies worldwide. Dr. Kezunovic is an IEEE Life Fellow, and a CIGRE Fellow, Honorary and Distinguished Member. He is a Registered Professional Engineer in Texas. He is a member of the US National Academy of Engineering.*

Izveštaj STK 1 / *Report EC 1*

Stručna komisija 1 / Expert Committee 1

KOMPONENTE MREŽA
NETWORK COMPONENTS

Predsednik komisije / Chairman: dr Vladimir ŠILJKUT, JP Elektroprivreda Srbije */ Electric Power Industry of Serbia*

Za XIII Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama u organizaciji CIRED-SRBIJA, Stručna komisija 1 "KOMPONENTE MREŽA" prihvatila je ukupno 20 radova, od kojih 15 pripadaju grupi referata, a preostalih pet tehničkim informacijama.

For the 13th Conference on Electricity Distribution organized by CIRED-SERBIA, the Expert Committee 1 "NETWORK COMPONENTS" has accepted a total of 20 papers, 15 of which belong to a group of references and the remaining five to technical information.

Preferencijalne teme za Stručnu komisiju 1 su:
1. Savremene konstrukcije, primena novih tehničkih rešenja i održavanje komponenti elektrodistributivnih mreža
2. Testiranje, monitoring, dijagnostika i strategija održavanja komponenti elektrodistributivnih mreža
3. Modelovanje i primena savremenih softverskih alata za analizu komponenti elektrodistributivnih mreža
4. Uticaj komponenti elektrodistributivnih mreža na životnu i radnu sredinu
5. Tehnička regulativa iz domena komponenti elektrodistributivnih mreža

Preferential topics for Expert Commission 1 are:
1. *Modern constructions, application of new technical solutions and maintenance of power*
1. *distribution networks components*
2. *Testing, monitoring, diagnostics and maintenance strategy of power distribution networks components*
3. *Modeling and application of modern software tools for the analysis of power distribution networks components*
4. *Living and working environment impact of power distribution networks components*
5. *Technical regulations in the field of power distribution networks components*

Za prvu preferencijalnu temu prihvaćeno je osam radova, od kojih su po četiri svrstani u kategoriju referata i informacija. Druga preferencijalna tema je razmatrana u tri rada, koji pripadaju kategoriji referata. Pet radova koji se odnose na treću preferencijalnu temu okarakterisana su kao referati. Za četvrtu preferencijalnu temu prihvaćeno je tri rada i jedna informacija, dok za petu preferencijalnu temu nije bilo prijavljenih radova.

Eight papers were accepted for the first preferential topic, four of which were categorized as references and four as information. The second preferential topic was discussed in three papers, belonging to the category of references. Five papers relating to the third preferential topic are characterized as references. Three papers and one information were accepted for the fourth preferential topic, while no papers were submitted for the fifth preferential topic.

Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2:*
Testiranje, monitoring, dijagnostika i strategija održavanja komponenti elektrodistributivnih mreža
Testing, monitoring, diagnostics and maintenance strategy of power distribution networks components

Stručni izvestioci */ Expert rapporteurs:* prof. dr Dragan Tasić, mr Miodrag Stojanović, Elektronski Fakultet, Niš, prof. dr Vladica Mijailović, Fakultet tehničkih nauka u Čačku

R-1.01 **PROCENA ŽIVOTNOG VEKA ELEKTROENERGETSKIH KABLOVA SA SINTETIČKOM IZOLACIJOM**
LIFE-TIME ESTIMATION OF EXTRUDED DIELECTRIC POWER CABLES
Autori/*Authors*: Miodrag Stojanović, Dragan Tasić, Dardan Klimenta, Nikola Krstić

Rad se bavi matematičkim modelima kojima se opisuje starenje elektroenergetskih kablova sa sintetičkom izolacijom. Kako je životni vek kablova veoma dug, matematički modeli starenja određuju se iz eksperimenata ubrzanog starenja. Na test primeru trofaznog voda sačinjenog od tri jednožilna kabla sa izolacijom od umreženog polietilena, u radu je za tipični dijagram opterećenja određen ciklični faktor preopterećenja uz uvažavanje projektovanog životnog veka.

Pitanja za diskusiju:
1. Procenjeni životni vek kablova je duži od 40 godina, pri trajno dozvoljenoj temperaturi i za planirane uslove polaganja. Da li postoje i koji su parametri čijim merenjem može da se utvrdi da je došlo do ubrzane degradacije kabla, za date uslove eksploatacije i realnu starost kabla?
2. Da li se i koliko ciklični faktor preopterećenja uz uvažavanje projektovanog životnog veka razlikuje od cikličnog faktora preopterećenja koji se računa na osnovu naznačene struje, trajanja preopterećenja i vremenske konstante zagrevanja?
3. Kako se kreira opšte prihvaćena teorija starenja kablova?

The paper deals with mathematical models describing the aging of extruded dielectric power cables. Since the lifetime of cables is very long, mathematical models of aging are determined from experiments in accelerated aging. In the test example of a three-phase line made up three cross-linked polyethylene single-stranded cables (XLPE insulation), the cyclical overload factor is given in the paper for the typical load, diagram taking into account the projected life-time estimation.

Questions to discuss:
1. *Estimated life expectancy of cables is longer than 40 years, at permanently allowed temperature and for planned cable-laying conditions. Are there any parameters whose measurement can determine that there has been an accelerated cable degradation, for the conditions of operation and the real cable age?*
2. *Does and, if so, how much does the cyclical overload factor considering the estimated life-time differ from the cyclical overload factor calculated based on the indicated current, the duration of the overload and the heating time constant?*
3. *How is the generally accepted cable aging theory created?*

R-1.02 **RAZMATRANJE DUVALOVIH TROUGLOVA 2 ZA REGULACIONE SKLOPKE**
CONSIDERATION OF DUVAL TRIANGLES 2 FOR ON-LOAD TAP CHANGERS

Autor/*Author*: Siniša Spremić

Rad predstavlja zanimljive rezultate DGA regulacione sklopke. Prikazani su interesantni primeri dijagnostike iz prakse sa naznakama tumačenja Duvalovog 2 trougla koja mogu dovesti do pogrešnih zaključaka. Iz tog razloga rad je veoma koristan jer poredi standardne procedure sa iskustvenim znanjem inženjera.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je moguće modifikovati prikaz interpretacije DGA rezultata (slično najstarijem standardu IEC599-1978) tako što će se posmatrati odnosi gasova trougla i to primeniti kod regulacione sklopke?
2. Kolika je nesigurnost dijagnostike Duvalovim trouglom 2 ili 2a i da li su neophodna VAM i DRM merenja? Koliko je bitna subjektivna odluka inženjera?
3. Da li bi se nesigurnost smanjila većom bazom podataka merenja i da li je moguće upariti DGA merenja sa ostalim monitoringom regulacione sklopke u cilju dobijanja objektivnije i pouzdanije dijagnostike?

The paper presents interesting results of the DGA on-load tap changers. Interesting examples of diagnostics from the practice are shown with indications of interpretation of Duval triangles 2 that can lead to wrong conclusions. For this reason, the paper is very useful because it compares standard procedures with experience and knowledge of engineers.

Questions to discuss:
1. *Is it possible to modify the presentation of the interpretation of DGA results (similar to the oldest IEC599-1978 standard) by observing the relations of triangle gases and applying this to the on-load tap changers?*
2. *What is the uncertainty of diagnostics with Duval Triangle 2 or 2a and are DRM measurements needed? How important is the subjective decision of the engineers?*
3. *Would uncertainty be reduced by a larger metering database, and is it possible to pair DGA measurements with other monitoring of on-load tap changers in order to obtain more objective and reliable diagnostics?*

R-1.03 **VALIDACIJA MERENJA AMPLITUDNE I FAZNE GREŠKE VISOKONAPONSKIH STRUJNIH TRANSFORMATORA U POGONU BEZ PREKIDA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE**
VALIDATION OF LIVE LINE MEASUREMENT OF AMPLITUDE AND PHASE DISPLACEMENT ERRORS OF HIGH-VOLTAGE CURRENT TRANSFORMERS WITHOUT INTERRUPTION OF ELECTRICITY SUPPLY

Autori/*Authors*: Uroš Kovačević, Vladeta Milenković, Dragana Naumović-Vuković, Nenad Kartalović, Nenad Stojanović, Miodrag Stojanović

Rad prikazuje tehnologiju mernog sistema za merenje amplitudne i fazne greške visokonaponskih strujnih mernih transformatora, pod naponom, odnosno bez prekida u napajanju potrošača. Takođe, rad prikazuje ispitivanja mernog sistema, kao i probna merenja koja su vršena u transformatorskoj stanici.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je izolaciona šipka primarnog sistema za merenje teleskopska i da li postoje atesti za nju i koji?
2. Da li vremenski uslovi utiču na upotrebu sistema?
3. Šta je potrebno obezbediti za napajanje sistema tokom rada?

The paper demonstrates the technology for live line measurement of amplitude and phase displacement errors of high-voltage current transformers, or without interruption of electricity supply to the consumer. The paper also shows testing of the measuring system, as well as test measurements performed at the substation.

Questions to discuss:
1. *Is the insulator rod of the primary system for measuring telescopic, and are there attests for it and if so, which ones?*
2. *Do weather conditions affect the use of the system?*
3. *What needs to be provided for supplying the system during operation?*

Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1:*
Savremene konstrukcije, primena novih tehničkih rešenja i održavanje komponenti elektrodistributivnih mreža
Modern constructions, application of new technical solutions and maintenance of power distribution networks components

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: Ljiljana Funduk, Svetlana Međo, Branko Jakšić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd

I-1.04 **DEGRADACIJA KUĆIŠTA KOMPOZITNIH IZOLATORA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE KAO POSLEDICA STARENJA**
DEGRADATION OF HOUSING OF COMPOSITE INSULATORS FOR DISTRIBUTION OVERHEAD LINES AS A CONSEQUENCE OF AGING

Autori/*Authors*: Dimitrije Anđelković, Vladimir Alempijević

U radu su opisani različiti tipovi degradacije kućišta kompozitnih izolatora, koji mogu dovesti do problema na dalekovodu. Takođe je predložen protokol za kontrolu izolatora kako bi se blagovremeno izvršila zamena onih koji su oštećeni.

Pitanja za diskusiju:
1. Posle kog vremena treba početi sa inspekcijom izolatora na vodu?

The paper describes different types of degradation of housing of composite insulators, which can cause problems on the overhead line. A protocol for controlling insulators has also been proposed for timely replacement of those which are damaged.

Questions to discuss:
1. *After what time should we begin inspecting the line insulator?*

I-1.05 **ISTORIJSKI RAZVOJ POTPORNIH IZOLATORA OD PORCELANA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE OD IZOLATORA ZA NOSAČ DO IZOLATORA ZA VODOVE**
HISTORICAL DEVELOPMENT OF POST INSULATORS FROM PORCELAIN FOR DISTRIBUTIVE OVERHEAD LINES FROM PIN INSULATORS TO INSULATORS FOR LINES

Autori/*Authors*: Milica Vlaisavljević, Alen Gudžević

U radu je dat uporedni prikaz potpornih izolatora tipa D (odnosno Ps) i tipa R. Takođe su opisani problemi pri montaži izolatora tipa D koji dovode do problema na distributivnim vodovima. Radi otklanjanja problema, u radu je detaljno naveden predlog zamene izolatora tipa D (od 12 - 38 kV) odgovarajućim pouzdanijim izolatorima tipa R.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je moguće proceniti koliko se smanjuju troškovi održavanja primenom izolatora tipa R u odnosu na tip D?

The paper gave a comparative review of post insulators type D (i.e. Ps) and type R. Also the problems in assembling D-type insulators that cause problems on distribution lines have been described. To fix the problem, the the paper elaborates a proposal to replace type D insulators (from 12 - 38 kV) with more reliable R-type insulators.

Questions to discuss:
1. *Is it possible to estimate how much maintenance costs are reduced by applying an R-type insulator in comparison with type D?*

I-1.06 **METODOLOGIJA DIZAJNIRANJA ŠTAPNIH I POTPORNIH IZOLATORA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE**
METHODOLOGY OF DESIGNING OF LONG ROD AND POST INSULATORS FOR DISTRIBUTION OVERHEAD LINES

Autori/*Authors*: Alen Gudžević, Milica Vlaisavljević

U radu je izložen postupak dizajniranja štapnih i potpornih izolatora za distributivne nadzemne vodove kroz standarde. Postupak je dat za standardni profil izolatora, koji se koristi u oblastima koje karakterišu nečistoće u rasponu od “veoma malih” do “srednjih” količina nečistoća.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li proizvođači izolatora u Srbiji daju smernice, koji se tipovi, odnosno koji profili izolatora, koje oni proizvode, preporučuju za pojedine tipove okolina u Srbiji?
2. Dati prikaz, pored standardnog, za bar još jedan tip profila izolatora, koji se koristi u oblastima sa “velikom” količinom nečistoća (okolina tipa "industrijska").

The paper outlines the process of designing long rod and post insulators for distribution overhead lines through standards. The procedure is given for the standard insulator profile, which is used in areas characterized by impurities ranging from "very small" to "medium" amounts of impurities.

Questions to discuss:
1. *Do manufacturers of insulators in Serbia provide guidance on what types or profiles of their insulators are recommended for certain types of environments in Serbia?*
2. *In addition to the standard ones, a review for at least one more type of insulator profile, used in areas with a "large" number of impurities (industrial environment) would be appreciated.*

R-1.07 **PRORAČUN VUČNIH SILA KOD MAŠINSKOG POLAGANJA VN KABLOVA U ROV**
THE CALCULATION OF TRACTION FORCES IN MACHINE LAYING OF HV CABLES IN TRENCH

Autori/*Authors*: Miladin Tanasković†, Dragoslav Perić

Pri mašinskom polaganju kablova u rov potrebno je znati, odnosno pre početka polaganja izračunati potrebne vučne sile na svim deonicama trase. Za tu namenu, u ovom radu su dati izrazi za određivanje vučnih sila za karakteristične delove deonica (prava trasa u horizontalnoj i kosoj ravni, krivine u horizontalnoj i vertikalnoj ravni), i prikazan metodološki pristup za proračun vučnih sila kod mašinskog polaganja elektroenergetskih kablova u rov primenom korisničkog programa napisanog u radnim tabelama (spreadsheet).

Pitanja za diskusiju:
1. Da li autori imaju konkretno iskustvo u primeni korisničkog programa koji su razvili?
2. Da li su stvarne vučne sile pri polaganju kablova u saglasnosti sa proračunatim i ako nisu kakva se odstupanja javljaju?

In machine laying of cables in the trench, it is necessary to know, i.e. before the beginning of the laying, the required traction force need to be calculated on all sections of the route. For this purpose, this paper has provided expressions for determining the traction forces for distinctive parts of the sections (the right route in horizontal and inclined surface, curves in horizontal and vertical surfaces), and displayed a methodological approach for calculating the traction forces in machine laying of power cables in the trench by applying a user programme written in spreadsheets.

Questions to discuss:
1. *Do the authors have specific experience in implementing the user programme they have developed?*
2. *Are the actual traction forces when laying cables in accordance with the calculations and if not, what deviations occur?*

I-1.08 **ANALIZA ASPEKATA ZAMENE MALOULJNIH PREKIDAČA 35 kV ODGOVARAJUĆIM VAKUUMSKIM U POSTROJENJIMA SA IZVLAČIVIM ĆELIJAMA**
ANALYSIS OF ASPECTS OF LOW OIL CIRCUIT-BREAKERS 35 kV REPLACEMENT WITH COMPATIBLE VACUUM CIRCUIT-BREAKERS IN SWITCHGEARS WITH PULL-OUT COMPARTMENTS

Autori/*Authors*: Saša Kordić, Dejan Vučković, Dejan Živković

U radu su opisana dva postupka sanacije havarije u izvlačivim ćelijama 35 kV postrojenja sa ugrađenim vakuumskim prekidačima. Navedeni su obimi radova koji su izvršeni kako bi se sanirala havarija i postrojenje dovelo u ispravno stanje. Za navedene slučajeve, pa i sve ostale havarije, neophodno je vršiti detaljne analize događaja na mreži, a sve u cilju kako bi se ustanovio uzrok događaja koji za posledicu ima i značajnu materijalnu štetu i poremećaje u radu distributivnog elektroenergetskog sistema.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je nakon havarije rađena defektaža prekidača kod proizvođača?
2. Kakva su iskustva sa dosad ugrađenim fiksnim vakuumskim prekidačima?
3. Osim po pucanju toplovoda u prvom slučaju, po čemu se dva izložena slučaja međusobno razlikuju?
4. Kada je izvršena zamena prekidača da li su bili ispunjeni propisani uslovi u pogledu minimalnih rastojanja za dati naponski nivo? Nakon ostvarivanja propisanih rastojanja da li su problemi otklonjeni?

The paper describes two procedures for fault repair of 35 kV switchgears with removable vacuum circiut-breakers. It lists the extent of the work that has been done to repair the fault and put the facility into operational condition. For these cases, including all other faults, it is necessary to conduct detailed analyses of events on the grid, all in order to determine the cause of the event which results in significant material damage and disruption to the operation of the distribution power system.

Questions to discuss:
1. *Has the manufacturer analyzed the circuit-breaker on the possible cause of the failure after the fault?*
2. *What are the experiences with previously built-in fixed vacuum circuit-breakers?*
3. *Except in terms of abruptions in hot-water district heating in the first case, how do the two presented cases mutually differ?*
4. *After the replacement of circuit-breakers, were the prescribed conditions in terms of minimum distances for the given voltage level fulfilled? After achieving the prescribed distances, have the problems been fixed?*

R-1.09 **IMPLEMENTACIJA UREĐAJA ATS U TRANSFORMATORSKOJ STANICI INDUSTRIJSKOG KOMPLEKSA NAPAJANOG IZ ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE**
IMPLEMENTATION OF ATS SYSTEM IN A SUBSTATION OF AN INDUSTRIAL COMPLEX POWERED BY ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORK

Autori/*Authors*: Brankica Popović Zdravković, Nada Vrcelj, Nikola Šušnica

U radu je prikazana analiza tranzijentne stabilnosti dela mreže industrijskog kompleksa u Kataru u kome je primenjen ATS sistem, za automatsko prebacivanje opterećenja sa glavnog na rezerni sistem napajanja, prilikom pojave kvara na glavnom sistemu. Takođe je predložena neophodna modifikacija podešenja podnaponske zaštite.

Pitanja za diskusiju:
1. Detaljnije opisati ATS sistem.

The paper presents an analysis of the transient stability of a part of the industrial complex network in Qatar, where the ATS system was applied, to automatically shift the load from the main to the backup supply system, during the occurrence of fault in the main system. It also proposes necessary modification of the under-voltage protection setting.

Questions to discuss:
1. *Describe the ATS system in more detail.*

R-1.10 **TRANSFORMATORI ZA VETROELEKTRANE-ZAHTEVI**
TRANSFORMERS FOR WIND POWER PLANTS-REQUIREMENTS

Autori/*Authors*: Ivan Jagodić, Zdravko Ristić, Zoran Ćirić, Mihajlo Ristić

U radu je dat prikaz standarda i zahteva za izbor transformatora za vetroelektrane koji su povezani sa generatorom.

Pitanja za diskusiju:
1. U radu je navedeno da transformatori na vetroelektranama često otkazuju. Navesti pojedine konkretne primere za koje autori imaju informacije:
   - u kojim vetroelektranama se to dešavalo?
   - koje su bile snage transformatora koji su otkazivali?
   - koliko često se to dešavalo?
   - da li se znaju bliži razlozi otkazivanja?
   - koliki su bili troškovi zamene transformatora i troškovi neraspoloživosti generatora?

The paper provided a review of the standards and requirements for selecting transformers for wind power plants connected to the generator.

Questions to discuss:
1. *The paper states that transformers in wind power plants often fail. Specify specific examples on which authors have information:*
   - *In which wind power plants did that occur?*
   - *What were the rated power of the transformers with failures?*
   - *How often did that happen?*
   - *Are the specific reasons for the cancellation known?*
   - *What were the costs of transformer replacement and the costs of the generator unavailability?*

R-1.11 **ANALIZA NEKIH KONSTRUKCIONIH IZVEDBI MERNIH TRANSFORMATORA 110 kV SA PREDLOGOM UNAPREĐENJA**
ANALYSIS OF SOME CONSTRUCTIONAL DESIGNS OF 110 kV INSTRUMENT TRANSFORMERS WITH IMPROVEMENT PROPOSAL

Autori/*Authors*: Dušan Obradović

U radu su opisane vrste konstrukcija 110 kV mernih strujnih i naponskih transformatora, starije i novije izvedbe, sa akcentom na prikaz prednosti i nedostataka prilikom merenja parcijalnih pražnjenja i uzorkovanja ulja za gasnohromatografsku analizu. Za merenja parcijalnih pražnjenja ultrazvučnom metodom, kod izvedbi novije konstrukcije, dat je prikaz dodatnog pribora kojom bi se ova merenja mogla izvršiti. Navedeni su slučajevi u kojima je postalo jednostavnije uzorkovanje ulja iz mernih transformatora, što omogućuje manje otpadnog ulja, a i u manjem obimu moguć dodir sa spoljašnjim uticajima.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li se kod mernih transformatora novije konstrukcije, kod kojih nije bilo moguće izvršiti merenja parcijalnih pražnjenja, pristupilo drugim ispitivanjima?
2. Da li se sa stanovišta održavanja mernih transformatora razmišlja o primeni neke druge metode merenja parcijalnih pražnjenja, koja bi bila moguća?
3. U kom procentu je, u distributivnom području Novi Sad, zastupljenost mernih transformatora 110 kV novije konstrukcije u odnosu na starije merne transformatore?

The paper describes the types of constructions of 110 kV instrument current and voltage transformers, of older and newer design, with an emphasis on displaying advantages and deficiencies when measuring partial discharges and oil sampling for gaschromatographic analysis. For measurements of partial discharges by ultrasound method, in the design of recent construction, a review of additional accessories has been given to carry out these measurements. Cases are presented where oil sampling from instrument transformers has become easier, which enables less waste oil, and less possible contact with external influences.

Questions to discuss:
1. *Were other tests carried out on instrument transformers, of recent construction, where partial discharge measurements could not be made?*
2. *From the point of view of maintaining instrument transformers, is there any other method of measuring partial discharge, which would be possible?*
3. *What is the percentage of 110 kV instrument transformers of advanced construction, in the distribution area of Novi Sad, compared to older instrument transformers?*

Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4:*
Uticaj komponenti elektrodistributivnih mreža na životnu i radnu sredinu
Living and working environment impact of power distribution networks components

Stručni izvestilac / *Expert rapporteur*: dr Maja Grbić, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla"

R-1.12 KOLIKO ZNAMO O PROBLEMU ELEKTROKUCIJE PTICA U SRBIJI?
HOW MUCH DO WE KNOW ABOUT BIRD ELECTROCUTION PROBLEM IN SERBIA?
Autori/*Authors*: Milica Krmar, Milan Ružić, Sandra Jovanović, Mirjana Rankov, Radislav Mirić, Marko Šćiban

U radu je razmatran problem elektrokucije, tj. stradanja ptica usled strujnog udara na dalekovodima u Srbiji. Prikazani su podaci o elektrokuciji koji su prikupljeni u okviru dva aktuelna projekta, kao i podaci koji su prikupljeni nezavisno od projekata.

Pitanja za diskusiju:
1. U radu su izdvojena dva tipa stubova srednjenaponskih dalekovoda kod kojih su slučajevi elektrokucije bili najčešći, prema rezultatima projekta LIFE Danube Free Sky (slike 3a i 3b). Da li je moguće da postoji neki drugi uzrok za povećanu učestalost elektrokucije u okolini pomenutih dalekovoda koji nije u vezi sa primenjenim tipom stuba? Da li postoje podaci u inostranoj literaturi koji potvrđuju da je učestalost elektrokucije najizraženija u okolini dalekovoda sa ovakvim tipovima stubova?
2. Koje mere zaštite se mogu primeniti u cilju smanjenja učestalosti elektrokucije na dalekovodima?

The paper looked into the problem of electrocution, i.e. the deaths of birds due to electrocution from overhead lines in Serbia. It shows data on electrocution acquired under two current projects, as well as data acquired independently of projects.

Questions to discuss:
1. *Two types of pillars of medium voltage overhead power lines were singled out in the paper, where cases of electrocution were most common, according to the results of the LIFE Danube Free Sky project (images 3a and 3b). Is it possible that there may be another cause for increased electrocution in the vicinity of these power lines that are not related to the applied type of pillar? Is there data in foreign literature that confirms that the frequency of electrocution is most pronounced in the vicinity of power lines with these types of pillars?*
2. *What protection measures can be applied to reduce the electrocution frequency on overhead power lines?*

R-1.13 ANALIZA NIVOA MAGNETSKE INDUKCIJE U STANU USLED UTICAJA NISKONAPONSKIH KABLOVSKIH PRIKLJUČNIH KUTIJA
ANALYSIS OF MAGNETIC FLUX DENSITY LEVELS IN THE APARTMENT DUE TO THE INFLUENCE OF LOW VOLTAGE CABLE TERMINAL BOXES
Autori/*Authors*: Maja Grbić, Dejan Hrvić, Aleksandar Pavlović

U radu su analizirani nivoi magnetske indukcije u stanu koji se javljaju usled uticaja kablovskih priključnih kutija. Analiza je zasnovana na rezultatima merenja magnetske indukcije u stanu. Pokazano je da vrednosti magnetske indukcije u stanu mogu biti značajne (da prekorače vrednost od 4 μT, što predstavlja kriterijum da izvor bude kategorisan kao izvor od posebnog interesa) za pojedine položaje kablovskih priključnih kutija, s namerom da se u budućnosti izbegne primena takvih tehničkih rešenja.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li su autori merili vrednosti magnetske indukcije posle preduzimanja mera za njeno smanjenje i ako jesu kakve su rezultate dobili?
2. Da li autori, na osnovu svojih iskustava, mogu da predlože adekvatno mesto za postavljanje kablovskih priključnih kutija kod stambenih objekata?

The paper analyzed levels of magnetic flux density in the apartment that occur due to the influence of cable terminal boxes. The analysis is based on the results of measuring the magnetic flux density in the apartment. It shows that the values of magnetic flux density in the apartment can be significant (to exceed the value of 4 μT, which is the criterion for the source to be categorized as a source of special interest) for certain positions of cable terminal boxes, with the intention of avoiding the application of such technical solutions in the future.

Questions to discuss:
1. *Did the authors measure the value of magnetic flux after taking measures to reduce it and if so, what results did they get?*
2. *Can the authors, based on their experience, suggest an adequate place to install cable terminal boxes in residential buildings?*

R-1.14 **METODOLOGIJA ZA ODREĐIVANJE MAKSIMALNE VREDNOSTI MAGNETSKE INDUKCIJE U ZONAMA POVEĆANE OSETLJIVOSTI U BLIZINI TRANSFORMATORSKIH STANICA NAPONSKIH NIVOA 10/0,4 kV I 20/0,4 kV ZASNOVANA NA REZULTATIMA MERENJA I PRORAČUNA**
METHODOLOGY FOR DETERMINING THE MAXIMUM VALUE OF MAGNETIC FLUX DENSITY IN THE AREAS OF INCREASED SENSITIVITY NEAR 10/0.4 kV AND 20/0.4 kV TRANSFORMER STATIONS BASED ON THE RESULTS OF MEASUREMENTS AND CALCULATIONS

Autori/*Authors*: Maja Grbić, Aleksandar Pavlović

U radu je prikazana metodologija za određivanje maksimalne vrednosti magnetske indukcije u zonama povećane osetljivosti u blizini transformatorskih stanica naponskih nivoa 10/0,4 kV i 20/0,4 kV. Razvijena metodologija se zasniva na rezultatima dobijenim merenjem i proračunom i korišćenju prednosti oba pristupa, u cilju donošenja pouzdanog i konačnog zaključka o usaglašenosti nivoa polja sa propisanim granicama izlaganja. Primena prikazane metodologije u slučaju transformatorskih stanica koje se nalaze u stambenim zgradama doprinosi donošenju pouzdane ocene izloženosti stanovništva elektromagnetskim poljima.

Pitanja za diskusiju:
1. Zašto se u izvore nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa svrstavaju i izvori čija gustina magnetskog fluksa (magnetska indukcija) u zoni povećane osetljivosti ima vrednosti u opsegu od 4 do 40 microT? Magnetsko polje ovih izvora nije štetno po zdravlje ljudi prema utvrđenom referentnom graničnom nivou od 40 microT.
2. Gustina fluksa magnetskog polja Zemlje se kreće u opsegu od 25 microT na ekvatoru do 65 microT na polovima. Da li se i geomagnetska indukcija uvažava pri utvrđivanju izloženosti ljudi magnetskim poljima?
3. Kako se utvrđuju dimenzije šinskih veza, njihov položaj i rastojanja u transformatorskoj stanici i šta podrazumeva nesigurnost poznavanja ovih veličina?

The paper shows the methodology for determining the maximum value of magnetic flux density in zones of increased sensitivity near 10/0.4 kV and 20/0.4 kV transformer stations. The developed methodology is based on the results obtained by measuring and calculating and taking advantage of both approaches, for the purpose of drawing a reliable and final decision on compliance of the level of fields with the prescribed limits of exposure. The application of the displayed methodology in the case of transformer stations located in residential buildings contributes to a reliable assessment of population exposure to electromagnetic fields.

Questions to discuss:
1. *Why are sources whose magnetic flux density (magnetic induction) in the zone of increased sensitivity has values in the range of 4 to 40 microT sources of non-ionizing radiation of particular interest are also classified as sources of non-ionizing radiation of special interest? The magnetic field of these sources is not harmful to human health according to the established reference level of 40 microT.*
2. *The density of the flux of the Earth's magnetic field ranges from 25 microT at the equator to 65 microT at the poles. Is geomagnetic induction also considered in determining people's exposure to magnetic fields?*
3. *How do you determine the dimensions of rail busbar connections, their position and distances in the transformer station, and what is assumed by the uncertainty of being familiar with these values?*

I-1.15 **VAKUUMSKA TEHNOLOGIJA REGULACIONIH SKLOPKI I SMANJENJE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU**
VACUUM TECHNOLOGY OF ON LOAD TAP CHANGERS AND REDUCTION OF ENVIRONMENTAL IMPACT

Autori/*Authors*: Bogdan Petrović, Siniša Spremić

U radu su prikazane prednosti primene vakuumskih regulacionih sklopki u odnosu na uljne regulacione sklopke. Istaknuta je prednost vakuumske tehnologije koja se odnosi na izbegavanje ulja kao izolacionog sredstva, što ima za posledicu smanjeno zagađenje životne sredine i izbegavanje mogućnosti požara.

Pitanja za diskusiju:
1. U kojoj meri je vakuumska regulaciona sklopka zastupljena u TC Novi Sad i kakva su iskustva sa njenim radom u praksi?
2. Koje su najznačajnije prednosti primene vakuumske regulacione sklopke u pogledu smanjenja uticaja na životnu sredinu?

The paper shows the advantages of applying vacuum technology of on-load tap changers compared to oil technology on-load tap changers. It highlights the advantage of vacuum technology related to avoiding oil as an isolation tool, which results in reduced environmental pollution and prevention of the possibility of fire.

Questions to discuss:
1. *To what extent is the vacuum technology of on-load tap changers applied in TC Novi Sad and what is the experience with its functioning in practice?*
2. *What are the most significant benefits of applying vacuum technology of on-load tap changers to reduce environmental impact?*

Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3:*
Modelovanje i primena savremenih softverskih alata za analizu komponenti elektrodistributivnih mreža
Modeling and application of modern software tools for the analysis of power distribution networks components

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: prof. dr Dragoslav Perić, Akademija tehničkih strukovnih studija, Beograd, odsek Primenjene inženjerske nauke Požarevac, prof. dr Dragan Tasić, Elektronski Fakultet, Niš

R-1.16 KORISNIČKI PROGRAM ZA DIMENZIONISANJE BETONSKIH STUBOVA ELEKTRODISTRIBUTIVNIH VODOVA
USER PROGRAMME FOR DIMENSIONING CONCRETE POLES OF POWER DISTRIBUTION LINES

Autor/*Author*: Dragoslav Perić

U radu je prikazan korisnički program za dimenzionisanje standardizovanih betonskih stabala i temelja stubova sačinjen u programu za tabelarne proračune (spreadsheet). Program omogućava korisniku alfanumeričko zadavanje ulaznih parametara, brz proračun i proveru više varijanti rešenja. Program automatski: prikuplja potrebne podatke iz tabela, generiše grafički prikaze i kompletan izveštaj za tehničku (projektantsku) dokumentaciju.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li autor ima konkretno iskustvo u primeni ovog programa?
2. Da li postoji mogućnost da korisnici sami dodaju odgovarajuće podatke u tabelama koje program koristi?

The paper displays a user programme for dimensioning standardized concrete poles and pillar foundations made up in the programme for spreadsheets. The programme enables the user alphanumeric setting of input parameters, quick calculation and checkup of multiple solution variants. The programme automatically: collects the necessary data from tables, generates graphical reviews, and a complete report for technical (design) documentation.

Questions to discuss:
1. *Does the author have concrete experience in implementing this programme?*
2. *Is it possible for users to add the appropriate data themselves in the tables that the programme uses?*

R-1.17 ANALIZA RIZIKA PO BEZBEDNOST RADNIKA KOJI RADE NA ODRŽAVANJU DISTRIBUTIVNOG NADZEMNOG VODA USLED POJAVE INDUKOVANE ELEKTROMOTORNE SILE
RISK ANALYSIS FOR THE SAFETY OF WORKERS WORKING ON THE MAINTENANCE OF OVERHEAD DISTRIBUTION POWER LINE DUE TO INDUCED ELECTROMOTIVE FORCE

Autori/*Authors*: Aleksandar Pavlović, Maja Grbić, Ranko Jasika, Stefan Obradović

Rad daje značajan doprinos sagledavanju opasnosti za montere prilikom izvođenja radova na srednjenaponskim vodovima usled izloženosti radnika naponima dodira i koraka koji nastaju usled induktivnog uticaja prilikom zemljospoja na paralelno vođenom prenosnom nadzemnom vodu naponskog nivoa 400 kV.

U radu je data grafička zavisnost granične vrednosti struja kvara i dužine paralelnog vođenja za koje je napon dodira jednak dozvoljenoj vrednosti (Udoz = 312 V, koja je određena prema SRPS EN 50522:2017 „Uzemljenje energetskih postrojenja naizmeničnog napona preko 1 kV“, za vreme isključenje kvara tk = 0,4 s), koji je ključni zaključak rada i praktična smernica inženjerima koji odobravaju rad na održavanju paralelno vođenih vodova, za pripremu konkretnog radnog zadatka.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je raspon specifične otpornosti tla za 50 Ωm i 100 Ωm, a shodno tome i vrednosti otpora stuba od 12,83 Ω и 6,42 Ω distributivnog nadzemnog voda, dovoljan opseg da obuhvati, kao najčešće i prosečne vrednosti, ključne zahteve za analizu opasnosti kod izvođenja radova na distributivnom vodu paralelno vođenom sa 400 kV vodom?

2. Koliko geometrija stuba 400 kV voda utiče na struju odvođenja kroz uzemljivač stuba distributivnog voda? Da li se mogu zaključci navedeni u radu primeniti na sličnu geometriju nadzemnih vodova 220 kV i 110 kV, horizontalni raspored provodnika i zaštitnih užadi, a i na nadzemne vodove 110 kV sa stubovima tipa jela, raspored provodnika je u trouglu sa jednim zaštitnim užetom na vrhu stuba?
3. Da li se autori slažu da se grafička zavisnost granične vrednosti struja kvara i dužine paralelnog vođenja za koje je napon dodira jednak dozvoljenoj vrednosti (Udoz = 312 V, koja je određena prema SRPS EN 50522:2017 „Uzemljenje energetskih postrojenja naizmeničnog napona preko 1 kV“, za vreme isključenje kvara tk = 0,4 s) može koristiti za donošenje odluka o izvođenju radova na nadzemnom distributivnom vodu paralelno vođenom sa 400 kV vodom?

The paper makes a significant contribution to the perception of the dangers for scaffolders when performing works on medium voltage lines due to the exposure of workers to touch- and step-voltage arising from the inductive impact of the earthing on the power line at 400 kV voltage level routed in parallel.

The paper provides a graphic dependency on the limit value of the fault current and the length of parallel routing for which the voltage of the touch equals the allowed value (Udoz = 312 V, specified according to SRPS EN 50522:2017 "Grounding of power facilities of alternating voltage over 1 kV", for the time of fault elimination of tk = 0.4 s), which is the key conclusion of the paper and practical guidance to engineers who approve work on maintenance of lines routed in parallel, for the preparation of the specific task.

Questions to discuss:
1. *Is the range of specific soil resistance of 50 Ωm and 100 Ωm, and consequently the range of the value of pillar resistance of 12.83 Ω and 6.42 Ω of overhead distribution power line, a sufficient range to include, as usual, the key requirements for risk analysis when carrying out works on the distribution line routed in parallel with the 400 kV line?*
2. *How much does the geometry of the 400kV pillar affect the current conducted through the grounding system of the distribution line? Can the conclusions listed in the paper apply to similar geometry of 220 kV and 110 kV overhead lines, horizontal layout of conductors and protective wires, as well as to 110 kV overhead lines with pillars of „fir“ type, when the layout of conductors is in a triangle with one protective wire at the top of the pillar?*
3. *Do the authors agree that the graphic dependence of the limit value of fault currents and the length of parallel routing for which the touch-voltage equals the allowed value (Udoz = 312 V, specified according to SRPS EN 50522:2017 "Grounding of power faciliteis of alternating voltage over 1 kV", during the fault elimination of tk = 0.4 s) can be used to make decisions on performing works on the overhead distribution power line routed in parallel with the 400 kV line?*

R-1.18 **DEJSTVA TROFAZNOG MAGNETNOG JEZGRA I NAMOTAJA NA VREME PRISTIZANJA SIGNALA OD IZVORA PARCIJALNOG PRAŽNJENJA DO UHF DAVAČA U ENERGETSKOM TRANSFORMATORU**
EFFECTS OF THREE-PHASE MAGNETIC CORE AND WINDINGS ON TIME OF SIGNAL ARRIVAL FROM PARTIAL DISCHARGE SOURCE TO UHF SENSORS IN POWER TRANSFORMER

Autor/*Author*: Đorđe Dukanac

Rad obrađuje aktuelnu temu iz oblasti razvoja metoda održavanja elektroenergetske opreme. Simulacioni softver ANSYS HFSS daje velike mogućnosti istraživanja UHF metode za određivanje lokacije parcijalnog pražnjenja u energetskom transformatoru koje bi bilo veoma zahtevno sprovesti na eksperimetnalnom modelu ili realnom objektu u pogonu.

Pitanja za diskusiju:
1. Pored šupljina ispunjenih gasom i metalnih izbočenja koja je još karakteristična situacija za pojavu parcijalnih pražnjenja u izolacionom ulju energetskog transformatora?
2. Da li je analiziran uticaj metalnog suda i geometrijske veličine i mase transformatora na ove procese?
3. Koje su glavne prednosti UHF metode za određivanje lokacije parcijalnih pražnjenja u energetskom transformatoru u odnosu na druge metode koje se koriste (gasnohromatografska, optička, električna, akustička, termovizijska)?

The paper covers the current topic in the field of development of methods of maintenance of electrical equipment. The ANSYS HFSS simulation software provides great opportunities to explore UHF methods for determining the location of partial discharge in a power transformer that would be very challenging to implement on an experimental model or real facility in operation.

Questions to discuss:
1. *In addition to the gas-filled cavities and metal bulging, what is another typical situation for partial discharges in the power transformer insulating oil?*

2. *Has the impact of the metal vessel and the geometric magnitude and transformer mass on these processes been analyzed?*
3. *What are the main advantages of the UHF method for determining the location of partial discharges in the power transformer compared to other methods used (gas chromatographic, optical, electrical, acoustic, thermovision)?*

R-1.19 **MAKSIMALNE STRUJE KRATKOG SPOJA PRI KVAROVIMA NA PRIKLJUČCIMA TRONAMOTAJNIH TRANSFORMATORA RAZLIČITIH SPREGA**
MAXIMUM SHORT-CIRCUIT CURRENTS DURING FAULTS ON THREE-WINDING TRANSFORMERS TERMINALS WITH DIFFERENT CONNECTION TYPES

Autori/*Authors*: Zoran Radaković, Marko Novković, Zoran Lazarević, Tomislav Rajić, Dušan Kulić, Željko Lazović

U radu su prikazani način i rezultati proračuna naizmenične komponente struje kratkog spoja za niz realnih situacija na krajevima tronamotajnih transformatora različitih snaga i sprega. To su realne situacije karakteristične prilikom izbora načina priključenja elektrana na mrežu. Pri tome je interesantan uticaj sprege namotaja transformatora i broja aktivnih mreža.

Pitanja za diskusiju:
1. Zašto se radi baš sa dva transformatora? Da li osim sprege namotaja postoje neke razlike između njih koje bitno utiču na metodologiju proračuna?
2. Da li je, po mišljenju autora, za čitaoca dovoljan prikaz metodologije proračuna samo preko zamenskih šema, bez ijednog obrasca? Kako čitalac može eventualno primeniti predloženu metodologiju?
3. Iz eventualnog iskustva autora, koji komercijalni softveri za ovakve proračune ne omogućavaju dobijanje vrednosti struja kroz namotaje transformatora? Nije loše da i čitaoci znaju taj podatak ako postoji.

The paper shows the manner and results of calculating the alternating component of the short-circuit currents for a series of real situations at the ends of the three-winding transformers of different power and connection types. These are real situations typical when choosing the manner of connecting power plants to the grid. Therefore, the impact of the transformer winding connection and the number of active grids is interesting.

Questions to discuss:
1. *Why do you work with two transformers? Is there any difference between them, apart from the connection, that significantly affects the methodology of the calculations?*
2. *Is it sufficient for the reader, to the author's mind, to display the methodology of calculations only through replacement schemes, without any formula? How can the reader possibly apply the proposed methodology?*
3. *From the potential experience of the author, which commercial software for such calculations does not provide the value of currents through the transformer windings? It would be useful for readers to get that information if there is any.*

R-1.20 **PRORAČUN RASPODELE POTENCIJALA IZNAD UZEMLJIVAČA DISTRIBUTIVNE TRANSFORMATORSKE STANICE SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM**
CALCULATION OF VOLTAGE POTENTIAL DISTRIBUTION ABOVE GROUNDING SYSTEM OF DISTRIBUTION TRANSFORMER STATION WITH INSULATED NEUTRAL POINT

Autori/*Authors*: Tomislav Rajić, Dragutin Salamon, Jovan Mikulović

U radu je izvršen proračun raspodele potencijala na tlu, iznad i u okolini zaštitnog i radnog uzemljivača distributivne transformatorske stanice, prilikom kvara na visokonaponskoj strani distributivnog transformatora 10/0,4 kV, pri čemu mreža sa visokonaponske strane radi kao izolovana. Proračun je vršen na dva načina: pomoću programa zasnovanog na standardnoj programskoj platformi za tabelarne proračune i pomoću profesionalnog softvera za proračun uzemljivačkih sistema zasnovanog na metodi konačnih elemenata. Pri proračunu je varirano rastojanje između radnog i zaštitnog uzemljenja. Razmatrano je i iznošenje potencijala u niskonaponsku mrežu preko radnog uzemljenja u slučaju zemljospoja na visokonaponskoj strani.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li autori mogu dodatno da obrazlože izbor vrednosti dozvoljenog napona dodira od 80 V, imajući u vidu usvojeno vreme trajanja kvara od 1,5 s i referencu [2] iz navedene literature?
2. Mogu li razmatrani programi da obrađuju i slučajeve u mrežama sa uzemljenom neutralnom tačkom?
3. Imajući u vidu saglasne rezultate dobijene primenom oba programska paketa, koje su prednosti i nedostaci primene ova dva paketa?

The paper calculated the voltage potential distribution on the ground, above and in the vicinity of the protective and operating grounding of the distribution transformer station, during the fault occurrence on the high voltage side of the 10/0.4 kV distribution transformer, whereby the high-voltage network operates as insulated. The calculation was done in two ways: by using a programme based on a standard programme platform for spreadsheet calculations and by using professional software to calculate grounding systems based on the final element method. When calculating, the distance between operating and protective grounding varies. The paper also considered bringing out the potential into the low-voltage network through the operating grounding in the case of earth fault on the high-voltage side.

Questions to discuss:

1. *Can the authors further explain the choice of the value of the allowed 80 V touch-voltage, given the adopted fault duration of 1.5 s and the reference [2] from the specified literature?*
2. *Can the considered programmes process cases in networks with an insulated neutral point as well?*
3. *Given the consensual results obtained by the implementation of both programme packages, what are the advantages and*
2. *disadvantages of implementing these two packages?*

R-1.01

PROCENA ŽIVOTNOG VEKA ELEKTROENERGETSKIH KABLOVA SA SINTETIČKOM IZOLACIJOM

LIFE-TIME ESTIMATION OF EXTRUDED DIELECTRIC POWER CABLES

Miodrag STOJANOVIĆ, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Srbija
Dragan TASIĆ, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Srbija
Dardan KLIMENTA, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Srbija
Nikola KRSTIĆ, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Rad se bavi matematičkim modelima kojima se opisuje starenje elektroenergetskih kablova sa sintetičkom izolacijom. Ova tema zaokuplja pažnju stručne javnosti više desetina godina ali za sada nema opšte prihvaćene teorije. Osnovna poteškoća pri kreiranju opšte prihvaćene teorije je veliki broj faktora (fizički, hemijski, električni) koji utiču na starenje pojedinih komponenti kablova. Fokus istraživača je na starenju same izolacije, čiji uzročnici su zagrevanje, električno polje, mehaničko naprezanje, hemijski uticaj okoline, apsorpcija vlage itd. Kako je životni vek kablova veoma dug, matematički modeli starenja određuju se iz eksperimenata ubrzanog starenja. Ovi modeli mogu se koristiti za procenu preostalog životnog veka kablova u eksploataciji, ali i za procenu cikličnog faktora preopterećenja kablova uz obezbeđivanje projektovanog životnog veka. Na test primeru trofaznog voda sačinjenog od tri jednožilna kabla sa izolacijom od umreženog polietilena, u radu je za tipični dijagram opterećenja određen ciklični faktor preopterećenja uz uvažavanje projektovanog životnog veka.

Ključne reči: elektroenergetski kablovi, izolacija, starenje, životni vek

SUMMARY

The paper deals with mathematical models that describe the aging of power cables with synthetic insulation. This topic has occupied the attention of the professional public for decades, but for now there is no generally accepted theory. The main difficulty in creating a generally accepted theory is the large number of factors (physical, chemical, electrical) that affect the aging of individual cable components. The focus of the researchers is on the aging of the insulation itself, the causes of which are heating, electric field, mechanical stress, chemical influence of the environment, moisture absorption, etc. As the life-time of cables is very long, mathematical models of aging are determined from accelerated aging experiments. Mathematical models can be used to estimate the remaining service life of cables in operation, but also to estimate the cyclic current rating with the projected service life. On the test example of cable line consisting of three single-core XLPE cables and typical load diagram, cyclic current rating is estimated taking into account projected life-time.

Key words: aging, insulation, life-time, power cables

R-1.02

RAZMATRANJE DUVALOVIH TROUGLOVA 2 ZA REGULACIONE SKLOPKE

CONSIDERATION OF DUVAL TRIANGLES 2 FOR ON-LOAD TAP CHANGERS

Siniša SPREMIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Transformatori sa regulacijom napona pod opterećenjem imaju regulacione sklopke sa sudom prekidačkog dela odvojenim od suda transformatora. Sud prekidačkog dela je punjen izolacionim uljem. Prilikom promene položaja regulacione sklopke u prekidačkom delu dolazi do varničenja kojim se stvaraju gasovi u odgovarajućim odnosima. Za različite tipove regulacionih sklopki odnosi gasova mogu biti različiti. Pored toga mogu se zbog neke vrste kvarova dobiti odnosi gasova koji ne odgovaraju normalnom radu regulacione sklopke. Zbog toga su do sada za neke tipove regulacionih sklopki prikupljeni podaci koji su analizirani i na osnovu toga su određena područja normalnog rada u Duvalovim trouglovima 2. Ovde se razmatraju Duvalovi trouglovi 2, daju primeri i ukazuje na moguće greške kod interpretacije rezultata u Duvalovim trouglovima 2.

Ključne reči: Duvalovi trouglovi 2, gasovi, prekidački deo, regulaciona sklopka, transformator

SUMMARY

Transformers with voltage regulation under load have on-load tap changers with a diverter switch compartment separated from the transformer vessel. The diverter or selector switch compartment is filled with insulating oil. When changing the position of the on-load tap changer in the diverter or selector switch compartment, there is sparking which creates gases in appropriate proportions. Gas ratios may be different for different types of on-load tap changers. In addition, due to some types of faults, gas ratios that do not correspond to the normal operation of the on-load tap changer can be obtained. Therefore, so far, data have been collected for some types of on-load tap changers, which have been analyzed and based on that, areas of normal operation in Duval triangles 2 have been determined. Duval triangles 2 are considered here and possible errors in the interpretation of the results in Duval triangles 2 are pointed out.

Key words: Diverter or selector switch, Duval triangles 2, Gases, On-Load Tap Changer, Transformer

Siniša Spremić, Bulevar oslobođenja 100, 21000 Novi Sad, Srbija, sinisa.spremic@ods.rs

R-1.03

VALIDACIJA MERENJA AMPLITUDNE I FAZNE GREŠKE VISOKONAPONSKIH STRUJNIH TRANSFORMATORA U POGONU BEZ PREKIDA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE

VALIDATION OF LIVE LINE MEASUREMENT OF AMPLITUDE AND PHASE DISPLACEMENT ERRORS OF HIGH-VOLTAGE CURRENT TRANSFORMERS WITHOUT INTERRUPTION OF ELECTRICITY SUPPLY

Uroš KOVAČEVIĆ*, Inovacioni centar, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Vladeta MILENKOVIĆ, Netico Solutions D.O.O. Niš, Srbija
Dragana NAUMOVIĆ VUKOVIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Nenad KARTALOVIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Nenad STOJANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije D.O.O. Beograd, Srbija
Miodrag STOJANOVIĆ, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U radu je opisan razvoj inovativne i patentirane metodologije i tehnologije koja omogućava merenje amplitudne i fazne greške visokonaponskih strujnih transformatora u pogonu bez prekida isporuke električne energije, čime se rešava jedan od gorućih problema u prenosu i distribuciji električne energije. Takođe je prikazana validacija merenih veličina. Detaljno je opisana nova merna metoda bazirana na primeni vremenski sinhronizovanih merenja uz korišćenje signala Global Positioning System kao i elementi inovativne bežične tehnologije koja omogućava rad u blizini visokog napona, ali i tačno, efikasno i bezbedno merenje. Prikazana su sprovedena laboratorijska eksperimentalna istraživanja i najznačajniji rezultati metrološke sertifikacije, ispitivanja elektromagnetske kompatibilnosti i visokonaponskih laboratorijskih testova. Rezultati realnih merenja u elektrodistributivnom pogonu potvrdjuju da razvijeni i validirani merni sistem omogućava tačno, efikasno i bezbedno merenje amplitudne i fazne greške visokonaponskih strujnih transformatora u pogonu, bez prekida isporuke električne energije.

Ključne reči: amplitudna greška, fazna greška, rad pod naponom, strujni transformator, sinhronizovana merenja, visoki napon

ABSTRACT

The paper describes the development and validation of innovative and patented methodology and technology that allows live line measuring the ratio error and phase displacement of high voltage current transformers without interruption of electricity supply. Validation of measured quantities is also shown. A new measurement method based on the application of time-synchronized measurements with the use of Global Positioning System timestamped signals is described in detail, as well as elements of innovative wireless technology that allows operation near high voltage but also accurate, efficient and safe measurement. The conducted laboratory experimental research and the most significant results of metrological certification, electromagnetic compatibility testing and high voltage laboratory tests are presented. The results of real measurements in the distribution substations confirm that the developed and validated measuring system enables accurate, efficient and safe measurement of amplitude and phase displacement errors of high voltage current transformers live line without interruption of electricity supply.

Key words: amplitude error, current transformer, high voltage, live line operation near voltage, phase displacement error, time synchronized measurements

Uroš KOVAČEVIĆ*, ukovacevic@yahoo.com
Vladeta MILENKOVIĆ, vladeta.milenkovic@netico-group.com
Dragana NAUMOVIĆ VUKOVIĆ, draganav@ieent.org;
Nenad KARTALOVIĆ, nenad.kartal@ieent.org;
Nenad STOJANOVIĆ, nenad.stojanovic@eps.rs
Miodrag STOJANOVIĆ, miodrag.stojanovic@netico-group.com

I-1.04

DEGRADACIJA KUĆIŠTA KOMPOZITNIH IZOLATORA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE KAO POSLEDICA STARENJA

DEGRADATION OF HOUSING OF COMPOSITE INSULATORS FOR DISTRIBUTION OVERHEAD LINES AS A CONSEQUENCE OF AGING

Dimitrije ANĐELKOVIĆ, GPS Insulators d.o.o, Srbija
Vladimir ALEMPIJEVIĆ, GPS Insulators d.o.o, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Poznato je da je životni vek kompozitnih izolatora kraći u odnosu na životni vek tradicionalnih izolatora. Ovaj rad ima za cilj da ukaže na problem degradacije kućišta kompozitnih izolatora, koja nastaje kao posledica njihovog starenja. Ovim radom biće predstavljeni uslovi pod kojima dolazi do degradacije kućišta kompozitnih izolatora, kao i postojeći tipovi degradacije kućišta i njihova ocena.

Ključne reči: degradacija, kompozitni izolator, kućište, starenje

ABSTRACT

It is known that the lifespan of composite insulators is shorter compared to the lifespan of traditional insulators. This paper aims to point out the problem of degradation of composite insulator housings, which occurs as a consequence of their aging. This paper will present the conditions under which the degradation of composite insulators occurs, as well as the existing types of degradation of the housing and their evaluation.

Key words: aging, composite insulator, degradation, housing

d.andjelkovic@gps.co.rs, 069/35-79-163
v.alempijevic@gps.co.rs, 069/35-79-166

I-1.05

ISTORIJSKI RAZVOJ POTPORNIH IZOLATORA OD PORCELANA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE OD IZOLATORA ZA NOSAČ DO IZOLATORA ZA VODOVE

HISTORICAL DEVELOPMENT OF POST INSULATORS FROM PORCELAIN FOR DISTRIBUTIVE OVERHEAD LINES FROM PIN INSULATORS TO INSULATORS FOR LINES

Milica Vlaisavljević, GPS Insulators, Republika Srbija
Alen Gudžević, GPS Insulators, Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Termin potporni izolator za nosač, podrazumeva potporni izolator tipa D od porcelana odnosno izolator koji se montira na nosač. Iako je potekao iz Nemačke, taj izolator je veoma loše konstrukcije koja je u vremenu njegove primene pokazala negativne karakteristike. One su se ispoljile zbog takozvanog unutrašnjeg armiranja (prema terminologiji proizvođača izolatora), a posebno zato što je armiranje vršio korisnik koji je svojim neznanjem doprineo takvim karakteristikama. Cilj je da se kroz zaključke do kojih se došlo kroz istoriju razvoja potpornih izolatora, napravi osvrt na probleme, ali i prednosti sadašnjih konstruktivnih rešenja.

Pri pojavi otkaza u distributivnim nadzemnim vodovima, bitno je da se nađe način da se on ukloni. Podjednako je bitno da se pronađe uzrok i rešenje koje bi sprečilo ponavljanje istih ili sličnih otkaza. Razvoj potpornih izolatora za distributivne nadzemne vodove je posledica niza loših konstruktivnih rešenja potpornih izolatora za nosač tipa D (koji je nama poznat i kao Ps izolator, prema oznaci doskorašnjeg domaćeg proizvođača).

Ključne reči: distributivni nadzemni vodovi, otkazi, potporni izolatori za nosač

ABSTRACT

The term post pin insulator for a bracket, means a suporting pin insulator type D made of porcelain or insulator that is mounted on the carrier. Although it originated from Germany, that insulator has very poor construction, which showed negative characteristics during the period of its application. They appeared due to the so-called internal reinforcement (according to the terminology of the insulator manufacturer), and especially because the reinforcement was carried out by the user, who contributed to such characteristics through their ignorance. The goal is to review the problems, but also the advantages of current constructive solutions, through the conclusions reached throughout the history of the development of supporting insulators.

When a failure occurs in distribution overhead lines, it is important to find a way to remove it. It is equally important to find a cause and a solution that would prevent the repetition of the same or similar failures. The development of post insulators for distribution overhead lines is a consequence of a series of bad constructive solutions of post insulators for the type D carrier (which is also known to us as Ps insulator, according to the designation of the recent domestic manufacturer).

Key words: distribution overhead lines, failures, pin insulators

Milica Vlaisavljević – m.vlaisavljevic@gps.co.rs
Alen Gudžević – a.gudzevic@gps.co.rs

I-1.06

METODOLOGIJA DIZAJNIRANJA ŠTAPNIH I POTPORNIH IZOLATORA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE

METHODOLOGY OF DESIGNING OF LONG ROD AND POST INSULATORS FOR DISTRIBUTION OVERHEAD LINES

Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Srbija
Milica VLAISAVLJEVIĆ, GPS Insulators, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U recenziji rada “Prikaz grupe dokumenata IEC/TS 60815 za izbor i dimenzionisanje distributivnih izolatora za nadzemne vodove u uslovima zagađenja”, recezent je predložio da se uradi prezentacija postupka dizajniranja izolatora za nadzemne vodove uobičajene za naše uslove. Postupak dizajniranja se nije uklapao u temu navedenog rada, ali je postavljeno pitanje poslužilo kao ideja za ovaj rad. Na osnovu IEC/TS 60815 i pojedinačnih standarda za štapne i potporne izolatore za nadzemne vodove razvijena je metodologija konstruisanja pomenutih izolatora. Cilj rada je da prikaže osnove dizajniranja štapnih i potpornih izolatora za distributivne nadzemne vodove kroz standarde.

Ključne reči: dizajniranje, potporni izolatori, štapni izolatori

ABSTRACT

In the review of the paper "Representation of a group of documents IEC/TS 60815 for selection and dimensioning of distribution insulators intended for use in polluted conditions" the reviewer proposed to make a presentation of the procedure for designing insulators for overhead lines usual for our conditions. The designing process did not fit into the topic of that paper, but the question posed served as an idea for this paper. Based on IEC/TS 60815 and particular standards for long rod and post insulators for overhead lines, a methodology for constructing these insulators has been developed. The aim of this paper is to present the basics of designing of rod and post insulators for overhead distribution lines through standards.

Keywords: designing, post insulators, long rod insulators

Alen Gudžević – a.gudzevic@gps.co.rs; Milica Vlaisavljevic – m.vlaisavljevic@gps.co.rs

R-1.07

PRORAČUN VUČNIH SILA KOD MAŠINSKOG POLAGANJA VN KABLOVA U ROV

THE CALCULATION OF TRACTION FORCES IN MACHINE LAYING OF HV CABLES IN TRENCH

Miladin TANASKOVIĆ
Dragoslav PERIĆ

KRATAK SADRŽAJ

Elektroenergetske mreže srednjeg i visokog napona (10 kV - 400 kV) u urbanim gradskim sredinama realizuju se elektroenergetskim kablovima koji se najčešće polažu u rov. Izgradnja kablovskih vodova u rezidencijalnim delovima gradova izrazito je složen posao, kako sa stanovišta blizine drugih infrastrukturnih i građevinskih objekata, tako i zbog imperativa efikasnog izvođenja radova. Značajno skraćenje dužine trajanja polaganja kablova postiže se mašinskim polaganjem za koje je prethodno potrebno izračunati vučne sile na svim deonicama trase. U ovom radu prikazani su izrazi za određivanje vučnih sila za karakteristične delove deonica (prava trasa u horizontalnoj i kosoj ravni, krivine u horizontalnoj i vertikalnoj ravni), kao i metodološki pristup za proračun vučnih sila kod mašinskog polaganja elektroenergetskih kablova u rov primenom korisničkog programa napisanog u radnim tabelama (spreadsheet).

Ključne reči: mašinsko polaganje elektroenergetskih kablova, rov, vučne sile pri polaganju kablova

ABSTRACT

The high voltage network (10 kV - 400 kV) in urban areas are realized with electric power cables that are usually laid in the trench. The installation of cable lines in residential parts of cities is an extremely complex job, both from the point of the proximity of other infrastructure and construction objects, and the imperative of efficient execution of works. A significant reduction in the duration of cable laying is achieved by machine laying, for which it is previously necessary to calculate the traction forces on all sections of the route. This paper presents expressions for determining the traction forces for characteristic sections of the route (straight route in the horizontal and slope plane, curves in the horizontal and vertical plane), as well as the methodological approach for calculating traction forces in machine laying of power cables in the trench by applying an user program written in spreadsheets.

Key words: mechanical laying of electric power cables, trench, traction forces when laying cables

Kontakt informacije o autorima: dragoslav.peric@gmail.com

I-1.08

ANALIZA ASPEKATA ZAMENE MALOULJNIH PREKIDAČA 35 KV ODGOVARAJUĆIM VAKUUMSKIM U POSTROJENJIMA SA IZVLAČIVIM ĆELIJAMA

ANALYSIS OF ASPECTS OF LOW OIL CIRCUIT-BRAKERS 35 KV REPLACEMENT WITH COMPATIBLE VACUUM CIRCUIT-BREAKERS IN SWITCHGEARS WITH PULL-OUT COMPARTMENTS

Saša KORDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dejan VUČKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dejan ŽIVKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Na konzumnom području ogranka Niš zamena malouljnih prekidača 35 kV vakuumskim je višegodišnja praksa koja se odvija po planovima remonata proisteklim iz redovnih godišnjih revizija po planovima revizija.
U odnosu na tip postrojenja postoje različita iskustva. Naime, u postrojenjima sa fiksnim prekidačima ovaj koncept se pokazao izvanrednim, dok je u postrojenjima sa izvlačivim ćelijama došlo do čitavog niza problema, kako kod same ugradnje, tako i kod kasnije eksploatacije.
Namera grupe autora je da predstavi praktične probleme sa kojima su se sreli izvođači i ekipa Službe za održavanje TS 110/35 kV/kV u Ogranku Niš i kakva su rešenja iznađena u procesu prilagođenja.

***Ključne reči*:** malouljni prekidač 35 kV, vakuumski prekidač 35 kV

ABSTRACT

In the consumption area of the Nis branch, the replacement of low oil circuit-breakers 35 kV with vacuum ones has been a long-term practice implemented according to the overhaul plans resulting from the regular annual audits according to the annual audit plans.
There have been different experiences depending on the type of switchgears. Namely, in switchgears with fixed mounted circuit-breakers this concept has proven remarkable, while in switchgears with pull-out circuit-breakers there has appeared a great variety of problems not only with the very installation but also with the operation afterwards.
The goal of the authors has been to present the practical problems that both the contractors and the team of the HV maintenance service in the Niš branch have encountered, as well as to present the solutions they have come up with in the adjustment process.

Key words: low oil circuit-breakers 35 kV, vacuum circuit-breakers 35 kV

Saša KORDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, sasa.kordic@ods.rs
Dejan VUČKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, dejan.vuckovic@ods.rs
Dejan ŽIVKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, dejan.zivkovic@ods.rs

R-1.09

IMPLEMENTACIJA UREĐAJA ATS U TRANSFORMATORSKOJ STANICI INDUSTRIJSKOG KOMPLEKSA NAPAJANOG IZ ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

IMPLEMENTATION OF ATS SYSTEM IN A SUBSTATION OF AN INDUSTRIAL COMPLEX POWERED BY ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORK

Brankica POPOVIĆ ZDRAVKOVIĆ, Energoprojekt Entel a.d. Beograd, Srbija
Nada VRCELJ, Energoprojekt Entel a.d. Beograd, Srbija
Nikola ŠUŠNICA, Energoprojekt Entel a.d. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Potpuni prekid napajanja usled poremećaja u mreži predstavlja jedan od najvećih problema snabdevanja potrošača električnom energijom. U tom smislu, jedan od načina poboljšanja sigurnosti i pouzdanosti napajanja potrošača je uvođenje sistema automatskog transfera, sistema ATS (Automatic Transfer Switch), koji, prilikom poremećaja, automatskim prenosom opterećenja na alternativni (pomoćni) sistem napajanja, u veoma kratkom vremenskom periodu, obezbeđuje kontinuitet napajanja potrošača. U ovom radu predstavljen je primer implementacije uređaja ATS u transformatorskoj stanici industrijskog kompleksa u Kataru koji se napaja iz elektrodistributivne mreže, i to sa stanovišta tranzijentne stabilnosti sistema. Analiza stabilnosti sistema podrazumeva simulaciju karakterističnih poremećaja u mreži koji se mogu očekivati u njenoj eksploataciji, a za cilj ima da ustanovi sposobnost sistema da održi stabilnost nakon reagovanja zaštite i automatskog prebacivanja opterećenja na alternativni (pomoćni) sistem napajanja. U radu su prikazani rezultati analize tranzijentne stabilnosti za različite poremećaje, gde su posmatrani odzivi i stanja relevantnih veličina u razmatranoj mreži. Na osnovu ovih rezultata date su odgovarajuće preporuke za izbor načina i vremenskog podešenja reagovanja uređaja ATS, kao i za odgovarajuće podešenje relejne zaštite.

Ključne reči: elektrodistributivna mreža, industrijski kompleks, sistem ATS, tranzijentna stabilnost

ABSTRACT

Complete power disruptions due to network disturbances represent one of the biggest problems for the quality of electrical supply to consumers. In that regard, one of the ways to improve the safety and reliability of power supply to consumers is introducing the ATS (Automatic Transfer Switch), which in the event of a disturbance, automatically transfers the load to an alternative (auxiliary) power source, in a very short time period, and thereby provides continuity of power supply to consumers. This paper presents an example of the implementation of the ATS system in a substation of an industrial complex in Qatar, supplied from distribution network, from the standpoint of system's transient stability. System stability analysis involves simulation the characteristic disturbances that can be expected in the studied network, and aims to establish the system's ability to maintain stability after protection devices' response and automatic load switching to an alternative (auxiliary) power source. The paper presents the results of the transient stability analysis for various disturbances, where the responses and states of relevant parameters in the studied network are observed. Based on these results, appropriate recommendations are given regarding the transfer mode selection and response time setting of the ATS device, as well as relay protection settings.

Key words: ATS system, distribution network, industrial facility, transient stability

Brankica POPOVIĆ ZDRAVKOVIĆ, bpopovic@ep-entel.com
Nada VRCELJ, nvrcelj@ep-entel.com
Nikola ŠUŠNICA, nsusnica@ep-entel.com

R-1.10

TRANSFORMATORI ZA VETROELEKTRANE-ZAHTEVI

TRANSFORMERS FOR WIND POWER PLANTS-REQUIREMENTS

Ivan JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija
Zdravko RISTIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Srbija
Zoran ĆIRIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija
Mihajlo RISTIĆ, Agencija Q-Total, Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U radu su izloženi zahtevi i pravila dobre prakse za transformatore za vetroelektrane koji su povezani sa generatorom. Zahtevi se odnose na transformatore suvog tipa i transformatore potopljene u tečnost sa najvišim naponom za opremu do i uključujući 72,5 kV. Obrazloženo je da se ne mogu ugrađivati konvencionalni distributivni transformatori kao jeftinije rešenje, već transformatori visokog kvaliteta dizajnirani za otežane uslove. Obrađeni su normalni uslovi rada, posebni uslovi rada za montažu u toranj ili gondolu, korekcija porasta temperature, sadržaj harmonijskih struja, prekomerna ekscitacija, harmonijsko izobličenje napona, prelazni naponi, nivo vibracija.
Date su električne karakteristike, termički ciklus transformatora, regulaciona preklopka, mogućnosti preopterećenja, sposobnost da izdrži kratak spoj, zaštita od previsoke temperature.

Ključne reči: dobra praksa, kvalitet, standardi, transformator, vetroelektrana, zahtevi.

ABSTRACT

The paper presents the requirements and rules of good practice for wind power transformers connected to the generator. The requirements refer to dry type transformers and transformers immersed in liquid with the highest voltage for equipment up to and including 72.5 kV. It is explained that it is not possible to install conventional distribution transformers as a cheaper solution, but high quality transformers designed for difficult conditions. Normal operating conditions, special operating conditions for tower- or gondola mounting, temperature rise correction, current's harmonic content, over-excitation were processed, as well as harmonic voltage distortion, transient voltages, vibration level. Electrical characteristics, thermal cycle of the transformer, control switch, overload possibilities, ability to withstand short circuit, protection against excessive temperature are given.

Keywords: good practice, quality, standards, transformer, wind power plants, requirements.

Ivan Jagodić – ivan.jagodic@eps.rs, Zdravko Ristić – zdravko.ristic@ods.rs,
Zoran Ćirić – zciric@ieent.org, Mihajlo Ristić – mihajloristic16@yahoo.com

R-1-11

ANALIZA NEKIH KONSTRUKCIONIH IZVEDBI MERNIH TRANSFORMATORA 110 kV SA PREDLOGOM UNAPREĐENJA

ANALYSIS OF SOME CONSTRUCTIONAL DESIGNS OF 110 kV INSTRUMENT TRANSFORMERS WITH IMPROVEMENT PROPOSAL

Dušan OBRADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Na naponskom nivou 110 kV u transformatorskim stanicama 110/x kV uglavnom se koriste induktivni strujni i naponski transformatori 110 kV sa uljnopapirnom izolacijom. Induktivni strujni i naponski transformatori 110 kV nisu konstrukciono standardizovani. Postoje konstrukcione razlike po dimenzijama, i opštim i ugradnim. Kod naponskih transformatora 110 kV postoje razlike po načinu izvođenja magnetnog kola, otvoreno i zatvoreno. Ranije je za kazane i nosače korišćeno gvožđe dok se u poslednje vreme koristi aluminijum. Značajne su razlike u konstrukcionom izvođenju slavina za uzorkovanje ulja. Razmatra se mogućnost izvođenja merenja parcijalnih pražnjenja ultrazvučnom metodom pri uključenim mernim transformatorima 110 kV (u pogonu pod naponom). Navode se razlozi zbog kojih kod nekih tipova strujnih i naponskih transformatora 110 kV nije moguće izvršiti merenje parcijalnih pražnjenja ultrazvučnom metodom i daje se predlog na koji način rešiti taj problem. Slavine za uzorkovanje ulja su takođe raznolike sa različitim posebnim alatima za uzorkovanje. Daje se prikaz nekoliko starijih i novijih rešenja za uzorkovanje ulja različitih proizvođača mernih transformatora 110 kV sa razmatranjem mogućnosti standardizacije.

Ključne reči: naponski transformator, parcijalna pražnjenja, slavina za uzorkovanje ulja, strujni transformator, ultrazvuk

SUMMARY

At the voltage level of 110 kV in 110/x kV substations, inductive instrument transformers of 110 kV with oil and paper insulation are mainly used. The constructions of inductive instrument transformers 110 kV are not standardized. There are constructional differences in dimensions, both general and built-in. Within 110 kV voltage transformers, there are differences in the way the magnetic circuit is designed, open and closed. Earlier, iron was used for vessels and supports, while lately aluminum has been used. There are significant differences in the design of taps for oil sampling. The possibility of partial discharges measurements on live operated 110 kV instrument transformers with ultrasound method is considered. The reasons why it is not possible to measure partial discharges with ultrasound method for some types of 110 kV current and voltage transformers are given and a proposal is given on how to solve this problem. Oil sampling taps are also diverse with different special sampling tools. Several older and newer oil sampling solutions from different 110 kV instrument transformer manufacturers are presented with consideration of standardization options.

Key words: Current transformer, Oil sampling tap, Partial discharges, Voltage transformer, Ultrasound

Dušan Obradović, Bulevar oslobođenja 100, 21000 Novi Sad, Srbija, dusan.obradovic@ods.rs

R-1.12

KOLIKO ZNAMO O PROBLEMU ELEKTROKUCIJE PTICA U SRBIJI?

HOW MUCH DO WE KNOW ABOUT BIRD ELECTROCUTION PROBLEM IN SERBIA?

Milica KRMAR, Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije, Srbija
Milan RUŽIĆ, Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije, Srbija
Sandra JOVANOVIĆ, Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije, Srbija
Mirjana RANKOV, Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije, Srbija
Radislav MIRIĆ, Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije, Srbija
Marko ŠĆIBAN, Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Elektrokucija ptica predstavlja opasnost za divlje ptice širom sveta i posebno je problematična za migratorne vrste. Usled strujnog udara mogu nastati opekotine, nekroze određenih tkiva i u najgorem slučaju može doći do uginuća ptice. Uglavnom pogađa krupnije vrste ptica čiji je raspon krila dovoljno velik da spoji dva provodnika pod naponom, ali takođe može biti kobna i po manje ptice. Sistematično proučavanje ovog fenomena u Srbiji je započeto tek pre četiri godine, tokom 2018. godine. Međutim, Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije (DZPPS) ima uvid u problematiku još od ranijeg perioda. Prvi slučaj elektrokucije o kojem DZPPS ima podatke je iz 2012. godine. Od tada je DZPPS započelo sakupljanje ovakvih sporadičnih podataka o elektrokuciji ptica u Srbiji, a zatim su ti podaci analizirani. Na osnovu 302 sporadična slučaja elektrokucije ptica, u Srbiji su otkrivena dva ključna mesta na kojima bi trebalo postaviti odgovarajuće mere ublažavanja. Takođe, podaci o ovom problemu se prikupljaju i u okviru dva aktuelna projekta, Adriatic Flyway 4 i LIFE Danube Free Sky. U okviru drugopomenutog projekta je utvrđeno da je elektrokucija glavni uzrok stradanja ptica na dalekovodima, jer je 693 od 852 stradalih jedinki ptica pronađenih oko dalekovoda u projektnom području imalo tragove od elektrokucije. Ova dva projekta su nam omogućila da intenzivno i sistematično proučavamo neka od najvažnijih područja za ptice u Srbiji, sa ciljem da otkrijemo gde je neophodno instalirati nove ili dodatne strujne izolatore. Očekujemo da ćemo usled daljeg sakupljanja i analize podataka o elektrokuciji ptica saznati koje konstrukcije dalekovoda su najopasnije kada je u pitanju ovaj problem.

Ključne reči: dalekovodi, mere ublažavanja, ptice, vrste

ABSTRACT

Bird electrocution presents a danger to wild birds all around the globe, and it is especially problematic for migratory species. It can cause burn marks, necrosis of some tissues, and in the worst case the death of the bird. Electrocution mostly happens to larger birds as their wingspan is big enough to connect two energized conductors, but it can also affect smaller birds. In Serbia, this phenomenon started to be a topic of systematic research only four years ago, in 2018. Nevertheless, Bird Protection and Study Society of Serbia (BPSSS) does have some knowledge about the situation from before. The first occurrence of bird electrocution known to BPSSS in Serbia dates from 2012. Since then, BPSSS has gathered all separate cases of electrocution that occurred on the territory of Serbia in one database and has analysed them. Based on 302 cases of bird electrocution, we have found two hot spots in Serbia that should be targeted for applying appropriate mitigation measures. Separately, other bird electrocution data was methodologically gathered within two ongoing projects, Adriatic Flyway 4 and LIFE Danube Free Sky. Within the second-mentioned project, it was confirmed that in Serbia the main cause of bird mortality on power lines is electrocution, as 693 out of 852 bird carcasses found around power lines in the project area had traces of electrocution. These two projects let us study some of the most important bird areas in Serbia excessively and systematically, with the goal to discover where to install new or additional insulators. We anticipate that by further gathering and analysing bird electrocution data we will find out which constructions of power lines are the most dangerous when it comes to this problem.

Key words: birds, mitigation measures, power lines, species

Kontakt podaci: milica.krmar@pticesrbije.rs, milan.ruzic@pticesrbije.rs, sandra.jovanovic@pticesrbije.rs, mirjana.rankov@pticesrbije.rs, radislav.mirić@pticesrbije.rs, marko.sciban@pticesrbije.rs

R-1.13

АНАЛИЗА НИВОА МАГНЕТСКЕ ИНДУКЦИЈЕ У СТАНУ УСЛЕД УТИЦАЈА НИСКОНАПОНСКИХ КАБЛОВСКИХ ПРИКЉУЧНИХ КУТИЈА

ANALYSIS OF MAGNETIC FLUX DENSITY LEVELS IN THE APARTMENT DUE TO THE INFLUENCE OF LOW VOLTAGE CABLE TERMINAL BOXES

Маја ГРБИЋ*, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Дејан ХРВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Александар ПАВЛОВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У раду су анализирани нивои магнетске индукције у стану који се јављају услед утицаја кабловских прикључних кутија. Анализа је заснована на резултатима мерења магнетске индукције у стану. У разматраном примеру кабловске прикључне кутије се налазе на спољашњем зиду стана што доводи до повишених нивоа магнетске индукције у просторији која се налази са друге стране зида. Показано је да вредности магнетске индукције у стану могу да прекораче вредност од 4 μT, што представља критеријум да извор буде категорисан као извор од посебног интереса, у складу са одредбама важеће националне регулативе из области заштите становништва од нејонизујућег зрачења. Циљ рада је да се покаже да у поменутој конфигурацији вредности магнетске индукције у стану могу бити значајне, како би се у будућности избегла примена оваквих техничких решења.

Кључне речи: Зона повећане осетљивости, кабловска прикључна кутија, магнетска индукција, нејонизујуће зрачење.

ABSTRACT

The paper analyzes the levels of magnetic flux density in the apartment that occur due to the influence of cable terminal boxes. The analysis is based on the results of magnetic flux density measurements in the apartment. In the considered example, the cable terminal boxes are located on the outer wall of the apartment, which leads to increased levels of magnetic flux density in the room located on the other side of the wall. It has been shown that the values of magnetic flux density in the apartment can exceed the value of 4 μT, which is a criterion for the source to be categorized as a source of special interest, in accordance with national regulations in the field of non-ionizing radiation. The aim of the paper is to show that in the aforementioned configuration the values of magnetic flux density in the apartment can be significant, in order to avoid such technical solutions in the future.

Keywords: Area of increased sensitivity, cable terminal box, magnetic flux density, non-ionizing radiation.

R-1.14

МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ МАКСИМАЛНЕ ВРЕДНОСТИ МАГНЕТСКЕ ИНДУКЦИЈЕ У ЗОНАМА ПОВЕЋАНЕ ОСЕТЉИВОСТИ У БЛИЗИНИ ТРАНСФОРМАТОРСКИХ СТАНИЦА НАПОНСКИХ НИВОА 10/0,4 kV И 20/0,4 kV ЗАСНОВАНА НА РЕЗУЛТАТИМА МЕРЕЊА И ПРОРАЧУНА

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE MAXIMUM VALUE OF MAGNETIC FLUX DENSITY IN THE AREAS OF INCREASED SENSITIVITY NEAR 10/0.4 kV AND 20/0.4 kV TRANSFORMER STATIONS BASED ON THE RESULTS OF MEASUREMENTS AND CALCULATIONS

Маја ГРБИЋ*, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Александар ПАВЛОВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У раду је приказана методологија за одређивање максималне вредности магнетске индукције у зонама повећане осетљивости у близини трансформаторских станица напонских нивоа 10/0,4 kV и 20/0,4 kV, која се заснива на резултатима мерења и прорачуна. Приказана методологија се односи на трансформаторске станице 10/0,4 kV и 20/0,4 kV код којих доминантни извор магнетске индукције у зони повећане осетљивости представљају шинске везе напонског нивоа 0,4 kV, које повезују трансформатор и развод напонског нивоа 0,4 kV. Мерењем се добијају вредности магнетске индукције које зависе од тренутног оптерећења трансформатора, док се прорачуном могу добити и максималне вредности магнетске индукције које би се јавиле при оптерећењу трансформатора назначеном струјом. Примена приказане методологије је од посебне важности у случају трансформаторских станица које се налазе у стамбеним зградама, нарочито уколико се непосредно изнад или поред трансформаторске станице налази стамбени простор.

Кључне речи: Електромагнетско поље, магнетска индукција, мерење, нејонизујуће зрачење, прорачун, трансформаторска станица.

ABSTRACT

The paper presents a methodology for determining the maximum value of magnetic flux density in the areas of increased sensitivity near 10/0.4 kV and 20/0.4 kV transformer stations, which is based on the results of measurements and calculations. The presented methodology refers to 10/0.4 kV and 20/0.4 kV transformer stations where the dominant source of magnetic flux density in the area of increased sensitivity are 0.4 kV busbars, which connect the transformer and 0.4 kV distribution cabinet. The values of magnetic flux density which depend on the current transformer load are obtained by measurements, while the calculations can be used to obtain the maximum values of magnetic flux density that would occur at the rated load of the transformer. The application of the presented methodology is of special importance in the case of transformer stations located in residential buildings, especially if there is a residential space directly above or next to the transformer station.

Keywords: Calculation, electromagnetic field, magnetic flux density, measurement, non-ionizing radiation, transformer station.

I-1.15

VAKUUMSKA TEHNOLOGIJA REGULACIONIH SKLOPKI I SMANJENJE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

VACUUM TECHNOLOGY OF ON LOAD TAP CHANGERS AND REDUCTION OF ENVIRONMENTAL IMPACT

Bogdan PETROVIĆ, Siniša SPREMIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Već duži niz godina se vakuumska tehnologija pokazala kao veoma dobra u srednjenaponskim prekidačima. Dobre radne karakteristike vakuumskih boca u prekidačima sa smanjenim nivoom održavanja u odnosu na prethodne malouljne prekidače, uslovile su da se gotovo u potpunosti izvršila zamena malouljnih prekidača vakuumskim prekidačima. Druga veoma dobra karakteristika je izbegavanje ulja kao izolacionog sredstva u smislu manjeg zagađenja životne sredine i izbegavanje mogućeg požara u slučaju kvara malouljnog prekidača. Nakon primene u vakuumskim prekidačima došlo je do primene vakuumske tehnologije u prekidačkom delu regulacionih sklopki pod opterećenjem (u daljem tekstu: regulaciona sklopka). Prikazan je način rada uz korišćenje vakuumskih boca. Opisani su dobici u smislu održavanja i smanjenje uticaja na životnu sredinu korišćenjem vakuumske tehnologije iako se kod regulacionih sklopki i dalje koristi ulje kao izolaciono sredstvo.

Ključne reči: prekidački deo, regulaciona sklopka, vakuumska tehnologija, životna sredina

SUMMARY

For many years, vacuum technology has been proven a very good for medium-voltage circuit breakers. The good performance of vacuum bottles in circuit breakers with a reduced level of maintenance, compared to previous low-oil circuit breakers, has led to the almost complete replacement of low-oil circuit breakers with vacuum circuit breakers. Another very good feature is the avoidance of oil as an insulating medium in terms of less environmental pollution and avoidance of possible fire in case of failure of the low-oil circuit breaker. After the application in vacuum circuit breakers, vacuum technology was applied in diverter (or selector) switches of on-load tap changers. The mode of operation with the use of vacuum bottles is shown here. Gains in terms of maintenance and reduction of environmental impact by using vacuum technology are described, although oil is still used as an insulating medium in on-load tap changers.

Key words: Diverter switch, Environment, On-load tap changer, Vacuum technology

Bogdan Petrović, Segedinski put 22-24, 24000 Subotica, Srbija, bogdan.petrovicSU@ods.rs
Siniša Spremić, Bulevar oslobođenja 100, 21000 Novi Sad, Srbija, sinisa.spremic@ods.rs

R-1.16

KORISNIČKI PROGRAM ZA DIMENZIONISANJE BETONSKIH STUBOVA ELEKTRODISTRIBUTIVNIH VODOVA

USER PROGRAM FOR DIMENSIONING CONCRETE POLES OF POWER DISTRIBUTION LINES

Dragoslav PERIĆ, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Odsek PIN, Požarevac

KRATAK SADRŽAJ

Betonski stub elektrodistributivnih vodova prihvata jedan ili više vodova srednjeg ili niskog napona sa neizolovanim provodnicima ili samonosivim kablovskim snopovima uključujući i kućne priključke, kao i telekomunikacione vodove. Stablo stuba se dimenzioniše prema horizontalnim silama na stub koje potiču od sila zatezanja provodnika i od pritiska vetra na stub i na provodnike. Temelj stuba se dimenzioniše prema izabranom stubu i prema karakteristikama tla na mestu ugradnje. U radu je prikazan korisnički program za dimenzionisanje standardizovanih betonskih stabala i temelja stubova sačinjen u programu za tabelarne proračune (spreadsheet). Program omogućava korisniku alfanumeričko zadavanje ulaznih parametara, brz proračun i proveru više varijanti rešenja. Program automatski: prikuplja potrebne podatke iz tabela, generiše grafički prikaze i kompletan izveštaj za tehničku (projektantsku) dokumentaciju. Pomenuti grafički prikazi se odnose na uglove i raspone vodova koje stub nosi, kao i na vektore sila zatezanja koje deluju na stub.

Ključne reči: betonski stub, dimenzionisanje, elektrodistributivni vodovi, spreadsheet, temelj

ABSTRACT

The concrete pole of power distribution lines holds one or more medium or low voltage lines with uninsulated conductors or aerial bundle conductor (ABC) including house connections as well as telecommunication lines. The pole is dimensioned according to the horizontal forces on the pole that originate from the tensile forces of the conductors and from the wind pressure on the pole and on the conductors. The foundation of the pole is dimensioned according to the chosen pole and the characteristics of the soil at the installation site. The paper presents a user program for sizing standardized concrete poles and pole foundations made in the spreadsheet program. The program allows the user to alphanumerically set input parameters, fast calculation and check of several variants of the solution. The program automatically: collects the necessary data from the tables, generates graphical representations and a complete report for technical (design) documentation. The mentioned graphical representations refer to the angles and spans of the lines that the pole carries, as well as to the vectors of tensile forces acting on the pole.

Key words: concrete pole, dimensioning, foundation, power distribution lines, spreadsheet

Kontakt informacije o autoru: dragoslav.peric@gmail.com

R-1.17

АНАЛИЗА РИЗИКА ПО БЕЗБЕДНОСТ РАДНИКА КОЈИ РАДЕ НА ОДРЖАВАЊУ ДИСТРИБУТИВНОГ НАДЗЕМНОГ ВОДА УСЛЕД ПОЈАВЕ ИНДУКОВАНЕ ЕЛЕКТРОМОТОРНЕ СИЛЕ

RISK ANALYSIS FOR THE SAFETY OF WORKERS WORKING ON THE MAINTENANCE OF OVERHEAD DISTRIBUTION POWER LINE DUE TO INDUCED ELECTROMOTIVE FORCE

Александар ПАВЛОВИЋ*, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Маја ГРБИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Ранко ЈАСИКА, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Стефан ОБРАДОВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У раду је анализиран ризик по безбедност радника који раде на одржавању дистрибутивног надземног вода, услед појаве индуковане електромоторне силе. Дистрибутивни надземни вод напонског нивоа 35 kV води се паралелно са преносним надземним водом напонског нивоа 400 kV. Током извођења радова дистрибутивни вод је искључен и уземљен на месту рада, као и у крајњим трансформаторским станицама, док је преносни вод оптерећен и на њему долази до појаве једнофазног земљоспоја. Прорачуни су спроведени моделовањем надземних водова у одговарајућем софтверском пакету. У раду је анализиран утицај различитих фактора, као што су дужина паралелног вођења, вредност струје квара и хоризонтално растојање водова, на вредности индуковане електромоторне силе. На основу добијених резултата графички су представљене криве зависности кључних фактора. Такође, одређене су и граничне вредности дужине паралелног вођења у функцији струје квара за које су вредности напона додира и корака у границама дозвољених.

Кључне речи: дистрибутивни надземни вод, индукована електромоторна сила, напон додира, напон корака.

ABSTRACT

The paper analyzes the risk to the safety of workers working on the maintenance of overhead distribution power line, due to induced electromotive force. The 35 kV overhead distribution line runs in parallel with the 400 kV overhead transmission line. During the works, the distribution line is out of operation and grounded at the place of work as well as in the transformer stations, while there is a single-phase earth fault on the transmission line. The calculations were performed by modeling overhead lines in an appropriate software tool. The paper analyzes the influence of various factors such as the length of the section where the lines run in parallel, the value of fault current and the horizontal distance between the lines on the values of induced electromotive force. Based on the obtained results, the curves representing dependence of key factors are graphically presented. Limit values for the length of the section where the lines run in parallel as a function of fault current have also been determined, for which the values of touch and step voltage are within the allowed limits.

Keywords: induced electromotive force, overhead distribution power line, step voltage, touch voltage.

R-1.18

ДЕЈСТВА ТРОФАЗНОГ МАГНЕТНОГ ЈЕЗГРА И НАМОТАЈА НА ВРЕМЕ ПРИСТИЗАЊА СИГНАЛА ОД ИЗВОРА ПАРЦИЈАЛНОГ ПРАЖЊЕЊА ДО UHF ДАВАЧА У ЕНЕРГЕТСКОМ ТРАНСФОРМАТОРУ

EFFECTS OF THREE-PHASE MAGNETIC CORE AND WINDINGS ON TIME OF SIGNAL ARRIVAL FROM PARTIAL DISCHARGE SOURCE TO UHF SENSORS IN POWER TRANSFORMER

Ђорђе ДУКАНАЦ, Акционарско друштво „Електромрежа Србије“, Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Парцијална пражњења у енергетском трансформатору погоршавају стање његове електричне изолације и могу да доведу до квара трансформатора. Уопште, до парцијалног пражњења може да дође при напону већем од 5 kV. Парцијално пражњење може да се деси у шупљини испуњеној гасом у чврстом изолационом материјалу или у мехуру гаса у течној изолацији. У овом раду, анализа утицаја стварне конструкције енергетског трансформатора на простирање UHF таласа од извора парцијалних пражњења до пријемне UHF антене биће извршена употребом електромагнетског примењеног програма Ansys HFSS. Основни проблем се овде одређује као високофреквентни проблем, за разлику од квазистатичког проблема или проблема на ниској учестаности. Геометријски модел се дели у велики број тетраедарских елемената. Разматрају се времена пристизања UHF сигнала на UHF давачима монтираним на различитим местима суда малог енергетског трансформатора конструкције типа језгра. Извор парцијалних пражњења представља предајну UHF антену. UHF давачи и извор парцијалних пражњења обликовани су помоћу двополних тракастих антена. Врше се пуноталасне електромагнетске симулације. Облик таласа биће изобличен услед дејства одбијања електромагнетских UHF таласа од зидова суда, скретања око и одбијања таласа од елемената трофазног магнетног језгра и трофазних примарних и секундарних намотаја, при чему долази до суперпозиције таласа на месту пријема. Због тога ће облици сигнала на различито постављеним пријемним UHF антенама у суду енергетског трансформатора да буду различити.

Кључне речи: време пристизања – енергетски трансформатор – изобличење сигнала – парцијална пражњења – UHF сигнал.

ABSTRACT

Partial discharges in the power transformer worsen the condition of its electrical insulation and can lead to transformer failure. In general, partial discharge can occur at voltages higher than 5 kV. Partial discharge can occur in a gas-filled cavity in a solid insulating material or in a gas bubble in a liquid insulating material. In this paper, the analysis of the influence of the actual construction of the power transformer on the propagation of UHF waves from the source of partial discharges to the receiving UHF antenna will be performed using the electromagnetic applied program Ansys HFSS. The underlying problem is defined here as high-frequency problem, as opposed to a quasi-static problem or a low-frequency problem. The geometric model is divided into a large number of tetrahedral elements. The arrival times of UHF signals at UHF sensors placed at different locations of a small power transformer of the core type structure are considered. The source of partial discharges is the transmitting UHF antenna. UHF sensors and a source of partial discharges are shaped using strip dipole antennas. Full-wave electromagnetic simulations are performed. The waveform will be distorted due to the effect of reflection of electromagnetic UHF waves from the walls of the tank, diffraction around and reflection of waves from the elements of the three-phase magnetic core and three-phase primary and secondary windings, with superposition of waves at the receiving point. Therefore, the signal shapes on the differently placed receiving UHF antennas in the power transformer tank will be different.

Keywords: partial discharges – power transformer – signal distortion – time of arrival – UHF signal.

Ђорђе Дуканац – магистар електротехничких наука, djordje.dukanac@ems.rs.

R-1.19

MAKSIMALNE STRUJE KRATKOG SPOJA PRI KVAROVIMA NA PRIKLJUČCIMA TRONAMOTAJNIH TRANSFORMATORA RAZLIČITIH SPREGA

MAXIMUM SHORT-CIRCUIT CURRENTS DURING FAULTS ON THREE-WINDING TRANSFORMERS TERMINALS WITH DIFFERENT CONNECTION TYPES

Zoran RADAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Marko NOVKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Zoran LAZAREVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Dušan KULIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Srbija
Željko LAZOVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Rad prikazuje rezultate proračuna naizmeničnih komponenti struja kratkog spoja za dva trofazna tronamotajna transformatora, naznačene snage višenaponskog namotaja 68 MVA i naznačene snage svakog od dva niženaponska 6,6 kV namotaja 40 MVA. Naznačeni naponi višenaponske strane i sprege za višenaponsku stranu se razlikuju (za prvi transformator 110 kV, YNd5d5, za drugi 22 kV, Dd0d0). Razmatrani su svi tipovi kvara (tropolni, jednopolni, i dvopolni, sa i bez spoja sa zemljom) na priključcima transformatora. Sprege transformatora utiču na vrednosti struje kratkog spoja pri nesimetričnim kvarovima kod kojih postoji spoj sa zemljom. U radu su analizirane situacije da je samo jedna ili više mreža na koje je povezan transformator aktivne. Za svaku od navedenih situacija su određene struje kroz svaki od namotaja, kako onih na kojima se dogodio kratak spoj, tako i na namotajima na druge dve strane transformatora. Poređenjem rezultata dolazi se do vrednosti koju je potrebno koristiti za određivanje maksimalne (udarne) struje, merodavne za proveru izdržljivosti transformatora na mehanička naprezanja pri kratkom spoju.
Svi proračuni vršeni su polazeći od rezultata fabričkih ogleda određivanja impedansi kratkog spoja transformatora. Kao karakteristike mreže uzete su tipske karakteristike iz standarda IEC 600076-5. Pored toga, analizirani su i kvarovi pri stvarnoj situaciji priključenja naponske strane 22 kV transformatora 22/6,6/6,6 kV na sabirnice 22 kV generatora u elektrani (generator snage 420 MVA, priključak na mrežu 400 kV preko generatorskog transformatora snage 420 MVA).
U radu je prikazan proračunski postupak određivanja struja kratkog spoja za sve tipove kvarova kod tronamotajnih trofaznih transformatora, različitih snaga namotaja i sprega na tri priključne strane, kao i različitih načina priključenja na mrežu. Prikazani su rezultati proračuna dobijeni primenom softverskog alata razvijenog po prikazanom matematičkom modelu. Podaci fabričkih ispitivanja prikazani u radu omogućavaju izradu proračuna nekim drugim alatom i poređenje sa vrednostima datim u radu.
Rezultati prikazani u radu pokazuju da je za kritična mehanička naprezanja transformatora važno definisati da li je transformator u toku rada priključen samo na jednu ili više aktivnih mreža. U vezi sa tim, moguće je da je transformator u normalnom radu priključen samo na jednu aktivnu mrežu, a da se tokom promene uklopnog stanja nalazi u kritičnijem režimu priključka na više aktivnih mreža. U svakom slučaju, pri nabavci transformatora su po pravilu poznata radna stanja, odnosno koje od mreža mogu biti aktivne.

Ključne reči: Energetski tronamotajni trofazni transformator, kratak spoj, kritične struje, mehanička naprezanja sprege transformatora

ABSTRACT

The paper presents results of alternating short-circuit currents calculation for two three-phase three-winding power transformers, 68 MVA high voltage rated power and 40 MVA low voltage rated power (there are two 6.6 kV windings). The rated voltages on high voltage sides are different for two analyzed transformers (110 kV for one with connection type YNd5d5, and 22 kV for another with a Dd0d0 connection). All fault types on transformers terminals are considered (three-pole, one-pole, and two-pole, with and without ground connection). The connection type affects the short circuit current value of the non-symmetrical faults with earth connection. The paper analyzes both situations where either one or more networks connected on transformers are active. For each of these situations, determination of all currents in the transformers windings is performed, either for faulted side windings or for the other two windings on no faulted sides. Based on these results, the relevant current for determining the maximum winding mechanical stress during short-circuit is determined.

The calculations were performed using the results of short circuit tests from transformer factory tests. Typical source networks characteristics were calculated from the IEC 600076-5 standard. In addition to this, the faults in case of the transformers connected near the generator and its block transformer in power station are analyzed.
The paper presents the method for the calculations of all types of short circuits in the case of three-winding three-phase power transformers, with different winding powers and connections on different sides, and finally with different network connection conditions. The results obtained by using the software tool developed according to presented mathematical model are given in the paper. The results of factory acceptance tests of the transformers make it possible to perform the calculations with some other tool and to compare them with the results given in the paper.
The results presented in the paper show that for critical mechanical stresses determination of transformers windings it is important to know whether the transformer is connected to only one or more active networks. The plausible scenario is a transformer connection with only one active network in normal operation conditions, but more active networks could be attended during network reconfiguration causing a more critical situation. Anyway, in the process of contracting the transformer, the operating conditions are known, i.e. which networks can be active.

Keywords: Critical currents, Mechanical stresses, Power three-winding three-phase transformers, Short circuit, Transformer connection type

Zoran Radaković, Marko Novković, Zoran Lazarević, Tomislav Rajić Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd, tel: 011 3218 339, radakovic@etf.rs, novkovic@etf.rs, lazarevic@etf.rs, rajic@etf.rs, Dušan Kulić, Željko Lazović, JP Elektroprivreda Srbije, Masarikova 1-3, 11000 Beograd, dusan.kulic@eps.rs, zeljko.lazovic@eps.rs

R-1.20

PRORAČUN RASPODELE POTENCIJALA IZNAD UZEMLJIVAČA DISTRIBUTIVNE TRANSFORMATORSKE STANICE SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM

CALCULATION OF VOLTAGE POTENTIAL DISTRIBUTION ABOVE GROUNDING SYSTEM OF DISTRIBUTION TRANSFORMER STATION WITH INSULATED NEUTRAL POINT

Tomislav RAJIĆ, Dragutin SALAMON, Jovan MIKULOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Elektrotehnički fakultet, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Rad prikazuje proračun raspodele potencijala na tlu, iznad i u okolini uzemljivača distributivne transformatorske stanice. U ovom radu biće reči o uzemljivačkim sistemima, kao važnim elementima svakog elektroenergetskog sistema. Osnovna funkcija i primena uzemljivača je da odvodi struje koje se javljaju kod zemljospojeva u tlo, te da se pri tome na površini tla iznad uzemljivača i u njegovoj okolini ne pojave naponi koji bi mogli da ugroze živote ljudi i životinja. Konkretno, rad razmatra međusobni uticaj radnog i zaštitnog uzemljenja distributivne transformatorske stanice. U transformatorskim stanicama 10/0,4 kV, poželjno je da se radno i zaštitno uzemljenje izvode združeno. Ako visokonaponska mreža na koju se priključuje transformatorska stanica radi sa izolovanom neutralnom tačkom ili sa kompenzovanom strujom zemljospoja, a zemljospoj se isključuje najkasnije za dva časa, u transformatorskoj stanici se, po pravilu, izvodi združeno uzemljenje. Ukoliko u tom slučaju nije zadovoljen uslov da je prilikom zemljospoja na visokonaponskoj strani napon uzemljivača manji od unapred definisane dozvoljene vrednosti uzemljenja se razdvajaju. Izvedeni proračuni pokazuju kako izgleda raspodela potencijala iznad radnog uzemljenja prilikom kvara na visokonaponskoj strani distributivnog transformatora 10/0,4 kV. Mreža sa visokonaponske strane radi kao izolovana. Takođe, rad daje odgovor na pitanje da li postoji opasnost od iznošenja opasnih potencijala u niskonaponsku mrežu preko radnog uzemljenja TS u slučaju zemljospoja na višenaponskoj strani. Varirano je rastojanje između radnog i zaštitnog uzemljenja. Proračun je vršen na dva načina: pomoću programa realizovanog na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu zasnovanog na standardnoj programskoj platformi za tabelarne proračune, odnosno pomoću profesionalnog softvera za proračun uzemljivačkih sistema zasnovanog na metodi konačnih elemenata.

Ključne reči: radno uzemljenje, raspodela potencijala, uzemljivači, zaštitno uzemljenje

SUMMARY

The paper presents the calculation of the voltage potential distribution on the soil surface, above the grounding system of the distribution transformer station. This paper will discuss grounding systems, as important elements of any power system. The basic function and application of grounding is to discharge currents that occur during earth faults into the ground, and that no stress appears on the surface of the ground above the grounding conductor and in its surroundings, which could endanger human and animal lives. Also, the grounding should have a small value of self resistance. In particular, the paper considers the mutual influence of the working and protective grounding of the distribution transformer station. In 10/0,4 kV transformer stations, it is desirable that the working and protective grounding be performed together. If the high-voltage network to which the transformer station is connected operates with an isolated neutral point or with a compensated earth fault current, and the earth fault is switched off within two hours at the latest, the transformer station grounding systems both operates as one. If, in that case, during the earth fault on the high-voltage side, the grounding voltage is less than the predefined value, the groundings operates separated. The calculations performed show what the distribution of potential above the working ground looks like, during the failure on the high voltage side of the 10/0.4 kV distribution transformers. The network on the high voltage side operates as isolated. Also, the paper provides an answer to the question of whether there is a danger of carrying hazardous potentials into the low-voltage network through the working grounding of the transformer station in the event of a ground fault on the high-voltage side. The distance between the working and protective grounding is varied. The calculation was performed in two ways: using a program implemented at the Faculty of Electrical Engineering in Belgrade and using professional software for the calculation of grounding systems.

Keywords: grounding system, grounding system potential, neutral point grounding, protective grounding

Dr Tomislav Rajić, dipl.inž.el., Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, e-mail adresa: rajic@etf.rs

Izveštaj STK 2 / *Report EC 2*

Stručna komisija 2 / *Expert Committee 2*

KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA
POWER QUALITY IN ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEMS

Predsednik / *Chairman*: Prof. dr Vladimir KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Srbija / Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

U okviru Stručne komisije 2 - Kvalitet električne energije u elektrodistributivnim sistemima CIRED Srbije za XIII Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama sa regionalnim učešćem - CIRED Srbije 2022 predloženo je 7 preferencijalnih tema:

1. Kvalitet isporuke i kvalitet isporučene električne energije – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje, analize, iskustva.
2. Uređaji i metode za merenje i praćenje parametara kvaliteta električne energije (dijagnostičke metode, oprema, postupci i sl.)
3. Domaća i evropska tehnička regulativa o kvalitetu električne energije (standardizacija, tehnički propisi i postupci)
4. Uticaj distribuiranih generatora na kvalitet električne energije (naponski nivoi, struje kratkih spojeva, harmonici, podrška mreži – LVRT i sl.)
5. Uslovi priključenja nelinearnih potrošača i distribuiranih generatora, elektromagnetna kompatibilnost, bezbednost i interferencija.
6. Uticaj nedovoljnog kvaliteta u mreži na rad potrošača ili distribuiranih generatora (tehnički problemi, energetska efikasnost, pouzdanost, finansijski efekti, odnosi sa potrošačima...)
7. Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, poremećaji u uzemljenju i uticaj na kvalitet električne energije i druge povezane teme.

Within the Expert Commission 2 – Power Quality in Electrical Distribution Systems of the CIRED Serbia for 13TH CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation - CIRED of Serbia 2022, 7 preferential subjects were proposed:

1. *The power quality of energy supply (voltage quality) – sources, spreading, immunity, mitigation, experiences, etc.*
2. *Devices and methods for power quality measurement and monitoring (diagnostic methods, equipment, procedures, etc.)*
3. *National and European power quality legislations and recommendations (standards, technical guidelines, regulations, procedures, etc.)*
4. *Effects of distributed generation on power quality (voltage levels, short circuit currents, harmonics, grid support – LVRT, etc.)*
5. *Integration rules for nonlinear loads and distributed generators, electromagnetic compatibility, security, and interference.*
6. *Effects of poor power quality on load and distributed generators operation (technical problems, efficiency, reliability, costs, customer relations, etc.)*
7. *Overvoltage and overvoltage protection in distribution networks, effects of poor grounding on power quality, and other related topics*

Za stručnog izvestioca Stručna komisija je odredila prof. dr Vladimira Katića. Svi prijavljeni i dostavljeni radovi za STK 2 su recenzirani od strane kompetentnih recenzenata, a nakon recenzije, urađenih ispravki od strane autora i diskusije na Stručnoj komisiji, za izlaganje prihvaćeno je 8 radova kao referati. Stručna komisija referate je svrstala po preferencijalnim temama i to 7 radova u prvu, 1 rad u šestu preferencijalnu temu. U pripremanju ovog izveštaja stručni izvestilac je koristio zapažanja, komentare i pitanja recenzenata, na čemu im posebno zahvaljujem.

The Expert Commission appointed prof. Vladimir Katić, PhD as expert rapporteur. All reported and submitted papers for EC 2 were reviewed by competent reviewers, and after review, corrections made by the author, and discussion at the Session, 8 papers were accepted as references. The Expert Commission classified the papers by preferential subjects, out of which 7 into preferential subject 1, and 1 paper into preferential subject 6. *In preparing this report, the expert rapporteur used observations, comments, and questions from reviewers, for which I especially thank them.*

Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Kvalitet isporuke i kvalitet isporučene električne energije – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje analize, iskustva, itd.
The power quality of supply and supplied energy – sources, spreading, immunity, mitigation, experiences, etc.

R-2.01 **ANALIZA ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE KDS "BARRY-CALLEBAUT - CHOCOLATE FACTORY NOVI SAD"**
ANALYSIS OF DELIVERED POWER TO CUSTOMER "BARRY-CALLEBAUT - CHOCOLATE FACTORY NOVI SAD"

Autori/*Authors*: Milica Porobić, Dragan Cvetinov, Radislav Milankov, Ratko Rogan

Za kvalitetan rad svih krajnjih korisnika od velikog značaja je da kvalitet isporučene električne energije bude u skladu sa relevantnim nacionalnim i internacionalnim standardima. U radu distributivnog elektroenergetskog sistema dešavaju se reklamacije korisnika na kvalitet isporučene električne energije, najčešće zbog zastoja proizvodnog procesa. U radu je predstavljen primer iz prakse na području "Elektrodistribucije Novi Sad" jednog takvog slučaja kod fabrike čokolade „BARRY-CALLEBAUT". Stručne službe ODS-a, nakon uložene reklamacije, postavile su analizator kvaliteta električne energije visokih tehničkih performansi na mestu priključenja korisnika i izvršile odgovarajuće analize sa ciljem utvrđivanja uzroka problema zastoja proizvodnog procesa. Dati su rezultati analize i odgovarajući stručni zaključci.

For the quality operation of all end users, it is of great importance that the quality of delivered power is following relevant national and international standards. In the operation of the distribution power system, there have been complaints from users about the quality of the delivered power, usually due to the delay in the production process. The paper presented an example from practice in the field of Distribution Novi Sad" of such a case at the chocolate factory "BARRY-CALLEBAUT". After the filed complaint, the DSO professional services placed a power quality analyzer of high technical performances at the point of connection of the user and conducted appropriate analyses to determine the cause of the problem production process standstill. The results of the analysis and the appropriate expert conclusions were given.

Pitanja za diskusiju:
1. Na kom mestu (PCC) je priključen merni uređaj? Koje su korišćene sonde za struju i napon? Kolika je njihova tačnost i pouzdanost?
2. Na slikama 2 i 5 zabeleženi su veliki propadi/poskoci napona. Da li su oni povezani sa nekim događajima u mreži? Kako se objašnjava da nije bilo poremećaja u radu pogona (tvrdnja na str.4)?
3. Na slici 4 u pojedinim slučajevim vide se izuzetno visoke vrednosti za THDU. Šta je uzrok tome? Kolika je 95% vrednost za THDU?

Questions to discuss:
1. *Where is the measuring device attached (PCC)? What were the power and voltage probes used? What are their accuracy and reliability?*
2. *Figs. 2 and 5 recorded large voltage failures/jumps. Are they connected to any network events? How do you explain that there was no disruption to the operation of the plant (claim to p.4)?*
3. *In some cases, Fig. 4 shows extremely high values for THDU. What is the cause for that? What is 95% of the value for THDU?*

R-2.02 **KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE NA FTN – REZULTATI DUGOGODIŠNJEG PRAĆENJA**
POWER QUALITY AT THE FTS – RESULTS OF LONG-TERM MONITORING

Autori/*Authors*: Vladimir Katić, Zoltan Čorba, Marko Vekić

Rad prikazuje rezultate višegodišnjih merenja indikatora kvaliteta napona tokom dugog vremenskog perioda od 2013. do 2021. godine na Fakultetu tehničkih nauka (FTN). Radi obima rezultata, dati su oni koji se odnose na merenja frekvencije, efektivne vrednosti napona i ukupne harmonijske distorzije napona, u jednoj karakterističnoj tački električnih instalacija FTN-a. Pokazano je da su svi rezultati unutar granica propisanih standardnom SRPS EN 50160.

The paper shows the results of multi-annual measurement of voltage quality indicators over a long period from 2013 to 2021, at the Faculty of Technical Sciences (FTN). Taking into account the volume of the results, the paper covers those related to frequency measurements, effective voltage values, and total harmonic voltage distortion at one characteristic point of FTN electrical installations. It has been shown that all results are within the boundaries prescribed by standard SRPS EN 50160.

Pitanja za diskusiju:
1. Kolika je bila ukupna harmonijska distorzija struje u istoj tački električnih instalacija u kojoj je utvrđeno da je ukupna harmonijska distorzija napona bila unutar propisanih granica?

2. Koji poremećaji u radu elektroenergetskog sistema mogu dovesti do odstupanja indikatora kvaliteta napona koji su prezentovani u radu, od vrednosti propisanih standardom SRPS EN 50160?

Questions to discuss:
1. *What was the total harmonic distortion of electricity at the same point of electrical installations that determined the total harmonic distortion of voltage to be within the prescribed limits?*
2. *What disruptions in the operation of the power system may cause the voltage quality indicators presented in the paper, from the values prescribed by the SRPS EN 50160 standard?*

R-2.03 **ODREĐIVANJE OPTIMALNIH LOKACIJA I PARAMETARA PASIVNIH FILTERA PRIMENOM METAHEURISTIČKIH METODA**
DETERMINATION OF OPTIMAL LOCATIONS AND PARAMETERS OF PASSIVE POWER FILTERS USING METAHEURISTIC METHODS

Autori/*Authors*: Miloš Milovanović, Jordan Radosavljević, Bojan Perović, Jovan VUKAŠINOVIĆ

Rad tretira problematiku optimalnog pozicioniranja pasivnih filtera za eliminisanje ili minimizaciju uticaja viših harmonika, kao posledice rada nelinearnih potrošača. Učešće nelinearnih potrošača je pretpostavljeno da je 15%, a regulisani elektromotorni pogon sa frekventnim pretvaračem uzet je kao glavni njihov predstavnik. Za optimizaciju je primenjen metaheuristički metod, a za granične vrednosti standard IEEE 519. Rad je veoma interesantan, a dobijeni rezultati adekvatni, što se manifestuje dovođenjem nivoa viših harmonika u dozvoljeni opseg.

The paper deals with the issue of optimal positioning of passive filters for eliminating or minimizing the impact of higher harmonicas, as a consequence of the operation of nonlinear consumers. The share of nonlinear consumers is assumed to be 15%, and the regulated electric motor drive with a frequency converter has been taken as their main representative. The metaheuristic method was applied for optimization, and limit values, standard IEEE 519. The paper is very interesting, and the results obtained are adequate, which is manifested by bringing the level of higher harmonics within the permitted range.

Pitanja za diskusiju:
1. U poslednjih dvadesetak godina, umesto pasivnih filtara predlažu se i primenjuju aktivni filteri. Da li bi se predložena metoda optimizacije mogla primeniti i u slučajevima njihove primene?
2. Problem kod pasivnih filtara je promena parametara (vrednosti) kapacitivnosti tokom vremena, odnosno pomeraj granične frekvencije (Detuning). Da li neka od pomenutih metoda optimizacije vodi računa i o ovom parametru? Ako NE, da li se on može uneti kao dodatni kriterijum i kako bi uticao na rad optimizacionog algoritma?
3. Da li bi se rezultati optimizacije razlikovali i za koliko, ako bi se umesto standarda IEEE 519 za maksimalne vrednosti THDU i HD_nU koristile one date u srpskom standardu SRPS EN 50160?

Questions to discuss:
1. *In the last 20 years, instead of passive filters, active filters have been proposed and applied. Could the proposed optimization method be applied in the case of their application?*
2. *The problem with passive filters is the variation of capacitor parameters (values) over time, i.e. moving the limit frequencies (Detuning). Does any of these optimization methods take care of this parameter as well? If not, can it be entered as an additional criterion, and how would it affect the operation of the optimization algorithm?*
3. *Would the optimization results differ and, if so, how much if instead of the IEEE 519 standard for the maximum values of THDU and HDnU, those provided in the Serbian standard SRPS EN 50160 were used?*

R-2.04 **PREKID NEUTRALNOG PROVODNIKA KAO DIREKTNI UTICAJ NA KVALITET ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE**
INTERRUPTION OF THE NEUTRAL CONDUCTOR AS A DIRECT IMPACT ON THE QUALITY OF DELIVERED ELECTRICAL POWER

Autori/*Authors*: Dušan Čomić, Zoran Mitrović, Boris Antić

Rad analizira neuravnotežene trofazne potrošače u uslovima prekida neutralnog provodnika. Razmatran je uticaj vrste kvara i težina debalansa opterećenja trofaznog prijemnika. Pokazano je zavisnost napona neutralnog pomeranja i neutralne struje od ovih pojava, ali i odgovarajući finansijski efekti. Kao primer, analizirani su prekidi neutralnog provodnika u jednom elektrodistributivnom području u periodu od 5 godina praćenjem pogonskih događaja na niskonaponskoj mreži i mernim

mestima kupaca. Troškovi otklanjanja štete kod kupaca uzeti su kao finansijski efekti ove pojave. Rezultati se mogu iskoristiti za odgovarajuće projektovanje mogućih rešenja sistema zaštite.

The paper analyzes unbalanced three-phase consumers in the conditions of disruption of a neutral conductor. The impact of the type of malfunction and the severity of the unbalancing load of the three-phase receiver was considered. The dependence on neutral movement voltage and neutral current from these occurrences has been shown, as well as the appropriate financial effects. As an example, interruptions of the neutral conductor were analyzed in one power distribution area over 5 years by monitoring drive events on low-voltage networks and customer measuring points. The cost of resolving damage to customers has been taken as the financial effects of this phenomenon. The results can be used to appropriately design possible solutions for the protection system.

Pitanja za diskusiju:
1. Kakav je uticaj na kvarove u neutralnom provodniku sve veći broj monofaznih nelinearnih potrošača (računari, štampači, televizori I razni drugi elektronski uređaji, invertorske klime, mašine za pranje veša elektronski uređaji i dr.), koji dovode do značajnog povećanja i izobličenja struje neutralnog provodnika?
2. Iz Tabele 3, gde je dat pregled šteta uzrokovanih prekidom neutralnog provodnika, vidi se da je broj prekida posle znatnog smanjenja, ponovo porastao i 2021. god. se izjednačio se sa stanjem od pre četiri godine, s tim da je vrednost štete znatno porasla (oko 42%). Šta bi bili uzročnici ovoga i kao se to objašnjava?
3. Koliko je zastupljeno predloženo rešenje u analiziranoj distributivnoj mreži?

Questions to discuss:
1. *What impact is the increasing number of monophase nonlinear consumers (computers, printers, TVs and various other electronic devices, inverter air conditioners, washing machines, etc.), which leads to a significant increase and distortion of the power of the neutral conductor?*
2. *From Table 3, where an overview of the damage caused by the interruption of the neutral conductor is given, the number of disruptions after a substantial reduction has increased again and in 2021 was equal to the state of four years ago, where the value of the damage significantly increased (about 42%). What would be the cause of this and is that explained?*
3. *How much is the proposed solution represented in the analyzed distribution network?*

R-2.05 **UTICAJ NESIMETRIJE NAPONA NA IZRAČUNAVANJE SNAGA I FAKTORA SNAGE**
IMPACT OF VOLTAGE UNBALANCE ON POWER AND POWER FACTOR CALCULATIONS

Autori/*Authors*: Bojana Čolić, Marko Ikić, Jovan Mikulović

U radu su prikazani rezultati ispitivanja uticaja nesimetrije napona na izračunavanje snage i faktora snage u distributivnim mrežama. Prikazani su različiti pokazatelji nesimetrije napona i izvršeno je njihovo poređenje i vrednovanje.

The paper shows the results of testing the impact of voltage unbalance on power and power factor calculations in distribution networks. Different indicators of voltage unbalance were displayed and their comparison and evaluation were performed.

Pitanja za diskusiju:
1. Koji rezultati za snage i faktore snaga bi se dobili u slučaju nesimetrije napona koja je bliska maksimalnoj vrednosti definisanoj u odgovarajućim standardima koji se primenjuju u distributivnim sistemima (npr. EN 50160)?
2. Koji rezultati za snage i faktor snage se dobijaju kada izobličenja napona odgovaraju realnim slučajevima u mreži, odnosno kada se razmatra harmonijskom spektar napona realnih korisnika sistema (npr. livnica sa elektrolučnim pećima ili nekih sličnih korisnika)?

Questions to discuss:
1. *What results for power and power factors would be obtained in the case of voltage unbalance that is close to the maximum value defined in the appropriate standards applied in distribution systems (e.g., EN 50160)?*
2. *What results for power and power factor are obtained when voltage distortions correspond to real cases in the network, i.e., when considering the harmonic spectrum of the voltage of real users of the system (e.g., foundry with electric furnaces or similar users)?*

R-2.06 **PROPAGACIJA NAPONSKOG FLIKERA KROZ PRENOSNU I DISTRIBUTIVNU MREŽU**
VOLTAGE FLICKER PROPAGATION THROUGH TRANSMISSION AND DISTRIBUTION GRID

Autori/Authors: Nikola Laketić, Vladimir Đikić, Vladimir Krnajski, Aleksandar Tatalović

Rad prezentuje metodu estimacije flikera i njegove propagacije kroz prenosnu i distributivnu mrežu, pomoću komercijalnih računarskih programa, uzimajući u obzir vremenski varijabilni model elektrolučne peći. Metoda je verifikovana sinhronizovanim merenjima u više čvorova razmatrane mreže. Rad takođe prikazuje rezultate upotrebe STATCOM uređaja na smanjenje flikera u mreži. Metoda koja je prikazana u radu ima višestruku primenu u eksploataciji i planiranju elektroenergetskih mreža.

The paper presents a method of evaluation of flicker and its propagation through transmission and distribution grid, using commercial computer programs, taking into account the time variable model of the electric furnace. The method is verified by synchronized measurements in multiple nodes of the considered network. The paper also shows the results of using STATCOM devices to reduce flicker in the network. The method shown in the work has multiple applications in the exploitation and planning of power grids.

Pitanja za diskusiju:
1. Kolika je cena STATCOM uređaja koji bi na osnovu rezultata simulacije trebalo ugraditi u razmatranoj 110 kV mreži radi smanjenja flikera?
2. Da li su se autori bavili modelovanjem i drugih potrošača koji mogu biti izvori flikera?

Questions to discuss:
1. *What is the price of a STATCOM device that should be installed in the 110kV network based on the results of the simulation to reduce the flicker?*
2. *Did the authors also deal with the modeling of other consumers who may be sources of flicker?*

R-2.07 **PROCENA RADA VETROELEKTRANE I UTICAJ NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE**
ASSESSMENT OF WIND POWER PLANT OPERATION AND IMPACT ON THE POWER QUALITY
Autori/Authors: Aleksandar Stanisavljević, Vladimir Katić

U radu se primenom ranije razvijene metode bazirane na linearizovanom modela karakteristike snage vetroturbine i podataka o srednjoj brzini vetra, vrši procena snage, odnosno proizvedene energije nekog vetrogeneratora, a zatim i vetroelektrane.

The paper is used using a previously developed method based on the linearized model characteristics of wind turbine power and data on medium wind speed, evaluating the power and/or generated energy of a wind generator, and then the wind power plant.

Pitanja za diskusiju:
1. Kolike su varijacije snage vetroelektrane sa slike 3, odnosno slike 5, u kraćim vremenskim periodima (npr. u periodu od 1 min., 15 min., 30 min.)?
2. Koliki je THD napona vetroelektrane sa slike 2?

Questions to discuss:
1. *What are the variations of wind power plant power from Fig. 3, and Fig. 5, in shorter periods (e.g. in a period of 1 min., 15 min., 30 min.)?*
2. *What is the THD voltage of the wind power plant in Fig. 2?*

Preferencijalna tema 6 / *Preferential Subject 6:*
Uticaj nedovoljnog kvaliteta u mreži na rad potrošača ili distribuiranih generatora (tehnički problemi, energetska efikasnost, pouzdanost, finansijski efekti, odnosi sa potrošačima, itd.)
Effects of poor power quality on loads and distributed generators (technical problems, efficiency, reliability, costs, customer relations, etc.)

R-2.08 **ZAVISNOSTI HARMONIKA STRUJE NEKIH SVETILJKI ZA JAVNU RASVETU OD NAPOJNOG NAPONA**
DEPENDENCIES OF CURRENT HARMONICS OF SOME LAMPS FOR PUBLIC LIGHTING ON SUPPLY VOLTAGE
Autori/Authors: Ivan Anastasijević, Lidija Korunović

U radu je razmatrano ponašanje sistema za javnu rasvetu, odnosno odgovarajućih svetiljki (živinih, natrijumskih i LED) u realnim uslovima varijacije napona napajanja. Istaknut je uticaj izobličenja napona na pojavu harmonika struje niskonaponskih potrošača. Efektivne vrednosti viših harmonika struje i njihove faze razmatrane su u zavisnosti od promene napojnog napona. U radu su prikazani rezultati laboratorijskih eksperimenata izvršenih na različitim vrstama svetiljki.

The paper looked at the behaviour of public lighting systems, i.e., corresponding lamps (mercury, sodium, and LED) in real-life power voltage variation conditions. It highlighted the impact of voltage distortion on the emergence of low-voltage current harmonics. The effective values of the higher current harmonicas and their phases were considered depending on the change in voltage. The paper shows the results of laboratory experiments conducted on different types of lamps.

Pitanja za diskusiju:

1. Kada je reč o harmonicima u okruženju nelinearnog opterećenja, može li se govoriti o tačnosti merenja posebno ako merenje pokazuje da je THDu mnogo manji od THDi?
2. Da li se može objasniti koje su posledice injektiranja harmonika u mrežu, posebno 5. harmonika struje?
3. Koje se metode smanjenja ili ublažavanja harmonica mogu primeniti?

Questions to discuss:

1. *When it comes to harmonics in the environment of nonlinear loads, can the accuracy of measurements be discussed, especially if the measurement shows that THDu is much less than THDi?*
2. *Can it be explained what are the consequences of injecting harmonics into the network, especially the 5th current harmonic?*
3. *Which methods of mitigation or harmonics reduction can be used?*

R-2.01

ANALIZA ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE KDS "BARRY-CALLEBAUT-CHOCOLATE FACTORY NOVI SAD"

ANALYSIS OF DELIVERED POWER TO CUSTOMER "BARRY-CALLEBAUT - CHOCOLATE FACTORY NOVI SAD"

Milica POROBIĆ*, ODS "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, Direkcija za upravljanje DEES, Srbija
Radislav MILANKOV, ODS "Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Zrenjanin", Srbija
Dragan CVETINOV, ODS "Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Srbija
Ratko ROGAN, ODS "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, NDDC, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Isporuka električne energije ODS (Operator distributivnog sistema) je definisana kroz obavezujuću regulativu u oblasti elektroenergetike. ODS "Elektrodistribucija Srbije", prilikom izdavanja Uslova za projektovanje i priključenje (UPP) korisnicima distributvnog sistema (KDS) pod stavkom 4. istog jasno definiše Osnovne tehničke podatke o DEES (distributivnom elektroenergetskom sistemu) na mestu priključenja. Ovim podacima KDS dobija informacije o tehničkim karakteristikama podešenja u DEES kojima prilagođava svoje proizvodne procese. U protivnom proizvodni proces će biti osetljiv na isporuku električne energije tehničkih karakteristika definisanim kroz UPP.

U operativnom upravljanju DEES dešavaju se reklamacije KDS na kvalitet isporučene električne energije. Reklamacija se podnosi zbog zastoja proizvodnog procesa KDS. Stručne službe ODS nakon uložene reklamacije postavljaju analizator kvaliteta električne energije visokih tehničkih performansi, na mestu priključenja KDS. Cilj je dobiti tehnički kvalitetnu analizu kojom će se utvrditi uzroci problema zastoja proizvodnog procesa kod KDS.

Ovaj rad upravo ima za cilj da predstavi jedan takav primer iz prakse na području "Elektrodistribucije Novi Sad" na distributivnom području "DP Novi Sad".

Ključne reči: kvalitet električne energije, reklamacija KDS, analiza merenja

ABSTRACT

Eletrical power delivery (by electrical utility) is defined in legitimate electrical regulations. Operator of distribution system (ODS), "Electrodistribution of Serbia", in issuing the Conditions for delivery, precisely marks out in item four the basic technical specifications about distribution system in point of delivery. According to this, the customer gains the information about these technical data in term of adaption its production process. In contrary, this process will be sensible to power delivery of certain technical specifications defined in the Conditons.

In real – time during dispatching of distribution system, it is not unusual that some customer´s complaints occur concerning the power quality due to failure of the production process. After the consideration of complaints, qualified personnels connect the high performance power quality measuring device to the point of delivery, mostly in customer´s substation in order to obtain proper power quality analysis that reveals the cause of production process failure at customer.

This paper deals with such an example originates from real case in "Electrodistribution Novi Sad", distribution area "DP Novi Sad".

Key words: power quality, customer´s complaint, measurement analysis

* *milica.porobic@odsrs, 021/4821-504*

R-2.02

KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE NA FTN – REZULTATI DUGOGODIŠNJEG PRAĆENJA

POWER QUALITY AT THE FTS – RESULTS OF LONGTERM MONITORING

Vladimir A. Katić, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Zoltan J. Čorba, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Marko Vekić Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Fakultet tehničkih nauka (FTN), sa svojim nastavnim i naučnim kapacitetima, istraživačkim laboratorijama i instaliranim distribuiranim generatorima ima složenu mrežu u kojoj niz potrošača i generatora mogu da utiču na stanje kvaliteta električne energije. Iz tog razloga se jednom godišnje sprovode sveobuhvatna merenja svih ključnih parametara, a u skladu sa nacionalnim standardom SRPS EN 50160. To daje povoljnu osnovu za detaljniju analizu parametara kvaliteta električne energije, kao i za predlaganje odgovarajućih mera za eventualno poboljšanje stanja. Cilj ovog rada je da agregatno, u kratkoj formi predstavi pregled nekih, značajnijih dosadašnjih rezultata merenja, da se analiziraju njihove promene u dugogodišnjem periodu i ukaže na moguće trendove njihovog daljeg kretanja. Posebno detaljno su analizirani parametri kvaliteta zgrade Nastavnog bloka FTN, a rezultati su diskutovani poređenjem sa nacionalnim standardom SRPS EN 50160. Na bazi toga dati su opšti zaključci o stanju kvaliteta električne energije na FTN.

Ključne reči: Kvalitet električne energije, FTN, dugogodišnja merenja, analiza

ABSTRACT

The Faculty of Technical Sciences (FTS), with its teaching and scientific capacities, research laboratories and installed distributed generators, has a complex network in which loads and generators can influence the state of power quality. For this reason, comprehensive measurements of all key parameters are carried out once a year, in accordance with the national standard SRPS EN 50160. This provides a favorable basis for a more detailed analysis of power quality parameters, as well as proposing appropriate measures to improve it. The aim of this paper is to present in aggregate, in a short form, an overview of some, very important measurement results, to analyze their possible changes over a long period of time and to point out possible trends in their further movement. The power quality parameters of the Teaching block building of the FTS were analyzed in detail, and the results were discussed in comparison with national standard SRPS EN 50160. Based on that, general conclusions on the state of electricity quality at FTS were given.

Key words: Power Quality, FTS, Longterm monitoring, Analysis

Kontakt informacije o autorima: e–mail: Vladimir Katić: katav@uns.ac.rs; Zoltan Čorba: zobos@uns.ac.rs; Marko Vekić: vekmar@uns.ac.rs

R-2.03

ODREĐIVANJE OPTIMALNIH LOKACIJA I PARAMETARA PASIVNIH FILTERA PRIMENOM METAHEURISTIČKIH METODA

Miloš MILOVANOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija
Jordan RADOSAVLjEVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija
Bojan PEROVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija
Jovan VUKAŠINOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U ovom radu razmatran je problem optimalnog pozicioniranja i dimenzionisanja pasivnih filtera primenom metaheurističkih metoda. Problem je formulisan kao nelinearni višeciljni optimizacioni problem sa kontinualnim i diskretnim promenljivim veličinama i ograničenjima tipa jednakosti i nejednakosti. Testiranje metoda je izvršeno na IEEE test mreži sa 85 čvorova, pri čemu je usvojeno da su pojedini potrošači nelinearni. U proračunima harmonijskih tokova snaga korišćeni su tipični harmonijski spektri struja pretvarača, koji se često sreću u industrijskim postrojenjima. Ocena metoda je izvršena na osnovu statističke evaluacije rezultata dobijenih u više uzastopnih izvršavanja svih metoda. Pokazano je da se pravilnim pozicioniranjem i dimenzionisanjem pasivnih filtera, pored smanjenja harmonijskih izobličenja na standardom dozvoljene vrednosti, može ostvariti značajno poboljšanje ostalih tehničkih i ekonomskih performansi distributivne mreže.

Ključne reči: harmonici, optimizacija, pasivni filter, distributivna mreža

SUMMARY

In this paper, the problem of the optimal placement and sizing of passive power filters using metaheuristic methods is considered. The problem is formulated as a nonlinear multi-objective optimization problem with both continuous and discrete variables, as well as equality and inequality constraints. Methods were tested on the standard IEEE 85-bus test system, assuming that some loads in the system are nonlinear. Typical harmonic spectra of converter currents, which are often found in industrial plants, were used in the calculation of the harmonic power flows. The evaluation of the methods was performed on the basis of the statistical evaluation of results obtained in several consecutive executions of all methods. It is shown that proper sizing and location of passive power filters, in addition to reducing harmonic distortions to the standard allowable values, can significantly improve other technical and economic performances of the distribution network.

Key words: harmonics, optimization, passive power filter, distribution network

milos.milovanovic@pr.ac.rs

R-2.04

PREKID NEUTRALNOG PROVODNIKA KAO DIREKTNI UTICAJ NA KVALITET ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE

INTERRUPTION OF THE NEUTRAL CONDUCTOR AS A DIRECT IMPACT ON THE QUALITY OF DELIVERED ELECTRICAL POWER

Dušan ČOMIĆ, Plamen doo, Inđija, Srbija
Zoran MITROVIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Boris ANTIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Standard SRPS EN 50160 definiše karakteristike napona isporučene električne energije iz javnih distributivnih mreža. Ovaj standard daje glavne karakteristike napona na priključcima napajanja potrošača na javne niskonaponske i srednjenaponske sisteme distribucije električne energije u uslovima normalnog rada.

Ovaj rad razmatra uticaj prekida neutralnog provodnika u trofaznom sistemu javne distributivne mreže na kvalitet isporučene električne energije, učestanost ove pojave, njenu posledicu i predlog mera za zaštitu od ove pojave.

U radu je dat analitički opis uticaja prekida neutralnog provodnika na neuravnotežene trofazne potrošače.

Pokazano je da napon neutralnog pomeranja i neutralna struja zavise od vrste kvara i od težine debalansa opterećenja trofaznog prijemnika. Kada je napon na priključku prijemnika viši od nominalnog, struja u njemu će takođe biti veća od nominalne i prouzrokovati pregrevanje. Paljenja električnih prijemnika i požari u ovakvim okolnostima su česte pojave. Analizira se jedno elektrodistributivno područje, od oko 300.000 mernih mesta, tokom 5 godina, prate pogonski događaji na niskonaponskoj elektrodistributivnoj mreži i mernim mestima kupaca, koji su za posledicu imali prekid nultog provodnika. Da bi se sagledali finansijski efekti ove pojave tokom istog perioda, prikazani su troškovi otklanjanja štete kod kupaca. Rezultati su korisni za odgovarajuće projektovanje jednog od mogućih rešenja sistema zaštite.

Ključne reči: prekid neutralnog provodnika.

SUMMARY

The SRPS EN 50160 standard defines the voltage characteristics of electricity supplied from public distribution networks. The standard provides the main characteristics of the voltage at the consumer's power supply termination of the public low-voltage and medium-voltage power distribution systems under normal operating conditions. This paper considers the impact of interruption of the neutral conductor in the three-phase system of the public distribution network on the quality of delivered electricity, the incidence of this phenomenon and its consequences, and it proposes protection measures. The paper presents an analytical description of the impact of neutral conductor interruption on unbalanced three-phase consumers. It has been shown that the neutral bias voltage and the neutral current depend on the type of fault and the severity of the load imbalance of the three-phase receiver. When the voltage at the terminal of the receiver is higher than nominal, the current in the receiver will also be higher than the nominal one and it will cause overheating. Ignition of consumer's equipment and fires in these circumstances are quite common. An electricity distribution area with cca 300,000 metering points was analyzed, over the span of 5 years, followed by operating events in the low-voltage distribution network and metering points of the customers that caused interruptions of the neutral conductor. In order to consider the financial effects of the phenomena during the same period, the costs of repairing the damage at customers are shown. The results are useful for an adequate design of one possible version of the protection system.

Keywords: neutral conductor termination.

Dušan Čomić: dusan.comic52@gmail.com, 064/ 837 2104
Zoran Mitrović: zoranmit@uns.ac.rs, 064/ 113 5095
Boris Antić: antic@uns.ac.rs, 063/ 842 8551

R-2.05

УТИЦАЈ НЕСИМЕТРИЈЕ НАПОНА НА ИЗРАЧУНАВАЊЕ СНАГА И ФАКТОРА СНАГЕ

IMPACT OF VOLTAGE UNBALANCE ON POWER AND POWER FACTOR CALCULATIONS

Бојана ЧОЛИЋ, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Србија;
Универзитет у Источном Сарајеву, Електротехнички факултет, БиХ
Марко ИКИЋ, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Србија;
Универзитет у Источном Сарајеву, Електротехнички факултет, БиХ
Јован Ч. МИКУЛОВИЋ, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У раду су приказани резултати испитивања утицаја несиметрије напона на израчунавање снага и фактора снаге у дистрибутивним мрежама. Приказани су различити показатељи несиметрије напона и извршено је њихово поређење и вредновање. За израчунавање снага и фактора снаге коришћене су дефиниције према стандардима IEEE 1459-2010 и DIN 40110. Резултати испитивања показују да се у присуству нултих компоненти напона добијају различити резултати за привидну снагу и за фактор снаге, што има за посљедицу различите оптимизационе критеријуме при пројектовању компензатора реактивне снаге.

Кључне ријечи: несиметрија напона, хармоници, дефиниције снага, фактор снаге

ABSTRACT

This paper presents research results on impact of voltage unbalance on power and power factor calculations in distribution networks. Different voltage unbalance indexes are presented, and their comparison and valuation are performed. For power and power factor calculations definitions provided by standards IEEE 1459-2010 and DIN 40110 are used. Research results indicate different values in power and power factor when zero voltages are present, which results in different optimization criteria when designing power compensator.

Key words: voltage unbalance, harmonics, power definitions, power factor

Контакт: bojana.novakovic@etf.ues.rs.ba, marko.ikic@etf.ues.rs.ba, mikulovic@etf.rs

R-2.06

PROPAGACIJA NAPONSKOG FLIKERA KROZ PRENOSNU I DISTRIBUTIVNU MREŽU

VOLTAGE FLICKER PROPAGATION THROUGH TRANSIMSSION AND DISTRIBUTION GRID

Nikola LAKETIĆ, Avalon Partners d.o.o., Srbija
Vladimir ĐIKIĆ, EMS A.D., Srbija
Vladimir KRNAJSKI, EMS A.D., Srbija
Aleksandar TATALOVIĆ, Avalon Partners d.o.o., Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U radu su prikazani rezultati praćenja propagacije flikera po dubini prenosne i distributivne mreže. Realni industrijski potrošač velike snage (elektrolučna peć), povezan na mrežu 110 kV, odabran je kao izvor flikera. Prostiranje flikera je prvo istovremeno mereno u većem broju čvorova prenosne i distributivne mreže uz pomoć vremenski sinhronizovanih analizatora kvaliteta napona visoke klase tačnosti i visoke učestanosti semplovanja naponskog talasa. Rezultati merenja pokazuju karakterističan „potpis“ ovog potrošača u profilu flikera koji se može pratiti od čvora do čvora sve do najnižih naponskih nivoa. Nakon merenja izvršeno je modelovanje prenosne mreže u paketu *DigSilent Power Factory* prema preporukama IEC TR 61000-3-7, kao i izrada modela flikermetra u paketu *MatLab* prema preporukama IEC 61000-4-15. Realni rezultati merenja struje i snage elektrolučne peći korišćeni su za modelovanje potrošača, nakon čega je simuliran njegov uticaj na visinu flikera u većem broju čvorova mreže. Rezultati simulacije pokazali su visoku korelaciju sa izmerenim vrednostima, što opravdava ovakav pristup za analizu uticaja priključenja i propagacije flikera. U radu je, koristeći se opisanim modelom, izvršena analiza limita za injekciju poremećaja za ovog realnog potrošača (elektrolučna peć), uzimajući u obzir uticaj istog na veći broj čvorova u prenosnoj i distributivnoj mreži.

Ključne reči: kvalitet električne energije, fliker, elektrolučna peć, propagacija poremećaja, emisioni limit, modelovanje mreže

ABSTRACT

The paper presents results of voltage flicker propagation assessment across neighbouring nodes in transmission and distribution grid. Actual high power industrial load of electric arc furnace (EAF) type, connected to 110 kV level, was chosen as a flicker source. The flicker propagation was first measured by a number of simultaneous high accuracy, high sampling rate measurements in depth of transmission and distribution grid. Measurement results show easily tracked flicker “signature” across grid nodes even to the lowest voltage levels. Secondly, a detailed transmission grid model was created in DigSilent PowerFactory per IEC TR 61000-3-7 recommendations, as well as a flickermeter model in Matlab per IEC 61000-4-15. Actual results of EAF current rms were fed into the model and impact on voltage flicker level in-depth of the grid was simulated and compared to actual measurement results. Both measurement and simulation results show high degree of correlation, which proves this approach could be useful for analyzing flicker propagation and consequently for developing adequate flicker mitigation solutions. Using described model, this paper also considers disturbance limit assessment procedure for electric arc furnace (EAF) loads, taking into consideration its impact on several nodes in transmission and distribution grid.

Key words: power quality, flicker, electric arc furnace, disturbance propagation, emission limit, grid model

R-2.07

PROCENA RADA VETROELEKTRANE I UTICAJ NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE

ASSESSMENT OF WIND POWER PLANT OPERATION AND IMPACT ON THE POWER QUALITY

Aleksandar STANISAVLJEVIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Vladimir A. KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Prilikom projektovanja vetroelektrana (VE), vrše se opsežna ispitivanja i merenja potencijala vetra na predviđenoj lokaciji, na bazi kojih se daju predikcije o budućoj (projektovanoj) proizvodnji. One mogu biti osnova i za procenu mogućeg uticaja na kvalitet električne energije (KVEE) u mrežu. Međutim, u eksploataciji vetroelektrane potencijal energije vetra ne mora odgovarati projektovanom, pa ni dinamika promene energije, odnosno uticaj na kvalitet isporuke. Iz tog razloga pogodno je imati metodu za brzu procenu rada i proizvodnje, kao i uticaja na KVEE. U radu se primenom ranije razvijene metode bazirane na linearizovanom modela karakteristike snage vetroturbine i podataka o srednjoj brzini vetra, vrši procena snage, odnosno proizvedene energije nekog vetrogeneratora, a zatim i vetroelektrane. Dinamičkim posmatranjem ovih parametara i dobijanjem inputa o brzini vetra u kraćim vremenskim intervalima, može se opisana metoda primeniti i za ocenu uticaja na kvalitet isporuke električne energije. Dodatni problem je kvalitet isporučene električne energije, odnosno pojava viših harmonika, koji se mora nezavisno obrađivati.

Ključne reči: Vetroelektrana, Procena proizvodnje, Kvalitet električne energije

ABSTRACT

When designing wind farms (WPPs), extensive tests and measurements of wind potential are performed at the planned location, on the basis of which predictions about future (projected) production are given. They can also be the basis for assessing the possible impact on power quality (PQ) in the network. However, in the operation of a wind farm, the potential of wind energy does not have to correspond to the projected, nor the dynamics of energy change, i.e., the impact on the quality of delivery. For this reason, it is convenient to have a method for rapid assessment of work and production, as well as the impact on PQ. The paper uses the previously developed method based on a linearized model of wind turbine power characteristics and data on the average wind speed, to estimate the power, i.e., the energy produced of a wind generator, and then the wind farm. By dynamically observing these parameters and obtaining inputs on wind speed in shorter time intervals, the described method can be applied to assess the impact on the quality of electricity supply. An additional problem is the quality of the delivered electricity, i.e., the appearance of higher harmonics, which must be processed independently.

Keywords: Wind farm, Production estimation, Power Quality

Kontakt informacije o autorima: e–mail: Aleksandar Stanisavljević: acas@uns.ac.rs; Vladimir Katić: katav@uns.ac.rs;

R-2.08

ZAVISNOSTI HARMONIKA STRUJE NEKIH SVETILJKI ZA JAVNU RASVETU OD NAPOJNOG NAPONA

DEPENDENCIES OF CURRENT HARMONICS OF SOME LAMPS FOR PUBLIC LIGHTING ON SUPPLY VOLTAGE

Ivan ANASTASIJEVIĆ, Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu, Srbija
Lidija KORUNOVIĆ, Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Za potrebe analize kvaliteta električne energije putem simulacija, neophodni su odgovarajući harmonijski modeli pojedinih niskonaponskih uređaja i/ili zbirne potrošnje u čvorovima mreže. Ovaj rad se bavi određivanjem, analizom i međusobnim poređenjem zavisnosti harmonika struje nekih svetiljki koje se koriste za javnu rasvetu, od efektivne vrednosti napojnog napona.

U malobrojnoj do sada objavljenoj literaturi koja se bavi sličnom problematikom istaknut je uticaj izobličenja napona na pojavu izobličenja struje potrošnje niskonaponskih potrošača. Takođe su analizirane vrednosti viših harmonika struje u zavisnosti od promene napojnog napona. Novinu ovog rada predstavlja analiza ne samo efektivnih vrednosti viših harmonika struje, već i njihovih uglova, u zavisnosti od efektivne vrednosti napona.

U radu su prikazani rezultati laboratorijskih eksperimenata izvršenih na različitim vrstama svetiljki, koje se koriste za javnu rasvetu: živine, natrijumske i LED svetiljke. Napojni napon svetiljki je menjan u granicama normalnih radnih uslova (±10 % od naznačenog napona), a zatim je analiziran uticaj njegove promene na injektiranje viših harmonika struje u mrežu, od strane svetiljki. Rezultati koji su dobijeni za pojedine svetiljke su međusobno upoređeni. Prikazane su i matematičke funkcije kojima se sa dovoljnom tačnošću mogu modelovati zavisnosti struja dominantnih viših harmonika i njihovih uglova od promene efektivne vrednosti napojnog napona. Zaključak je da promena napona značajno utiče na injektiranja viših harmonika struje u mrežu i da se ta činjenica treba uzeti u obzir u harmonijskim modelima svetiljki.

Ključne reči: kvalitet napona, javna rasveta, harmonici struje, harmonijski modeli, napojni napon

ABSTRACT

For the purposes of analysis of power quality through simulation, appropriate harmonic models of individual low-voltage devices and/or aggregate load of network buses are necessary. This paper deals with the determination, analysis and comparison of models that represent the dependences of the current harmonics of some lamps applied for public lighting on the rms value of supply voltage.

In the few literatures published so far that deals with similar issues, the influence of voltage distortion on the occurrence of current distortion of the consumption of low-voltage consumers has been pointed out. The values of current harmonics depending on the change of supply voltage were also analyzed. The novelty of this paper is the analysis not only of the rms values of current harmonics, but also of their angles, depending on the rms values of voltage.

The paper presents the results of laboratory experiments performed on different types of lamps, which are used for public lighting: mercury, sodium and LED lamp. The supply voltage of the lamps was changed within the limits of normal operating conditions (± 10% of the rated voltage), and then the influence of its change on the injection of current harmonics into the network by the lamps was analyzed. The results obtained for individual lamps were mutually compared. Mathematical functions are also presented, which can be used to model the dependences of the currents of the dominant harmonic components and their angles on the change in the rms value of supply voltage with sufficient accuracy. The conclusion is that the change in voltage significantly affects the injection of current harmonics into the network and that this fact should be taken into account in the harmonic models of lamps.

Key words: power quality, public lighting, current harmonics, harmonic models, supply voltage

Ivan Anastasijević – Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: ivan.anastasijevic@elfak.ni.ac.rs
Lidija Korunović –Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: lidija.korunovic@elfak.ni.ac.rs

Izveštaj STK 3 / *Report EC 3*

Stručna komisija 3 / *Expert Committee 3*:

ZAŠTITA I UPRAVLJANJE ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
PROTECTION AND CONTROL IN DISTRIBUTION NETWORKS

Predsednik komisije / *Chairman*: mr Dušan Vukotić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je **16 (šesnaest)** radova, od čega je **13 (trinaest)** usvojeno kao referati (**R**), a **3 (tri)** je usvojeno kao Informacije (I). Izvršeno je grupisanje radova u četiri teme, objedinjavanjem preferencijalnih tema iz poziva za pisanje referata:

Within the scheduled timeframe for receipt of papers and after review by reviewers and expert rapporteurs, 16 (sixteen) papers were accepted, 13 of which (thirteen) were adopted as references (R), and 3 (three) were adopted as Information (I). A grouping of papers was performed on four topics, merging preferential subjects from the call for papers:

Preferencijalna tema 1 / *Preferentail subject 1:*
Upravljanje elektrodistributivnim mrežama / *Control in distribution networks*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur*: Milica Porobić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd

U ovoj temi prihvaćeno je 4 (četiri) rada i 2 (dve) informacije u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:
- Automatizacija elektrodistributivnih mreža.
- Upravljanje elektrodistributivnom mrežom u tržišnim uslovima.
- Primena energetskih aplikacija u elektrodistributivnim preduzećima.
- Uvođenje sistemskih usluga na distributivnom nivou.
- Regulacija napona u SN i NN mrežama.
- Strategije restauracije pogona i upravljanje kriznim situacijama.

In this subject, 4 (four) papers and 2 (two) pieces of information were accepted in accordance with preferential subjects from the call for papers:
- *Automation of electric distribution networks.*
- *Electric distribution network control in a market driven environment.*
- *Usage of energy application within electric utilities.*
- *Introduction of system services at the distribution level.*
- *Voltage control in MV and LV grids.*
- *Restoration strategies and crisis management.*

Preferencijalna tema 2 / *Preferentail subject 2:*
Zaštita elektrodistributivnih mreža / *Protection in distribution networks*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteurs:* Zoran Ristanović, Siemens d.o.o. Beograd, Dalibor Nikolić, Elektrodistibucija Srbije d.o.o. Beograd

U temi vezanoj za zaštitu elektrodistributivnih mreža prihvaćeno je 4 (četiri) rada u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:
- Strategije pri zameni SCADA sistema, rekonstrukciji zaštite i uvođenju sistema za nadzor i upravljanje u transformatorskim stanicama.
- Uticaj distribuirane proizvodnje na tradicionalne sisteme zaštite i upravljanja.
- Nove zaštitne šeme i funkcije.
- Simulacioni modeli zaštite, alati i nove funkcije.
- Aspekti pouzdanosti zaštite bazirane na standardu IEC 61850.
- Analiza pojave kvarova i registrovanih zapisa o kvarovima.

In the subject related to the protection of power distribution networks, 4 (four) papers were accepted in accordance with preferential subjects from the call for papers:
- *The strategies during replacing SCADA systems, reconstruction of the protections and implementation of the substation automation systems.*
- *Impact of Distributed Generation ("DG") on traditional protection and control systems*
- *New protection schemes and functions.*
- *Protection simulation models, tools and new functions.*
- *Reliability aspects of IEC 61850 based protection.*
- *Post mortem analyses of faults and fault records.*

Preferencijalna tema 3 / *Preferentail subject 3:*
Eksploatacija elektrodistributivnih mreža / *Operation of distribution networks*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur:* Saša Jović, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd

U temi vezanoj za održavanje i eksploataciju elektrodistributivnih mreža prihvaćeno je 3 (tri) rada u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:
- Strategije održavanja i procena stanja energetske opreme.
- Tehnike i alati za upravljanje radnom snagom u cilju povećanja operativne efikasnosti.
- Zahtevi u pogledu podataka, upravljanje podacima i dokumentacijom.
- Eksploatacija industrijskih mreža.
- Aktivnosti iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu (BZR) prilikom izvođenja radova u elektroenergetskim objektima.

In the subject related to the maintenance and operation of power distribution networks, 3 (three) papers were accepted in accordance with preferential subjects from the call for papers:
- *Maintenance strategies and condition assessment.*
- *Workforce management tools and techniques to improve operation efficiency.*
- *Data demand, data management and documentation.*
- *Operation of industry grids.*
- *Activities in the field of occupational safety and health (OHS) when performing works in power facilities.*

Preferencijalna tema 4 / *Preferentail subject 4:*
Telekomunikacije i informacioni sistemi u elektrodistributivnim mrežama
Telecommunications and information systems in distribution networks
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur:* mr Goran Nedić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd

U ovoj temi prihvaćeno je 2 (dva) rada i 1 (jedna) informacija u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:
- Primena komunikacionih sistema za potrebe zaštite i upravljanja.
- Sigurnosni aspekti pristupa informacijama i njihova razmena.
- Komunikacione tehnike i protokoli za realizaciju inteligentnih mreža („Smart Grids" i „Smart Metering").
- Međusobna zavisnost upravljanja elektrodistributivnim mrežama i komunikacione infrastrukture.

In this subject, 2 (two) papers and 1 (one) information were accepted in accordance with preferential subjects from the call for papers:
- *The usage of communication systems for protection and network operation.*
- *Security aspects of information access and information exchange.*
- *Communication techniques and protocols for "Smart Grids" and "Smart Metering".*
- *Interdependency of network control and communication infrastructure.*

Na pisanju izveštaja, stručni izvestioci su se rukovodili zapažanjima, komentarima i pitanjima recenzenata, na čemu im se posebno zahvaljuje.

When writing the report, expert rapporteurs were guided by observations, comments and questions from reviewers, for which they extend their special appreciation.

Preferencijalna tema 1 / *Preferentail subject 1:*
Upravljanje elektrodistributivnim mrežama / *Control in distribution networks*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur*: Milica Porobić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd

R-3.01 **PRIMENA NAPREDNE AUTOMATIZACIJE SNDM MREŽE**
APPLICATION OF ADVANCED AUTOMATION OF MV ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK

Autori/*Authors*: Dušan Vukotić, Božidar Ćirić, Sunčica Cvetković, Nikola Čolović

U radu je na inovativan način predstavljen napredni sistem automatizacije srednjenaponske distributivne mreže putem funkcije Self Healing (samo-oporavljanje). Uvažavajući činjenicu da je distributivni sistem tokom poslednjih decenija pretrpeo niz značajnih promena počev od otvaranja tržišta, uvođenja distribuirane proizvodnje i sve strožijih zahteva u pogledu kvaliteta isporučene električne energije nameće potrebu za drugačijim pristupom upravljanju proaktivne srednjenaponske distributivne mreže. Svaki kvar u distributivnoj meži koji predstavlja nepoželjno stanje zahteva pravovremenu reakciju sa ciljem uspostavljanja efikasne restauracije napajanja i adekvatnu rekonfiguraciju mreže. Autori nastoje da objasne i praktično približe način funkcionisanja algoritma „Self-Healing“ kao prvog u paketu od 5 funkcije napredne automatizacije srednjenaponske mreže. Na osnovu velikog broja procesnih informacija prikupljenih iz TS 110/35 kV, TS 35/10 kV kao i TS SN/NN preko nadležnih kontrolera omogućavaju da razvijeni algoritam da potvrdu i opravdanosti u odnosu na klasične metode lokacije kvara. U slučaju potrebe za najvišim nivoom pouzdanosti distributivne mreže klasične metode upravljanja i od strane iskusnih dispečera u pogledu restauracije i rekonfiguracije teško mogu odgovoriti zahtevima osetljivih kupaca gde prezentovani algoritam daje prednost za red veličine kraćih vremena lokalizacije kvara i ponovnog uspostavljanja napajanja korisnika sistema. Kada aplikacija bude potpuno razvijena (i sa ostalim funkcijama) očekuju se još bolji pokazatelji.

The paper, in an innovative way presents an advanced automation system of the medium voltage distribution network through the Self Healing function. Acknowledging the fact that the distribution system has undergone a series of significant changes during the last decades, begining from the opening of the market, the introduction of distributed generation and increasingly strict requirements regarding the quality of delivered electricity, imposes the need for a different approach to the management of a proactive medium voltage distribution network. Every failure in the distribution network, which represents an undesirable condition, requires a timely reaction with the aim of establishing an effective restoration of the power supply and an adequate reconfiguration of the network. The authors try to explain and practically approximate the way the Self Healing function works as the first in a package of 5 functions of advanced automation of the medium voltage network. Based on a large amount of process information collected from TS 110/35 kV, TS 35/10 kV as well as TS MV/LV via the competent controllers, the developed algorithm provides confirmation and justification in relation to classic fault location methods. In the case of the need for the highest level of reliability of the distribution network, standard management methods and by experienced dispatchers in terms of restoration and reconfiguration can hardly meet the demands of sensitive customers, where the presented algorithm gives an advantage for prioritizacion of the scale of shorter times taken to locate the fault and reestablish the power supply. Once the application is fully developed (including other functions), even better indicators are expected.

Pitanja za diskusiju:
1. Po autorima rada, kakva je ekonomska opravdanost integracije ovakvog naprednog sistema automatizacije srednjenaponske distributivne mreže, uzimajući u obzir svu nedostajuću infrastrukturu, komunikaciju i energetsku opremu?
2. Kakva su iskustva i poređenja primenjenog modela u odnosu na standardni koncept upravljanja distributivnom mrežom baziranog na tokovima snaga, preopterećenjima i gubicima?
3. Prezentovani sistem baziran je na daleko većem broju procesnih informacija prikupljenih iz TS VN/NN i TS SN/NN. Koje su to informacije? One su neophodne samo za funkciju Self Healing ili za čitav sistem napredne automatizacije distributivne mreže?

Questions to discuss:
1. *According to the authors of the paper, what is the economic justification for the integration of such an advanced automation system of the medium voltage distribution network, taking into account all the missing infrastructure, communication and energy equipment?*
2. *What are the experiences and comparisons of the applied model in relation to the standard concept of distribution network management based on power flows, overloads and losses?*
3. *The presented system is based on a much larger number of process information collected from TS HV/LV and TS MV/LV. What is that information? Is it necessary only for the Self Healing function or for the entire system of advanced automation distribution network?*

I-3.02 **DDC NOVI SAD – POČETAK OPERATIVNOG RADA**
DDC NOVI SAD – BEGINNING OF OPERATIONAL WORK

Autori/*Authors*: Miroslav Bačlić, Miroslav Radosavljev, Gordana Jovanović

Operativno upravljanje distributivnim elektroenergetskim sistemom predstavlja jedan od posebnih izazova, koji u uslovima ubrzane liberalizacije tržišta električne energije i intenzivnije pojave distribuiranih izvora energije sve više privlači pažnju stručne javnosti. Način organizacije, podela hijerarhije i nadležnosti pojedinih centara upravljanja po teritoriji i naponskom nivou predstavlja zadatak koji treba da pomiri oprečne zahteve. Sa jedne strane, sve prisutniji distribuirani izvori energije, upravljiva potrošnja, kupci-proizvođača, skladišta energije itd. zahtevaju intenzivniju saradnju između operatora distributivnog sistema i samih korisnika; dok sa druge strane potreba za smanjenjem troškova poslovanja zahteva optimizaciju broja zaposlenih i organizacionih celina koje rade neprekidno. Autori su kroz svoj rad dali retrospektivu aktivnosti, koji je u toku u kompaniji koja obavlja posao operatora distributivnog sistema u republici Srbiji, i ukazali na izazove koji u toku samog procesa imaju. Kako sam proces još uvek nije došao do konačne faze, za očekivati je da će kroz na ovu temu još puno diskutovati, i samo rešenje prilagođavati potrebama konzuma.

The operational control of the distribution power system represents one of the special challenges, which in the conditions of accelerated liberalization of the electricity market and the more intensive phenomenon of distributed energy sources is increasingly attracting the attention of the professional public. The manner of organization, division of hierarchy and competences of individual control centres by territory and voltage level is a task that should reconcile conflicting requirements. On the one hand, the increasingly present distributed sources of energy, manageable demand, prosumers, energy storage, etc. require more intensive cooperation between the distribution system operators and the users themselves; while on the other hand, the need to reduce the operating costs requires optimizing the number of employees and organizational units that work continuously. Through their paper, the authors gave a retrospective of the activities, which are ongoing in the company that performs the work of the distribution system operator in the Republic of Serbia, pointing out the challenges they face during the process itself. As the process itself has not yet reached the final stage, it is to be expected that there will be a lot of discussion on this subject, and the solution itself will be adapted to the needs of consumers.

Pitanja za diskusiju:
1. Koji je najveći, a koji najmanji doprinos reorganizacije u okviru procesa upravljanja?
2. Prema mišljenju autora, da li je dinamika preuzimanja nadležnosti upravljanja bila adekvatna i da li bi nešto menjali u okviru tog procesa?
3. Navesti bar dva kriterijuma, koja po mišljenju autora, predstavlju parametre prema kojima se može bliže definisati način rada nekog centra upravljanja (rad u tri smene, rad u dve smene, rad u jednoj smeni ili potpuno ukidanje dispečerskog mesta).

Questions to discuss:
1. *What is the largest and the smallest contribution of reorganization within the management process?*
2. *According to the authors, was the time-schedule of taking over management competencies adequate and would you make any changes in the process?*
3. *According to the authors, was the time-schedule of taking over management competencies adequate and would you make any changes in the process*

I-3.03 **SOFTVERSKA PLATFORMA ELEKTRONSKI DNEVNIK DOGAĐAJA ZA POTREBE DISPEČERSKOG UPRAVLJANJA**
SOFTWARE PLATFORM ELECTRONIC EVENT LOG FOR DISPATCH MANAGEMENT

Autori/*Authors*: Edin Zekić, Dražen Škiljević, Suzana Bondokić

Digitalizacija poslovnih proseca, pored toga šta sa sobom donosi brojne benefite u smislu unapređenja procesa rada, predstavlja i priliku da se još jednom preispitaju sami procesi, uoče neusaglašenosti i shodno tome procesi urede na jedan efikasniji način. Autori su u svom izlaganju prikazali neke od problema sa kojima suočava proces upravljanja distributivnim elektroenergetskim sistemom i prikazali na koji način je planirana digitalizacija ovog procesa. S obzirom na činjenicu da je čitav proces u trenutku tranzicije sa papirnog na digitalni način rada, za očekivati je da će na ovu temu i problemima vezanim za sam proces još dugo pisati i diskutovati.

Digitization of business averages, in addition to bringing with it numerous benefits in terms of improving the work process, also represents an opportunity to review once again the processes themselves, to see the inconsistencies and, accordingly, to organize the processes in a more efficient way. In their presentation, the authors presented some of the problems which the dispatch management process faces and they also showed how the digitization of this process is planned. Considering the fact that the entire process is currently undergoing transition from paper work to digitization, it is to be expected that this subject and the problems related to the process itself will be written and discussed for a long time to come.

Pitanja za diskusiju:
1. Koliko je vremena bilo neophodno prosečnom dispečeru sa IV stepenom stručne spreme da u potpunosti prihvati digitalizaciju i promene načina rada?
2. Prema mišljenju autora, koji su glavne promene u kvantitativnom i kvalitativnom smislu procesu upravljanja EEO?

Questions to discuss:
1. *How long did it take for the average dispatcher with the 4th degree of professional qualifications to fully accept digitization and changes in their way of work?*
2. *According to the authors, what are the main changes in quantitative and qualitative terms in the EEO management process?*

R-3.04 **DALJINSKO UPRAVLJANJE I NADZOR RIKLOZERIMA RAZLIČITIH PROIZVOĐAČA U ZP ELEKTROKRAJINA**
REMOTE SUPERVISION AND CONTROL OF RECLOSERS MADE BY DIFFERENT MANUFACTURERS INSTALLED IN ZP ELEKTROKRAJINA

Autori/*Authors*: Milan Kalaba, Boris Katan, Nataša Vejnović

Prilikom nabavke elektroenergetske opreme za srednjenaponsku mrežu, do skora, nije se vodilo računa o daljinskom upravljanju. Zbog toga proizvođači opreme su isporučivali sisteme sa različitim komunikacionim protokolima i interfejsima. Rad opisuje situaciju, i jedno od rešenja, sa kojom smo se skoro svi sreli u svojim distribucijama. Potrebno je bilo naći koji od protokola je najzgodniji za povezivanje i koje prenosne puteve koristiti u ovakvim iznuđenim situacijama. Jasno je da ubuduće prilikom nabavke elektroenergetske opreme treba voditi računa i o njihovom načinu povezivanja na SKADA sistem.

When procuring electric power equipment for the medium voltage network, remote control was not taken into account until recently. Therefore, equipment manufacturers have supplied systems with different communication protocols and interfaces.The paper describes a situation, and one of the solutions, that almost all of us have encountered in our distributions. It was necessary to find which of the protocols is the most convenient for connection and which transmission paths to use in such emergency situations. It is clear that in the future, when purchasing power equipment, care should also be taken about the way they are connected to the SCADA system.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li i kako ako jeste je rešena vremenska sinhronizacija svih riklozera u sistemu?
2. Kako tumačite arhivske liste sa uređajima bez vremenske sinhronizacije na SCADA sistemu?
3. Da li je GMS veza zamišljena kao trajno ili privremeno rešenje?

Questions to discuss:
1. *Has the time synchronization of all reclosers in the system been resolved, and if so, in what way?*
2. *How do you interpret archive lists with devices without time syntronization on the SCADA system?*
3. *Was the GMS connection envisaged as a permanent or temporary solution?*

R-3.05 **PRIMERI PREVAZILAŽENJA HITNIH HAVARIJSKIH STANJA NA RADIJALNIM DALEKOVODIMA 35 kV**
EXAMPLES OF TRANSCENDING EMERGENCY SITUATIONS ON 35 kV RADIAL TRANSMISSION LINES

Autori/*Authors*: Dragan Đorić, Dejan Vučković, Miloš Arsenijević

Rad opisuje tehnička rešenja za ponovno napajanje konzuma, nakon havarije na 35 kV radijalnim nadzemnim dalekovodima. Značajno je videti praktičan primer sa situacijom i stanjem na terenu.

This paper describes technical solutions for repeated supply of consumers, after emergency situation on the 35 kV radial overhead lines. It is important to see a practical example with the situation and conditions on site.

Pitanja za diskusiju:

1. Član 218 Zakona o energetici definiše zaštitni pojas za nadzemne elektroenergetske vodove, sa obe strane voda od krajnjeg faznog provodnika i za naponski nivo 35 kV, ima širinu 15 metara, kako i navodite u radu. U primeru 1 navodite "Predmetno stablo nije moglo biti sagledano u sklopu radova na sistematskoj seči rastinja obzirom da se nalazilo daleko izvan koridora zakonski predviđenog za dalekovod ovog naponskog nivoa (15 m ukupna širina za seču)". Kako objašnjavate ove navode obzirom na prikaz rastinja na slici broj 1? Slika broj 1 prikazuje rastinje koje se nalazi nedaleko od faznih provodnika i vrlo verovatno u zaštitnom pojasu dalekovoda. Slika broj 1 (moguće i slika broj 4) ukazuju na problem nepostojanja sistemske seče rastinja u navedenim primerima. Da li je to tačno?
2. Na koji način vršite reviziju i seču granja na nepristupačnim terenima ukoliko su to tereni za koje ne postoje pristupni putevi, kako ste naveli u primerima (prilikom sanacije kvara izgrađen pristupni put u oba primera)?
3. Opisani radovi su improvizovana rešenja. Kada se izvršila kompletna sanacija, na koji način i koliko vremena je bilo potrebno za istu?

Questions to discuss:

1. *Article 218 of the Energy Law defines the protective belt for overhead transmission lines, on both sides of the line from the end phase conductor and for the 35 kV voltage level, it is 15 meters wide, as you state in the paper. In example 1 you state that "The referent tree could not be considered as part of the works on the systematic cutting of vegetation, as it was far beyond the corridor legally foreseen for the overhead line of this voltage level (15m total width for cutting down)". How do you explain these allegations given the display of vegetation in Figure 1? Figure 1 shows the foliage located not far from the phase conductors and very likely in the protective belt of overhead lines. Figure 1 (possibly figure 4) indicates the problem of the lack of systemic cutting of foliage in the examples specified. Is that true?*
2. *How do you perform audits and cut branches in inaccessible terrain if these are terrains for which there are no access roads, as you noted in the examples (when repairing the fault, an access road was built in both examples)?*
3. *The described works are improvised solutions. When was the complete rehabilitation carried out, how and how long did it take to be done?*

R-3.06 **STACIONARNA DODATNA STRUJA CIRKULACIJE U SN MREŽI USLED POPREČNE KOMPONENETE PADA NAPONA**
ADDITIONAL NON-TRANSIENT CIRCULATION CURRENT IN MV NETWORKS DUE TO TRANSVERSAL VOLTAGE DROP COMPONENT

Autori/*Authors*: Dragan Cvetinov, Gordana Jovanović

U radu je dat opis i proračun stacionarnog stanja elektrodistributivne mreže, u slučaju kada se vrši rekonfiguracija mreže kada se po pravilu vrši "paralelisanje" SN izvoda. Ovo je česta rekonfiguraciuja u praksi, sa kojom se opertori u centrima upravljanja svakodnevno susreću i sa tre strane je vrlo interesanto da se ti slučajevi proanaliziraju. U radu je dat jedna slučaj, gde je uočen porast opterećenja nakon rekonfiguracije, ali bi bilo vrlo interesanto da su i dati drugi slučajevi kada su granice normalnog napajanja bile ili na "stalnoj granici (NOP) ili duž izvoda, kao i sa nešto većim nivoima opterenjena po SN izvodima. Za potrebe analize korišćena su merenja prikupljena od strane SCADA sistema, ali svako bi bilo interesano da su prikazana i merenja prikupljena sa manjom rezolucijom i sa lokalnih sistema za nadzor i upravljanje nad transformatorskim stanicama, kao i sa samih mikroprocesorskih zaštitno-upravljačkih uređaja (MPCU) na SN izvodima. Analiza ovakvih pojava je svakako interesantna sa aspekta koordinacije zaštite na SN izvodima, pri čemu u pojedinim slučajevima kada je opterećenje na SN izvodima izuzetno veliko, sigurno postoji potreba da se eventualno zaštita prepodesi, odnosno da se koriste određene grupe podešenja zaštite u samim zaštitno-upravljačkim uređajima na SN izvodima.

The paper describes and calculates the non-transient state of the electrical distribution network, in the case when the network is reconfigured when, as a rule, the "paralleling" of the MV feeder is performed. This is a frequent reconfiguration in practice, which operators in control centers encounter every day, and on the other hand, it is very interesting to analyze these cases. One case is given in this paper, where an increase in load was observed after reconfiguration, but it would be very interesting if other cases were also given where the limits of the normal power supply were either at the "permanent limit" (NOP) or along the feeder, as well as with slightly higher levels of load along the MV feeders. For the purpose of the analysis, the measurements collected by the SCADA system were used, but it would surely be interesting if the presented measurements were collected with a lower resolution and from the local supervisory control systems for substations, as well as from the microprocessor protection and control devices themselves (MPCU) on MV feeders. The analysis of such phenomena is certainly interesting from the aspect of coordination of protection on MV feeders, where in some cases when the load on MV

leads is extremely high, there is certainly a need to possibly reset the protection, i.e. to use certain groups of protection settings in the protection-control devices themselves on the MV feeders.

Pitanja za diskusiju:

1. Zašto se na daljinski upravljanoj rasklopnoj opremi ne posmatra moduo napona i fazni stav sa obe njegove strane? Primenom uprošćene analize koja je prikazana u radu moguće je ustanoviti kolika će struja cirkulacije biti.
2. U radu je navedeno da ne dolazi do reagovanja zaštite i da se vodovi neće isključivati. Međutim, sve tri slika (slika broj 2, 3 i 4) to demantuju. Naime, po jedna kriva struje (redom plava, zelena i crvena) posle jednog koraka proračuna/merenja padaju na nultu vrednost. To ukazuje da je ipak došlo do isključenja jednog izvoda. Sa druge strane, ako je vršena rekonfiguracija (kao što je negde u tekstu i napomenuto) zašto se nije vršilo isključenje na "električnoj" sredini poveznog voda pošto su tada gubici najmanji u odnosu na prebacivanje celog izvoda na drugi transformator?

Questions to discuss:

1. *Why are not the voltage mode and phase sequence viewed in a remote controlled distribution switchgear on both sides? By applying the simplified analysis shown in the paper, it is possible to determine the amount of circulation current.*
2. *The paper stated that there is no protection response and that the lines will not be disconnected. However, all three figures (figure 2, 3 and 4) deny this. Namely, one current curve (blue, green, and red in turns) after one calculation/measurement step drops to zero. This suggests that a connection has nevertheless been switched off. On the other hand, if the reconfiguration was performed (as is noted somewhere in the text) why was not there a switching-off in the "electric" centre of the tie-line, since the losses were at that point the smallest compared to transition of the whole connection to another transformer?*

Preferencijalna tema 2 / *Preferentail subject 2:*
Zaštita elektrodistributivnih mreža / *Protection in distribution networks*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteurs:* Zoran Ristanović, Siemens d.o.o. Beograd, Dalibor Nikolić, Elektrodistibucija Srbije d.o.o. Beograd

R-3.07 TESTIRANJE DIFERENCIJALNE ZAŠTITE TRANSFORMATORA NA "PROCESS BUS" REŠENJIMA
TESTING OF TRANSFORMER DIFFERENTIAL PROTECTION WITH PROCESS BUS SOLUTIONS
Autori/*Authors*: Miloš Isailović, Aleksandar Marjanović, Uroš Njegovan, Zoran Stojanović

Kontinualan razvoj uz pozitivne rezultate i performanse iz prakse učinio je da je IEC61850 danas dokazano rešenje za gotovo sve nove sisteme relejne zaštite i upravljanja. Rad nam daje osnove "Process bus" tehnologije i šta će se dobiti njenim korišćenjem. U ovom radu su prikazani testovi testirannih različitih implementacija diferencijalne zaštite transformatora.

Continuous development with positive results and performance from practice made IEC61850 today a proven solution for almost all new relay protection and management systems. The paper gives us the basics of "Process bus" technology and what will be gained from its use. This paper shows performed tests for different implementations of differential transformer protection.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je napomenuto da Digitalizacija trafostanica će dati mnogo veću količinu podataka. Kako je zamišljena obrada tih podataka kada se zna da je stalni zahtev smanjenja broja zaposlenih?
2. U radu deo investicija nije obrađen jer to nije bila tema rada, međutim auditorijum bi sigurno interesovao i ovaj aspekt. Molim komentar autora.

Questions to discuss:

1. *It is noted that digitization of substations will provide a much greater amount of data. How is it envisaged to process this data when it is known that the constant demand is a reduction in the number of employees?*
2. *Part of the investment was not processed because it was not the topic of paper, however the auditorium would certainly be interested in this aspect. I would appreciate the author's comment.*

R-3.08 ODABIR OPTIMALNOG UGLA USMERENE ZEMLJOSPOJNE ZAŠTITE IZVODA SREDNJENAPONSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE UZEMLJENE PREKO NISKOOMSKE REZISTANSE
OPTIMAL ANGLE SETTINGS OF DIRECTIONAL EARTH FAULT PROTECTION OF FEEDER OF MEDIUM VOLTAGE POWER GRID EARTHED BY LOW RESISTANCE
Autori/*Authors*: Nikola Milošević, Milan Milanko

Rad obrađuje problem pojave kapacitativnih struja u mreži koje su uzemljene preko malih otpornosti prilikom zemljospojeva. Zbog velikih dužina SN mreže pojavljuju se izvodi čija kapacitativna struja prevazilazi 50A što je granica podešenja zemljospojne zaštite. Zbog toga autori predlažu uvođenje usmerene zemljospojne zaštite na svim izvodima. U radu su data praktična iskustva tog rada.

The paper addresses the problem of the phenomenon of capacitance currents in the grid, which are earthed through low resistance in earthing. Due to the great lengths of the MV grid, there is a phenomenon of feeders whose capacitance current exceeds 50A, which is the limit of earthing protection. The authors therefore propose the introduction of targeted earthing protection on all feeders. The paper provides practical experience of such work.

Pitanja za diskusiju:
1. Slika 1 daje lep prikaz raspodele struje. Na slici treba dodati smerove struja generatora na vodu sa generatorom.
2. U radu je predloženo rešenje korišćenja usmerene zemljospojne zaštite ali nisu data koja podešenja su postavljena.
3. Recezent vidi da autori koriste i stranu literaturu. Da li su u toj literaturi našli neka strana iskustva?

Questions to discuss:
1. *Figure 1 gives a nice presentation of the power distribution. The image should add the generator currents on the line with the generator.*
2. *A solution to the use of directed earthing protection has been proposed in the paper, but no applied settings have been given.*
3. *The reviewer sees that authors also use foreign literature. Did they find any foreign experiences in that literature?*

R-3.09 **IZAZOVI PRI PODEŠAVANJU RELEJNE ZAŠTITE U MIKROMREŽAMA SA VELIKIM BROJEM DISTRIBUIRANIH ENERGETSKIH RESURSA**
CHALLENGES IN DETERMINATION OF RELAY PROTECTION SETTINGS IN MICROGRIDS WITH HIGH PENETRATION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES

Autori/*Authors*: Nikola Simić, Luka Strezoski, Radenko Milićević, Nemanja Vukobrat

Ovo je sveobuhvatan i savremen rad koji se bavi aktuelnim temama vezanim za DER i mikrogride. Analize su korisne u razumevanju onoga što se dešava u mikrogridima tokom trajanja kratkog spoja. Autori su jasno ukazali na nastavak rada na ovu temu.
This is a comprehensive and contemporary paper dealing with current topics related to DER and microgrids. The analyses are useful in understanding what happens in microgrids during the duration of a short circuit. The authors clearly indicated the continuation of work on this topic.

Pitanja za diskusiju:
1. Evidentno je da su struje kratkog spoja u ostrvskom režimu male; u nekim slučajevima, to bi moglo da stvori probleme vezane za efikasan rad zaštite; autori koji bi komentarisali da li bi povećanje RCI (što je obično 2% za pad napona od 1%) verovatno ublažilo problem malih struja kratkog spoja u ostrvskom režimu.

Questions to discuss:
1. It is evident that the short-circuit currents in the island mode are small; in some cases, this could create problems related to the effective operation of the protection; the authors to comment on whether increasing the RCI (which is typically 2% for voltage drop of 1%) would possibly mitigate the problem of small short-circuit currents in island mode.

R-3.10 **PREGLED POSTOJEĆIH ZAŠTITA VETROGENERATORA SA DVOSMERNO NAPAJANOM ASINHRONOM MAŠINOM I NJIHOVE PODRŠKE STABILNOSTI SISTEMA TOKOM KRATKOG SPOJA**
OVEREVIEW OF EXISTING FAULT PROTECTIONS OF WIND POWER PLANTS WITH DOUBLY FED INDUCTION MACHINES AND THEIR INFLUENCE ON MODELING DURING SHORT CIRCUIT FAULTS IN THE SYSTEM

Autori/*Authors*: Andrija Mitrović, Luka Strezoski

Rad pruža sveobuhvatan pregled kretanja napona kroz metode koje se koriste u DFIM konfiguraciji WTG-a. Važnost izbora metoda određuje ponašanje WTG u kritičnim prolaznim stanjima. To njihovo čini modeliranje veoma važnim, kako u analizi kratkih spoja, tako i u analizi stabilnosti elektroenergetih sistema.

The paper provides a comprehensive overview of the voltage ride through methods used in DFIM configuration of WTG. The importance of the choice of methods determines the behavior of WTG in critical transient states. This makes their modeling very important, both in the analysis of short circuits and in the analysis of stability of the power systems.
Pitanja za diskusiju:
1. Upoređivanjem pomenutih metoda, koje metode imaju potencijal da ispune zahteve operatora sistema? Da li postoje iskustva iz prakse koja bi to potvrdila?
2. Koliko gore navedeni metodi čine DFIM konfiguraciju konkurentnom u poređenju sa drugim vrstama WTG priključaka?
3. Koji od predloženih FRT METODA nalazi ekonomsku opravdanost u obezbeđivanju naponske stabilnosti sistema? Koja su najčešća rešenja u praktičnim primenama?

Questions to discuss:
1. *By comparing the mentioned methods, which methods have the potential to meet the requirements of the system operators? Are there any experiences from practice that would confirm this?*
2. *How competitive the above methods make the DFIM configuration compared to other types of WTG connections?*
3. *Which of the proposed FRT methods find economic justification in ensuring voltage stability in the system. What are the most common solutions in practical implementations?*

Preferencijalna tema 3 / *Preferentail subject 3:*
Eksploatacija elektrodistributivnih mreža / *Operation of distribution networks*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur:* Saša Jović, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd

R-3.11 **STATISTIČKA ANALIZA REZULTATA BAZE PODATAKA INSTITUTA „NIKOLA TESLA“ U CILJU REVIZIJE POSTOJEĆIH GRANIČNIH VREDNOSTI STANDARDA IEC 60422 I UVIDA I PROCENE STANJA I KVALITETA ULJA RAZLIČITIH KATEGORIJA OPREME**
STATISTICAL ANALYSIS OF NIKOLA TESLA INSTITUTE DATABASE RESULTS IN PURPOSE OF REVISING EXISTING LIMIT VALUES WITHIN IEC 60422 STANDARD AND INSIGHT AND ASSESSMENT OF OILS CONDITION AND QUALITY FOR DIFFERENT EQUIPMENT CATEGORIES
Autori/*Authors*: Ksenija Drakić, Valentina Vasović, Draginja Mihajlović, Jelena Janković, Jelena Lukić

Rad je dobro urađen. Tema lepo analizirana i obuhvaćena je metodologija analize ulja koje se koristi u elektroenergetskoj opremi. Prikazano je stanje ulje na opremi svih naponskih nivoa, u svim stanjima opreme. Prikazana analiza ulja, doprinosi boljem uvidu u stanju elektroenergetske opreme, i lakšem planiranju održavanju iste. Bazu podataka koja je korišćena za rad je korisna jer pruža uvid u dužem vremenskom periodu, sa uticajem realnim uslovima eksploatacije.

The paper is well written. The topic is well analyzed and includes the methodology of oil analysis used in power equipment. The condition of the oil on the equipment of all voltage levels, in all equipment conditions is shown here. The presented oil analysis contributes to a better insight into the condition of the power equipment, and to easier maintenance planning. The database that was used for paper is useful because it provides insight into a longer period of time, with the impact of real conditions of operation.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je moguće napraviti analizu ulja za B i C kateroriju opreme ali sa nekim drugim gasovima koji se rastvaraju u ulju (pored navedenih standardnih rutinskih testova).
2. Koliko utiču uzorci ulja u prekidačima, na konačnu analizu, u odnosu na uzorke iz transformatora, može li se to razdvojiti?
3. Da li je posmatrano da li postoji statistika i baza podataka za ulje iz regulatora napona?

Questions to discuss:
1. *Is it possible to do an oil analysis for B and C equipment categories but with some other gases that dissolve in oil (in addition to the standard routine tests listed).*
2. *How much do oil samples in circuit breakers affect the final analysis, relative to the samples from the transformer and can this be distinguished?*
3. *Has it been observed whether there are statistics and database for oil from the voltage regulator?*

R-3.12 **PRIMENA MQTT PROTOKOLA U SISTEMIMA ZA MONITORING ENERGETSKIH TRANSFORMATORA**
APPLICATION OF MQTT PROTOCOL IN TRANSFORMER MONITORING SYSTEMS
Autori/*Authors*: Aleksandar Jovanović, Marko Novković, Sébastien Girard, Patrick Picher, Zoran Radaković

U radu je dat detaljni prikaz MQTT protokola, široko zastupljenog za potrebe IoT, prilikom realizacije sistema za termički monitoring transformatora. Ovakvi sistemi mogu naći svoju praktičnu primenu u nadzoru nekih od parametara realne elektrodistributivne mreže i doprineti povećanju pouzdanosti iste. Dalji razvoj Sistema treba da rezultira sa optimizacijom detalja u samom modelu kao i testiranjem sa većim brojem transformatora, a koji su sa različitim stepenom raspoloživosti u komunikacionom smislu.

The paper provided a detailed review of the MQTT protocol, widely represented for the needs of IoT, in thermal monitoring systems for transformers. Such systems can find their practical application in monitoring some of the parameters of the real power distribution grid and contribute to greater reliability thereof. Further development of the System should result in optimization of details in the model itself as well as testing with more transformers, which are with different degree of availability in the terms of communication.

Pitanja za diskusiju:
1. Imajući u vidu ekstremne ambijentalne uslove leti kojima su izloženi praktično svi elementi elektrodistributivnog sistema, da li je moguće proširiti mernu šemu temperatura i proračunatih vrednosti i u kom pravcu?
2. Koji nivo za pouzdanost dostavljanja poruka (QoS) je korišćen i da li je vršena proba sa promenom vrednosti ovog parametra ? Maksimalna dužina poruke koja je koja je poslata/ primljena u konkretnom slučaju za potrebe sistema termičkog monitoringa ? Da li korišćena opcija za nepouzdane mreže odnosno da se aktivira trajna sesija ?
3. Koje je protokole umesto MQTT moguće koristiti? Prednosti/mane istih. Kraći komentar.

Questions to discuss:
1. *Given the extreme ambient conditions in summer that expose virtually all elements of the electrical distribution system, is it possible to expand the temperature measuring scheme and calculated values and in which direction?*
2. *What level of message delivery reliability (QoS) was used and was a test used to change the value of this parameter ? The maximum length of the message that was sent/ received in a specific case for the purposes of the thermal monitoring system ? Is the option used for unreliable grids or to activate a permanent session ?*
3. *What protocols can be used instead of MQTT? Advantages/disadvantages. A brief comment.*

R-3.13 **IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA NADZOR BESPREKIDNOG NAPAJANJA U 110/x kV I 35/x kV TRAFOSTANICAMA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD**
IMPLEMENTATION OF THE UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY MONITORING SYSTEM IN SUBSTATION 110/x AND 35/x kV IN THE DISTRIBUTION AREA OF BELGRADE

Autori/*Authors*: Milorad Stančić. Goran Nedić

Besprekidno/pouzdano napajanje EEO jednosmernim naponom je od vitalnog interesa jer obezbeđuje rad sistema za zaštitu, upravljanje, TK podsistem, video nadzor i kontrolu pristupa. Neprekidan daljinski nadzor nad radom ovog sistema bitno doprinosi povećanju pouzdanosti EEO u celini. U radu su dati detalji o osnovnim delovima sistema besprekidnog napajanja EEO (ispravljač, akubaterija), kao i detalji o sistemu za nadzor (koncepcija, način realizacije, merenja, alarmi, statusi...).

Uninterruptable/reliable direct current power supply of the Electric Power System - EEO is of vital interest because it provides system operation in terms of protection, control, TK subsystem, video surveillance and access control. Uninterruptable remote control over the operation of this system contributes significantly to increasing the reliability of the Electric Power System - EEO as a whole. The paper provided details on the basic parts of uninterruptable power supply of the Electric Power System - EEO (rectifier, accumulator battery), as well as details on the monitoring system (concept, method of realization, metering, alarms, status...).

Pitanja za diskusiju:
1. Koja su praktična iskustva iz implementacije ovog sistema, koja bi mogla poslužiti u koncipiranju ovakvog sistema za ceo EDS?
2. U radu se navodi da se na osnovu podataka iz ovog sistema može preventivno delovati i sprečiti ozbiljniji poremećaj u sistemu besprekidnog napajanja EEO. Da li je bilo ovakvih slučajeva tokom eksploatacije? Ako jeste, molim autore da daju kratak opis par karakterističnih događaja.
3. Pošto je sistem u eksploataciji od 2012. godine, molim autore za kratku ocenu sistema nadzora (pouzdanost, raspoloživost, dostupnost podataka...).

Questions to discuss:

1. *What are the practical experiences of implementing this system, which could serve to conceive such a system for the entire Electric Power Distribution of Serbia?*
2. *The paper states that according to the data related to this system, preventive measures can be taken in order to prevent a major disruption of uninterruptible power supply of the Electric Power System (EEO). Have there been such cases during operation? If so, I could the authors to give a brief description of several distinctive events.*
3. *Since the system has been in operation since 2012, could the authors kindly give for a brief assessment of the monitoring system (reliability, availability, access to data...).*

Preferencijalna tema 4 / *Preferentail subject 4:*
Telekomunikacije i informacioni sistemi u elektrodistributivnim mrežama
Telecommunications and information systems in distribution networks
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur:* mr Goran Nedić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd

R-3.14 **NADZOR I PRAĆENJE PARAMETARA RADIO UREĐAJA I KVALITETA RADIO VEZE BAZIRANE NA KORIŠĆENJU DIGITALNOG PAKETNOG RADIJA**
SURVEILLANCE AND MONITORING OF PARAMETERS OF RADIO DEVICES AND QUALITY OF RADIO COMMUNICATIONS IN SYSTEMS BASED ON DIGITAL PACKET RADIO

Autori/*Authors*: Đorđe Vladisavljević, Predrag Šejat

Rad ukazuje na značaj i potrebu nadzora nad telekomunikacionim sistemom i opremom koja je u najvećoj meri zastupljena za potrebe automatizacije srednjenaponske distributivne mreže. Opisan je trenutni status, date su karakteristike korišćenih digitalnih radio uređaja i radio mreža na teritoriji ODS „Elektrodistribucija Srbije“ i dat je predlog za poboljšanje funkcije nadzora koja će imati za posledicu kvalitetnije održavanje ovih sistema. Unapređenje funkcije nadzora digitalnih radio sistema doprinosi povećanju pouzdanosti elektrodistributivne mreže.

The paper highlights the importance of surveillance of the telecommunication system and equipment that is mostly used for the needs of automation of the medium-voltage distribution network. The current status is described, characteristics of used digital radio devices and radio networks in the territory of DSO Electric Power Distribution of Serbia have been given and a proposal has been made to improve the monitoring function that will result in better maintenance of these systems. Improving the function of digital radio systems surveillance contributes to greater reliability of the distribution network.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako se inicijalno odabira brzina na kojoj će pouzdano raditi neka digitalna radio mreža, koji kriterijumi se primenjuju ? Šta se dešava u situaciji kada se značajno promeni (degradira) kvalitet veze na nekoliko objekata (tačaka) u radio mreži ? Da li je demonstrirana u nekom realnom sistemu store and forward funkcionalnost ? Koja su eventualna ograničenja ? Kraći komentar.
2. Na koji način je moguće unaprediti situaciju sa sistemima za napajanje digitalnih radio uređaja i akumulatorskim baterijama? Kraći komentar.
3. U radu nije dat osvrt na korišćenje komunikacionih protokola, pa u tom smislu je potrebno dati osvrt na njihovo korišćenje, kao i odluku o izboru ciljnog optimalnog protokola. Šta je presudno u izboru najčešće korišćenog komunikacionog protokola? Da li su uočeni neki problemi u eksplotaciji?

Questions to discuss:

1. *How do you initially choose the speed at which a digital radio network will work reliably, what criteria apply ? What happens when the quality of connection significantly changes (is reduced) to several objects (points) in a radio network ? Has store and forward functionality been demonstrated in any real system? What are the possible restrictions ? A brief comment.*
2. *How is it possible to improve the situation by systems for charging digital radio devices and accumulation batteries ? A brief comment.*
3. *The paper did not give any insight into the use of communication protocols, and in that respect it is necessary to give a review of their use, as well as the decision on choosing the target optimal protocol. What is crucial in choosing the most commonly used communication protocol? Have any problems been detected during operation?*

R-3.15 **SISTEM ZA NADZOR I UPRAVLJANJE DATA CENTROM BAZIRAN NA IOT MREŽI**
DATA CENTRE MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM BASED ON IOT NETWORK

Autor/*Author*: Ivan Vujović, Mladen Koprivica

U radu je opisano jedno od najsavremenijih tehnoloških rešenja za praćenje rada sistema besprekidnog napajanja u računarskim salama, gde je smeštena informatička i telekomunikaciona infrastruktura („Data centre“). Prikazano rešenje je svakako interesantno za operatore prenosnog i distributivnog sistema, ali i druge korisnike koji imaju slične zahteve u pogledu sigurnog i pouzdanog rada ICT infrastrukture u svojim računarskim centrima ili čvorištima. U radu je prikazan koncept integracije, bez dubljeg ulaženja u način integracije sa drugim komponentama koje se koriste za napajanje računarskih sala, a pre svega sa daljinske stanice u kojima su implementirane funkcije lokalne automatike na srednje naponskom (SN) nivou mreže, ali i sa mikroprocesorskim zaštitno-upravljačkim uređajima u SN ćelijama preko kojih se napajaju kućni transformatori i koji u transformatorskim stanicama 110/x kV poseduju takođe rešenja lokalne automatike. Takođe, nije detaljno dat ni osvrt na rad agregata i invertora u slučaju nestanka glavnog napajanja, kao ni konceptualni opis koordinacije rada između glavnih komponenti sistema za besprekidno napajanje objekata. Imajući u vidu da je ovo samo jedno od rešenja gde se informacije sa senzora i uređaja za praćenje rada sistema za besprekidno napajanje šalju direktno na IoT platformu, svakako će u daljem radu biti interesantno prikazati slučajeve kada se na istu ili drugu IoT platformu šalju informacije iz VN/SN elektroenergetskih postrojenja, i načine koji će se izvršiti agregacija informacija u cilju njihove masovne obrade i analize.

The paper describes a state of the art technological solution for monitoring the operation of the uninterruptible power supply system in computer rooms, where information and telecommunication infrastructure ("Data Centres") are located. The presented solution is certainly interesting for transmission and distribution system operators, but also for other users who have similar requirements regarding safe and reliable operation of ICT infrastructure in their computer centres or nodes. The paper presents the concept of integration, without going deeper into the way of integration with other components that are used to power computer rooms, and above all from the remote station in which local automation functions are implemented at the medium voltage (LV) level of the network, but also with microprocessor protection and control devices in MV cells through which house transformers are powered and which in 110/x kV transformer stations also have local automation solutions. Also, there is no detailed overview of the operation of aggregates and inverters in the event of a main power failure, nor a conceptual description of the coordination of work between the main components of the system for uninterrupted power supply of buildings. Bearing in mind that this is only one of the solutions where information from sensors and devices for monitoring the operation of the uninterruptible power supply system is sent directly to the IoT platform, it will certainly be interesting in further work to show cases when information from the same or another IoT platform is sent to HV/MV power plants, and the ways in which information will be aggregated for the purpose of their mass processing and analysis.

Pitanja za diskusiju:

1. Naziv rada je: "SISTEM ZA NADZOR I UPRAVLJANJE DATA CENTROM BAZIRAN NA IOT MREŽI". Data centar, kao objekat složene funkcionalnosti, ima dovoljno parametara koje treba monitorisati, bilo kojoj grani industrije da isti data centar služi. Zašto je autor odlučio da nadzor nad elementima elektroenergetskog sistema (makar i nisko/srednje naponskog) priključi ovom sistemu, umesto da ovaj, važan i specifičan sistem nadzora i upravljanja, ostavi tamo gde prirodno pripada, u dedicated SCADA sistemu?

Questions to discuss:

1. *The title of the paper is: "DATA CENTRE MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM BASED ON IOT NETWORK". The data centre, as a facility of complex functionality, has sufficient parameters which need to be monitored for the needs of any industrial branch by the same data centre. Why did the author decide to assign the monitoring of elements of the electric power system (even low/medium voltage) to this system, instead of leaving this important and specific monitoring and management system where it naturally belongs, namely, to the SCADA system?*

I-3.16 IMPLEMENTACIJA GEOGRAFSKOG INFORMACIONOG SISTEMA SA PODACIMA O ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI U DP NOVI SAD
IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM WITH POWER DISTRIBUTION NETWORK DATA IN DP NOVI SAD

Autori/*Authors*: Dragan Kačar, Dušan Popović, Aleksandar Bošković

Rad predstavlja prikaz osnovnih procesa formiranja GIS sistema na području Novog Sada kao što su migracija podataka iz drugih sistema i opis najosnovnijih GIS funkcionalnosti svakog GIS sistema ne ulazeći previše u njegove specifičnosti i mogućnosti korišćenja softvera ovakve vrste. Tek se očekuju u budućnosti neke ozbiljnije primene ovog sistema, koji se za sada svodi na vizualizaciju dela mreže koji je migriran. I to je samo po sebi već dovoljna prednost korišćenja ovakvih sistema, jer korisnici lako dolaze do informacija od velikog značaja za terenski rad i planiranje i održavanje distributivnog sistema.

The paper presents the basic processes of forming a GIS system in the area of Novi Sad, such as migration of data from other systems as well as a description of the most basic GIS functionality of each GIS system without going too much into its specifics and the possibilities of using this kind of software. Some more serious applications of this system are expected in the future, which for now is limited to the visualization of the part of the network that has been migrated. And that in itself is already a sufficient advantage of using such systems, because users can easily access information of great importance for field work and planning and maintenance of the distribution system.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva je brzina rada sa Online podlogama? Da li se neke pozadinske podloge učitavaju sa ImageServera i da li imate rasterske podloge smeštene u bazu podataka? Da li ste poredili brzine rada u ta dva slučaja? Da li ste u implementaciji sistema koristili katastar parcela?
2. Kakav je kvalitet podataka po naponskim nivoima? Da li je moguće utvrditi kvalitet podataka bez terenskih ekipa ili su podaci nasleđeni iz drugih izvora i tako preneti u GIS sistem?
3. Da li postoje značajne razlike u korišćenim podacima o dužini mreže u DP Novi Sad pre migracije u GIS i dužini mreže iz GIS-a dobijene posle unosa?

Questions to discuss:

1. *What is the speed of working with Online data? Is any background data entered from the ImageSerer, and do you have bit-map data recorded in the database? Did you compare the speeds of operation in those two cases? Did you use the parcel cadastre in the implementation of the system?*
2. *What is the quality of data at voltage levels? Is it possible to determine the quality of data without field teams, or is the data inherited from other sources and thus transferred to the GIS system?*
3. *Are there any significant differences in the used network length data in DP Novi Sad before migration to GIS and in the length of the network from the GIS obtained after entry?*

R-3.01

ПРИМЕНА НАПРЕДНЕ АУТОМАТИЗАЦИЈЕ СНДМ МРЕЖЕ

APPLICATION OF ADVANCED AUTOMATION OF MV ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK

Душан ВУКОТИЋ, „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Србија
Божидар ЋИРИЋ, „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Србија
Сунчица ЦВЕТКОВИЋ, „Siemens“ д.о.о. Београд, Србија
Никола ЧОЛОВИЋ, „Siemens“ д.о.о. Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У последњој деценији, оператор дистрибутивног система (ОДС) је на конзумном подручју града Београда, а пре свега на деловима Новом Београда вршио интензивну аутоматизацију СН електродистрибутивне мреже кроз уградњу даљински управљивих СН блокова. Уградња је пре свега вршена кроз адаптацију постојећих трансформаторских станица СН/НН, али и приликом изградње нових. Примењен концепт дистрибуиране аутоматизације СНДМ мреже је пре свега био фокусиран на аутоматизацију циљних тачака које су дефинисане кроз постојећу концепцију аутоматизације СНДМ мреже. Концепција која је примењена у оквиру кабловске градске мреже фокусирана је на трансформаторске станице СН/НН на „сталним границама“ или на оне које су на половини СН извода. Из разлога недостатка инвестиционих средстава, аутоматизација СНДМ мреже се спроводила по принципу да што више СН извода буде покривено уграђеном опремом за аутоматизацију СНДМ мреже, како би се повећао сам степен аутоматизације СНДМ мреже, а не да се по концепцији покрију све циљне тачке на једном СН изводу. Поред интензивне аутоматизације СНДМ мреже, оператор дистрибутивног система је спроводио и низ активности на унапређењу система за даљински надзор и управљање над напојним трансформаторским станицама 110/10 kV и 35/10 kV, кроз примену интегрисаног система заштите и управљања помоћу микропроцесорско заштитно-управљачким уређајима базираним на протоколу IEC 61850. Спроведено унапређење је представљало неопходну полазну основу за примену напредне аутоматизације СНДМ мреже кроз изабрани концепт „полу-централизоване“ аутоматизације кроз реализацију мрежних контролера у појединим напојним трансформаторским станицама. Приказан је рад појединих апликација у оквиру система за напредну аутоматизацију СНДМ мреже. У раду је дат посебан приказ реализованих комуникационих интерфејса у оквиру система за даљински надзор и управљање над напојним трансформаторским станицама, као и у оквиру даљинских станица у трансформаторским станицама СН/НН.

Кључне речи: Напредна аутоматизација, Интелигентна мрежа, Активне мреже, IoT

SUMMARY

In the last decade, the Distribution System Operator (DSO) has been intensively automating the MV electricity distribution network in the consumption area of the city of Belgrade, and especially in parts of New Belgrade, through the installation of remotely controlled MV blocks. The installation was primarily done through the adaptation of the existing MV/LV transformer substations, but also during the construction of new ones. The applied concept of distributed automation of MV network was primarily focused on the automation of target points that are defined through the existing concept of automation of MV network. The concept applied within the cable city network is focused on MV/LV transformer substations at "Normal Open Point" or those that are halfway through MV feeder. Due to the lack of investment funds, the automation of the MV network was carried out on the principle that as many MV leads as possible should be covered by the built-in equipment for MV network automation, in order to increase the level of MV network automation. excerpt. In addition to intensive automation of the MV network, the distribution system operator also carried out activities to improve the system for remote monitoring and control of 110/10 kV and 35/10 kV power transformer stations, through the application of integrated protection and control system using IEDs on the IEC 61850 protocol. The implemented improvement was a necessary starting point for the application of advanced automation of MV network through the chosen concept of "semi-centralized" automation through the implementation of network controllers in individual power transformer stations. The work of individual applications within the system for advanced automation of SNDM network is presented. The paper presents a special presentation of the realized communication interfaces within the system for remote monitoring and control of power transformer stations, as well as within remote stations in MV/LV transformer substations.

Keywords: Advanced Automation, Smart Grids, Active Network, IoT

I-3.02

DDC NOVI SAD – POČETAK OPERATIVNOG RADA

DDC NOVI SAD – BEGINNING OF OPERATIONAL WORK

Miroslav BAČLIĆ*, "ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE" d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad,
Miroslav RADOSLAVLJEV, "ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE" d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad,
Gordana JOVANOVIĆ, "ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE" d.o.o, Beograd, Glavni Dispečerski centar, Novi Sad

KRATAK SADRŽAJ

Operativno upravljanje distributivnim sistemom električne energije je na teritoriji DP Novi Sad do 2019. godine bilo organizovano u Područnim dispečerskim centrima – PDC i Operativnim dispečerskim centrima – ODC, dok je DDC – Distributivni dispečerski centar – imao nadzornu ulogu.

Od septembra 2019. godine se krenulo u promenu koncepta operativnog upravljanja, tako da u prvoj fazi DDC bude operativan centar za naponske nivoe 110 kV i 35 kV.

U radu su opisane pripremne radnje koje su izvršene kako bi početak operativnog rada protekao što lakše i uspešnije. Pripremne radnje su obuhvatile pripremu tehničke dokumentacije, obilazak TS, prilagođenje SCADA sistema, kadrovska rešenja itd.

Pored samog operativnog upravljanja u radu je prikazan i opisan proces odobravanja zahteva za dobijanje dokumenata za rad i organizacija posla oko procesa obrade zahteva.

Od početka operativnog rada DDC je prošlo više od dve godine, tako da su uradu prikazana i iskustva iz operativnog rada, kao i smernice za budući razvoj upravljanja.

Kljične reči: operativno upravljanje, dokumenta za rad, dispečerski centar

SUMMARY

Operational managing of electrical utility network on DP Novi Sad until 2019. was organized in PDC regional dispatching center and ODC local dispatching center. DDC – distribution dispatching center had only supervision role.

From September 2019. Utility company started reorganization of operational managing in order to DDC manage 110 kV and 35 kV utility network.

In paper are described preparation steps for beginning of operational managing. This preparation is made for easier and successfully beginning and later work. Preparation steps was about collecting and updating technical data, updating and adjusting SCADA, personal solution, etc.

Beside operation managing, in paper are shown procedures and work flow for approving work papers, and whole procedure about work paper flow.

Two-year experience is enough for some conclusions about operation managing and also some guideline for future development of operational managing.

Keywords: Operational managing, working paper, dispatching centre

I-3.03

SOFTVERSKA PLATFORMA ELEKTRONSKI DNEVNIK DOGAĐAJA ZA POTREBE DISPEČERSKOG UPRAVLJANJA

SOFWARE PLATFORM ELECTRONIC EVENT LOG FOR DISPATCH MANAGEMENT

Edin ZEKIĆ Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dražen ŠKILJEVIĆ Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Suzana BONDOKIĆ Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Do 2018. godine dispečerski centri Elektrodistribucije Srbije (EDS) su imali različite načine evidentiranja događaja u dispečerskom dnevniku događaja pa i sam dnevnik događaja. Neki dispečerski centri su imali elektronske verzije dispečerskog dnevnika dok su drugi koristili papirnu verziju. Novom procedurom (PR-UPR-12) upravljanje distributivnim sistemom u Elektrodistribuciji Srbije je predviđeno i definisano jedinstveno (uniformno) rešenje kroz uputstvo (UP-UPR-18) Vođenje dnevnika događaja. Softverska platforma Elektronski dnevnik događaja je omogućila bržu evidenciju svih relevantnih događaja kroz automatizaciju raznih segmenata, pravilan način evidentiranja definisanim Uputstvom, lakši, pristupačniji i čitljiviji način kontrole rada dispečera i dispečerskih centara. Implementacija je sprovedena na distributivnom području Niš, distributivnom području Novi Sad i distributivnom području Kragujevac.
U ovom radu biće prezentovana aplikacija EDD kroz module, benefite i cilj same aplikacije.

Ključne reči: Elektronski dnevnik događaja, modul Prekidi, modul Dnevnik, modul Dokumenti, Vođenje dnevnika događaja.

ABSTRACT

Until 2018, the dispatch centers of Power company of Serbia had different ways of recording events in the dispatch event log, including the event log itself. Some dispatch centers had electronic versions of the event log while others used a paper version. The new procedure (PR-UPR-12) Management of the distribution system in Power company of Serbia predict and defines a single (uniform) solution through the instruction (UP-UPR-18) Guidance an event log. The Software platform Electronic event log enabled faster recording of all relevant events through automation of various segments, the correct way of recording with the defined Instruction, easier, more accessible and more readable way of controlling the work of dispatchers and dispatch centers. The implementation was carried out at distribution area Niš, distribution area Novi Sad and distribution area Kragujevac.
In this paper, the Software platform Electronic event log will be presented through modules, benefits and the aim of the application itself.

Keywords: Electronic event log, modules Power outages, module Log, modules Documents, Guidance an event log.

Edin Zekić, edin.zekic@ods.rs

R-3.04

DALJINSKO UPRAVLJANJE I NADZOR RIKLOZERIMA RAZLIČITIH PROIZVOĐAČA U ZP ELEKTROKRAJINA

REMOTE SUPERVISION AND CONTROL OF RECLOSERS MADE BY DIFFERENT MANUFACTURERS INSTALLED IN ZP ELEKTROKRAJINA

Boris KATAN, MH Elektroprivreda RS, ZP Elektrokrajina
Milan KALABA, MH Elektroprivreda RS, ZP Elektrokrajina
Nataša VEJNOVIĆ, MH Elektroprivreda RS, ZP Elektrokrajina

KRATAK SADRŽAJ

Na području Elektrokrajine, u posljednjih petnaest godina, ugrađivani su riklozeri različitih proizvođača sa različitim kontrolnim jedinicama (ABB (PCD 2000), Siemens (Argus 7SR224), Tavrida (RC5),...). Za sve ugrađene riklozere jedino zajedničko je da prilikom nabavke nije uzimana u obzir potreba za njihovim daljinskim upravljanjem. Zbog razlika u godinama proizvodnje, tipovima, proizvođaču, imaju različite komunikacione "interfejse" i protokole, nasumično isporučene od proizvođača. ABB PCD2000 posjeduje protokole Modbus RTU, DNP 3.0 i IEC 60870-5-101. Siemens 7SR224 posjeduje IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103, Modbus RTU i DNP 3.0. Tavrida RC5 posjeduje IEC 60870-5-104, Modbus RTU i DNP 3.0. Zadatak je bio da se pronađe rješenje za povezivanje svih tipova rikozera u jedinstven sistem upravljanja. Na prvi pogled jednostavan zadatak, s obzirom na veliki broj dostupnih protokola na svakom riklozeru, međutim postojala su značajna ograničenja. Starost instalirane opreme zahtijevala je ekonomično rješenje koje će funkcionisati do kraja životnog vijeka riklozera. Izabrana tehnologija bi trebala biti uniformna za sve tipove, proizvođače i godišta. Specifičnost komunikacije je u tome, da je zbog udaljenosti ograničena na GSM mrežu, upitnog kvaliteta. Kao protokol, koji se nalazi u presjeku svi dostupnih protokola na riklozerima, izabran je Modbus RTU protokol prisutan na svim riklozerima. Komunikacioni prenosni put bio je već definisan GSM mrežom. Zbog komercijalno lakše dostupne opreme, jednostavnosti održavanja i nadzora izabran je TCP/IP protokol kao nosilac informacija. Ovakav izbor protokola zahtijevao je prelazak sa Modbus RTU protokola na Modbus TCP protokol, mapiranje Modbus signala koji su različiti od tipa do tipa riklozera. Izabrana tehnologija i protokoli omogućili su upotrebu uređaja koji su široko dostupni na tržištu i koji nisu specifični za namjenu. Za potpuni realizaciju potrebna su dva uređaja, konverter protokola ModbusRTU/ModbusTCP i router/modem za povezivanje na GSM mrežu. Zbog specifičnosti ModbusTCP protokola na strani SCADA sistema izvršena je ugradnja RTU-a samo za potrebe prikupljanja podataka sa riklozera. Na ovaj način postignuta je izolacija SCADA sistema od mogućih prekida komunikacije i drugih alarma koji bi mogli da zaguše SCADA sistem. Uvođenjem riklozera u SCADA-u omogućeno je pravovremeno informisanje o nastanku i tipu kvara, kraće trajanje zastoja kao manje gubljenje vremena ekipa prilikom traženja i otklanjanja kvarova jer su riklozeri većinom na udaljenim lokacija.

Ključne riječi: riklozer, daljinsko upravljanje, SCADA, Modbus RTU

ABSTRACT

Elektrokrajina has, in last 15 years, installed reclosers by different manufacturers ABB (PCD 2000), Siemens (Argus 7SR224), Tavrida (RC5),…) It is common for all installed reclosers that, during procurement, need for remote control hasn't been taken into account. They have different communication protocols and interfaces, randomly chosen by deliverer because of different manufacturer, age and type. ABB PCD2000 has protocol Modbus RTU, DNP 3.0 and IEC 60870-5-101, Siemens 7SR224 has IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103, Modbus RTU and DNP 3.0. Tavrida RC5 has IEC 60870-5-104, Modbus RTU and DNP 3.0. Goal was to find solution for connecting all types of reclosers into unified control system. It seems as a simple task, since multiple protocols were available on each recloser, but there were significant restrictions. Age of installed equipment required economical solution which would function until equipment's end of life. Chosen technology must be uniform for all manufacturers, types and ages. Distances limited communication technology to only GMS with questionable quality. Common protocol for all reclosers is Modbus RTU. GSM was already chosen for communication. Commercially easily available equipment, ease of maintenance and supervision guided us toward TCP/IP protocol as information carrier. Protocol choice required conversion from Modbus RTU to Modbus TCI/IP and mapping of signals which are different for each type of reclosers. Chosen protocol allowed use of readily available devices which are not only used for this purpose. Two devices are required for complete implementation: protocol converter ModbusRTU/ModbusTCI/IP and router/modem for GSM network. On SCADA's side, specification of Modbus TCP/IP protocol required use of one RTU for data acquisition only from reclosers. This allowed insulation of SCADA system from possible breaks in communication and other alarms which could congest SCADA system. By introducing reclosers into SCADA, it allowed getting timed information about occurrences and type of faults, shorter offline time and quicker and more efficient work from teams in field.

Key words: reclosers, remote control, SCADA, Modbus RTU

boris.katan@elektrokrajina.com, milan.kalaba@elektrokrajina.com, natasa.vejnovic@elektrokrajina.com

R-3.05

PRIMERI PREVAZILAŽENJA HITNIH HAVARIJSKIH STANJA NA RADIJALNIM DALEKOVODIMA 35 KV

EXAMPLES OF TRANSCENDING EMERGENCY SITUATIONS ON 35 KV RADIAL TRANSMISSION LINES

Dragan ĐORIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dejan VUČKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Miloš ARSENIJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Na konzumnom području ogranka Niš redovne godišnje aktivnosti na održavanju dalekovoda 35 kV se sprovode u skladu sa Godišnjim Planom ravizija, kao i Godišnjim planom pekida pogona DEES. Sprovođenjem predmetnih aktivnosti smanjuje se verovatnoća pojave havarijskih stanja. Naravno, do havarijskih stanja, ipak, neizbežno dolazi i to, kao po nepisanom pravilu na radijalnim dalekovodima 35 kV, i u vreme kada su uslovi na terenu takvi da je proces sanacije znatno otežan ili praktično onemogućen.

Ekipe Službe za održavanje EEO VN nisu uvek u mogućnosti da sprovedu uobičajene aktivnosti na sanaciji havarijskog stanja na dalekovodu i prinuđene su da pristupe alternativnim rešenjima radi omogućavanja hitnog ponovnog napajanja potrošača. Neki od primera su opisani u ovom tekstu.

Ključne reči: radijalni dalekovodi 35 kV, havarijska stanja, održavanje EEO VN

ABSTRACT

By the consumption area of the Nis branch, annual activities due to the maintenance of the 35 kV transmission line are carried out in accordance with the Annual Plan of the maintaining activities of elements of DEES, as well as the Annual Plan of drive interruption of elements of DEES. The implementation of the those activities reduces the probability of the occurrence of emergency situations. However, emergency situations inevitably occur, as per the unwritten rule on 35 kV radial transmission lines, and,also, at a time when the weather conditions are such unfavorable that the regular maintaining activities are significantly more difficult or practically impossible.

The teams of the Maintenance Compartment are not always able to carry out the regular activities on repairing the emergency situation on the transmission line. Those situations demands alternative solutions in order to enable urgent re-supply of consumers. Some of the technical solutios are sugested in **further text.**

Key words: 35 kV radial transmission lines, emergency situations, maintenance

Dragan ĐORIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, dragan.djoric@ods.rs
Dejan VUČKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, dejan.vuckovic@ods.rs
Miloš ARSENIJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, milos.arsenijevic@ods.rs

R-3.06

STACIONARNA DODATNA STRUJA CIRKULACIJE U SN MREŽI USLED POPREČNE KOMPONENETE PADA NAPONA

ADDITIONAL NON-TRANSIENT CIRCULATION CURRENT IN MV NETWORKS DUE TO TRANSVERSAL VOLTAGE DROP COMPONENT

D. CVETINOV, ODS "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija
G. JOVANOVIĆ, ODS "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, NDDC, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U radu je predstavljen opis i proračun stacionarne dodatne struje cirkulacije koja nastaje usled poprečne komponente pada napona u SN (srednjenaponskoj) mreži. Takođe, priloženi su i grafici izmerenih vrednosti struje dobijenih putem SCADA sistema. Predstavljen je model dva SN izvoda koji se napajaju iz dve različite TS VN/SN kV/kV i koji se uključuju na istovremeno napajanje u distributivnoj transformatorskoj stanici u kojoj se nalazi rastavno mesto. U trenutku uključenja dolazi do skoka vrednosti struje koji nastaje usled navedene pojave. Pomenuto povećanje struje registruju smenski dispečeri, dok im sama pojava izaziva nedoumicu, obzirom da su naponi na SN sabirnicama sa kojih polaze izvodi približno isti. Sama pojava ne izaziva proradu zaštite i samim tim isključenje izvoda.

Opisan je i uzrok pojave stacionarne dodatne struje cirkulacije koji se ogleda u nejednakom opterećenju aktivne i reaktivne snage transformatora VN/SN kV/kV u TS VN/SN kV/kV u trenutku uključenja pri istoj vrednosti napona na sabirnicama SN. Ova dodatna struja se superponira na radnu struju.

Ključne reči: stacionarna dodatna struja cirkulacije, pad napona

ABSTRACT

This paper deals with description and calculation of additional non-transient circulation current due to transversal voltage drop component in MV networks. Also, some graphs of measured current values obtained from SCADA system are depicted. Paper presents model of two MV feeders that are connected to two different HV/MV substations and are switched on in some MV/LV distribution substation at the same time. At that moment the current rise, reaching the peak value, is gained due to this phenomenon. This sudden current rise dispatching staff realize, making them confused, although the voltages of MV busbars in HV/MV substations are nearly the same. This occurrence has no influence on protection devices and consequently does not trigger circuit breakers of the feeders in HV/MV substations.

This paper describes the cause of additional non-transient circulation current due to different values of active and reactive power of HV/MV power transformers in HV/MV substations at the moment of switching on circuit breaker in the MV/LV substation. This additional current is superponed to load current.

Key words: additional circulation current, voltage drop

* *dragan.cvetinov@ods.rs, 021/4821-50**

R-3.07

TESTIRANJE DIFERENCIJALNE ZAŠTITE TRANSFORMATORA NA "PROCESS BUS" REŠENJIMA

TESTING OF TRANSFORMER DIFFERENTIAL PROTECTION WITH PROCESS BUS SOLUTIONS

Miloš ISAILOVIĆ, Siemens doo Beograd, Srbija
Uroš NJEGOVAN, Siemens doo Beograd, Srbija
Prof. dr. Zoran Stojanović, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija
Aleksandar MARJANOVIĆ, Siemens doo Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Kontinualan razvoj uz pozitivne rezultate i performanse iz prakse učinio je da je IEC61850 danas dokazano rešenje za gotovo sve nove sisteme relejne zaštite i upravljanja. U ovom radu testirane su različite implementacije diferencijalne zaštite transformatora: 1) konvencionalno rešenje po kome su strujna, naponska i komandno-signalna kola zaštitnog uređanja povezana bakarnim provodnicima na merne transformatore i rasklopnu opremu polja primarne i sekudnarne strane transformatora; 2) hibridno rešenje sa strujnim, naponskim i komandno-signalnim kolima zaštitnog uređaja povezanim bakarnim provodnicima na merne transformatore i rasklopnu opremu polja sekundara energetskog transformatora dok se sve informacije iz polja sa primarne strane dobijaju komunikacionim putem koristeći IEC 61850-9-2 Sampled Values i Goose komunikaciju; 3) Process Bus implementacija sa zaštitnim uređajem koji sve informacije iz polja primarne i sekudnarne strane energetskog transformatora dobijaju komunikacionim putem koristeći IEC 61850-9-2 Sampled Values i Goose komunikaciju sa sprežnim jedinicama (Mergin Units). Rešenja su restirana u laboratorijskim uslovima korišćenjem fizičkih modela energetskog transformatora i rasklopne opreme povezanih na sprežne jedinice i zaštitni uređaj, pri čemu su kvarovi pravljeni direktno na modelu.

Ključne reči: relejna zaštita i upravljanje, Process Bus, IEC61850, Sampled Values, digitalna postrojenja

ABSTRACT

Continuous development with great field results and performance made IEC 61850 proven solution for basically all new substation protection and control systems. In this paper different implementations of current differential protection of the power transformer are tested: 1) conventional solution with protection device having wired current, voltage, signaling and command circuits from both sides of the transformer; 2) hybrid solution with main protection device having hardwired circuits from LV bay and acquiring all information form HV bay from merging unit using IEC 61850-9-2 Sampled Values and Goose communication 3) process bus implementation with main protection device getting all information through HV and LV merging units using IEC 61850-9-2 Sampled Values and Goose communication. All three setups are tested in laboratory conditions using realistic model of the bays and power transformer connected to merging units and protection device with faults occurring directly on power transformer model.

Key words: Process Bus, IEC61850, Sampled Values, Substation Protection and Control, Digital Substation

Kontakt: Aleksandar Marjanović, aleksandar.marjanovic@siemens.com

R-3.08

ODABIR OPTIMALNOG UGLA USMERENE ZEMLJOSPOJNE ZAŠTITE IZVODA SREDNJENAPONSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE UZEMLJENE PREKO NISKOOMSKE REZISTANSE

OPTIMAL ANGLE SETTINGS OF DIRECTIONAL EARTH FAULT PROTECTION OF FEEDER OF MEDIUM VOLTAGE POWER GRID EARTHED BY LOW RESISTANCE

Nikola MILOŠEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak ED Subotica, Srbija
Milan MILANKO, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak ED Subotica, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Analizom registra dugotrajnih prekida u ogranku ED Subotica ustanovljeni su istovremeni ispadi više srednjenaponskih izvoda iz iste napojne TS 110/20 kV. Pregledom hronološkog redosleda događaja primećeno je kako zemljospoj na jednom od srednjenaponskih izvoda uzrokuje istovremeni ispada više kablovskih srednjenaponskih izvoda. Naime, učestalim povećavanjem dužine srednjenaponske mreže, odnosno uvođenjem novih srednjenaponskih, uglavnom kablovskih, vodova dolazi do povećanja modula kapacitivne struje zemljospoja u mreži preko podešene vrednosti kod „zdravih" kablovskih izvoda, zbog čega na istim dolazi do reagovanja neusmerene zemljospojne zaštite. Takođe, učestalim uvođenjem distribuiranih izvoda električne energije, odnosno malih gasnih i biogasnih elektrana dolazi do nesimetrije u srednjenaponskoj distributivnoj mreži, koja za posledicu ima neselektivan rad neusmerene zemljospojne zaštite. Problem se praktično rešava uvođenjem usmerene zemljospojne zaštite za koju je potrebno odrediti optimalnu oblast rada, odnosno karakterističan ugao između struje i napona nultog redosleda. Neki od poznatih komercijalnih proizvođača uređaja relejne zaštite imaju različitu logiku rada, odnosno podešavanje karakterističnih parametara, što dodatno usložnjava problem. Kako bi se obezbedio pouzdan rad zaštite potrebno je što preciznije odrediti navedeni optimalni ugao. Predlog za rešavanje navedene problematike je da se isti odredi pomoću snimka kvara. U radu su prestavljena praktična rešenja podešavanja usmerene zemljospojne zaštite na TS 110/35/20 kV „Subotica 1" i TS 110/20 kV „Kanjiža".

Ključne reči: usmerena zemljospojna zaštita, simetrične komponente, distribuirani izvori električne energije, pouzdanost napajanja

ABSTRACT

The analysis of the long-term interruptions registers in the ED Subotica determined simultaneous outages of several medium voltage feeders from the same 110/20 kV substation. By reviewing chronological sequence of events, it was noticed that earth fault on one of the medium voltage feeders causes simultaneous trip of several cable medium voltage feeders. Due to a frequent increase in the length of the medium voltage power grid, i.e. the introduction of new medium voltage, mainly cable, lines increases the RMS of the capacitive earth fault current in the power grid over the set values for "healthy" cable terminals. Also, a frequent introduction of distributed power sources, i.e. small gas and biogas power plants, leads to unbalance in the medium voltage distribution power grid, which results in improper operation of unidirectional earth fault protection. The problem is practically solved by introducing directional earth fault protection, which requires determining optimal working area, i.e. the characteristic angle between zero current and voltage. Some of the well-known commercial manufacturers of relay protection devices have different operation logic, i.e. the setting of characteristic parameters, which further exacerbates the problem. In order to ensure reliable operation of the protection, it is necessary to determine specified optimal angle as precisely as possible. The proposal for solving the mentioned problem is to determine the angle by using data from the fault record. The paper presents practical solutions for setting up directional earth fault protection on substations 110/35/20 kV Subotica 1 and 110/20 kV Kanjiža.

Key words: directional earth fault, symmetrical components, distributed sources of electrical energy

R-3.09

IZAZOVI PRI PODEŠAVANJU RELEJNE ZAŠTITE U MIKROMREŽAMA SA VELIKIM BROJEM DISTRIBUIRANIH ENERGETSKIH RESURSA

CHALLENGES IN DETERMINATION OF RELAY PROTECTION SETTINGS IN MICROGRIDS WITH HIGH PENETRATION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES

Nikola SIMIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, Srbija
Luka STREZOSKI, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, Srbija
Radenko MILIĆEVIĆ, ALBO Energy, Novi Sad, Srbija
Nemanja VUKOBRAT, GE Grid Solutions, Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Jedna od najznačajnijih promena u elektroenergetskim sistemima širom sveta je brza ekspanzija distribuiranih energetskih resursa (DER) koja se upravo dešava. Pojava sve većeg broja DER ide u prilog bržem ostvarivanju tri ključna cilja koja se postavljaju pred elektroenergetske sisteme današnjice: dekarobonizacija, digitalizacija i decentralizacija. Takođe, većina DER koji su zasnovani na obnovljivim izvorima energije (sunce, vetar, itd.), kao i skladišta energije, povezana su na mrežu preko uređaja energetske elektronike. S druge strane, mikromreža, kao novi koncept lokalnog povezivanja proizvodnje i potrošnje u savremenim elektroenergetsim sistemima, omogućava postizanje ovih ciljeva, ali isto tako, donosi mnoge izazove koji se stavljaju pred inženjere elektroenergetike. Kako mikromreža predstavlja grupu povezanih potrošača i DER sa jasno definisanim električnim granicama, koja se ponaša kao jedan upravljivi entitet koji može da radi u režimu povezanom na distributivnu mrežu, kao i u ostrvskom režimu, jasno je da se mora obezbediti pouzdan i siguran rad mikromreže u oba režima rada, a to, pre svega, podrazumeva ispravno podešenje i koordinaciju relejne zaštite. Najveći izazov, koji je ujedno i uslov za ispravno podešenje relejne zaštite u mikromreži, predstavlja određivanje struje kvara, a zatim i celog režima mikromreže sa kvarom i to u oba načina rada: povezanom na mrežu i ostrvskom. Kao što je navedeno, s obzirom da se većina savremenih DER po svojoj prirodi i načinu rada u potpunosti razlikuju od tradicionalnih sinhronih i asinhronih mašina, najpre zbog toga što se na mrežu povezuju preko uređaja energetske elektronike, njihovi doprinosi struji kvara su takođe potpuno drugačiji od doprinosa tradicionalnih izvora. Pored toga, prelazak mikromreže iz povezanog načina rada, u kom najveći doprinos struji kvara daje distributivna mreža na koju je mikromreža povezana, u ostrvski, u kom kompletnu struju kvara čine samo doprinosi DER, stvara potpuno nove okolnosti koje je potrebno analizirati. Upravo ova analiza izvršena je na najsavremenijoj “Hardware-in-the-loop” opremi, uređaju za testiranje relejne zaštite i pravim, komercijalnim relejima, a rezultati ove analize koji se odnose na setove podešenja relejne zaštite u oba režima rada mikromreže predstavljeni su u radu.

Ključne reči: mikomreže, distribuirani energetski resursi, relejna zaštita

ABSTRACT

One of the most significant changes in power systems around the world is the rapid expansion of distributed energy resources (DER) that is just happening. The emergence of an increasing number of DER supports the faster achievement of the three key goals set for modern power systems: decarbonization, digitalization and decentralization. Also, most DER that are based on renewable energy sources (sun, wind, etc.), as well as energy storage facilities, are connected to the grid via power electronics devices. On the other hand, the microgrid, as a new concept of local connection of production and consumption in modern power systems, enables the achievement of these goals, but also brings many challenges that are posed to power system engineers. As the microgrid is a group of interconnected loads and DER within clearly defined electrical boundaries, that acts as a single controllable entity with respect to the grid which can operate in the mode connected to the distribution network, as well as in the island mode, it is obvious that reliable and safe microgrid operation, must be ensured in both operating modes, and this, above all, implies the correct setting and coordination of relay protection.The biggest challenge, which is also a precondition for the correct adjustment of relay protection setting in the

microgrid, is to determine the fault current, and then the regime of the entire microgrid with the fault, in both modes: connected to the distribution network and islanded. As stated, since most modern DER are completely different in nature and mode of operation from traditional synchronous and asynchronous machines, primarily because they are connected to the grid via power electronics devices, their contributions to fault current are also completely different from contributions from traditional sources. In addition, the transition of the microgrid from the connected mode, where the largest contribution to the fault current gives the distribution network which the microgrid is connected to, to the islanded mode, where the complete fault current consists only of DER contributions, creates completely new circumstances which have to be analyzed. This analysis was performed on the most modern "Hardware-in-the-loop" equipment, relay protection testing device and real, commercial relays, and the results of this analysis related to the sets of relay protection settings in both microgrid's modes of operation are presented in paper.

Key words: microgrids, distributed energy resources, relay protection

Kontakt: nikola.simic@uns.ac.rs, lukastrezoski@uns.ac.rs, radenko.milicevic@albo-energy.com, nemanja.vukobrat@ge.com

R-3.10

PREGLED POSTOJEĆIH ZAŠTITA VETROGENERATORA SA DVOSMERNO NAPAJANOM ASINHRONOM MAŠINOM I NJIHOVE PODRŠKE STABILNOSTI SISTEMA TOKOM KRATKOG SPOJA

OVEREVIEW OF EXISTING FAULT PROTECTIONS OF WIND POWER PLANTS WITH DOUBLY FED INDUCTION MACHINES AND THEIR INFLUENCE ON MODELING DURING SHORT CIRCUIT FAULTS IN THE SYSTEM

ANDRIJA MITROVIĆ, Schneider Electric, Novi Sad, R. Srbija
LUKA STREZOSKI, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za Energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, R. Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Broj vetroelektrana je u naglom porastu zbog povećane potražnje za električnom energijom iz obnovljivih izvora. Rastom broja vetroelektrana raste i njihov udeo u ukupno proizvedenoj električnoj energiji, što dovodi u pitanje robustnost i stabilnost elektrosistema, kao i način modelovanja u elektroenergetskim proračunima. Dvosmerno napajane asinhrone mašine, zbog svojih prednosti u proizvodnji električne energije pri promenljivim brzinama, se najčešće koriste kao generatori u vetroelektranama. Kod ovih mašina rotor je na mrežu priključen preko konvertera, a stator direktno. Zbog direktne konekcije statora na mrežu ove mašine su osetljive na nagle promene napona na njenim priključcima, te pad napona tokom kvara u mreži može da dovede do naglog povećanja struja na statoru dvosmerno napajane asinhrone mašine, a zbog elektromagnetne konekcije i do rasta vrednosti napona i struja na rotoru. Ove vrednosti napona i struja na rotoru mogu da oštete konverter ukoliko prekorače njegove dozvoljene vrednosti. Stoga su se dvosmerno napajane asinhrone mašine u prošlosti isključivane sa mreže tokom kratkog spoja. Ovo je danas neprihvatljivo s obzirom da bi u mrežama gde je udeo u proizvodnji električne energije iz ovih izvora veliki ovo dovelo do još većeg narušavanja stabilnosti sistema. Zbog toga, operateri zahtevaju da ove mašine podržavaju “fault ride through” ili “low voltage ride through“ zahteve, što znači da moraju ostati povezane na mrežu tokom kvara kako bi pomogle u održavanju stabilnosti. Ovaj rad predstavlja pregled tehnika koje su razvijene kako bi se ovim generatorima omogućilo da ostanu povezani na sistem i podrže ga tokom perioda naponske nestabilnosti.

Ključne reči: Dvosmerno napajana asinhrona mašina, fault ride through, low voltage ride through, vetroelektrana, stabilnost elektroenergetskog sistema, kvarovi u mreži

SUMMARY

With constant increase in the number of wind power plants and thus their penetration in power production, system robustness and stability become of interest. Due to their advantages, doubly fed inductions machines are mainly in use as generating units in wind power plants. While rotor windings are connected to the grid over power converters, stator windings are directly connected to the grid and thus these generating units are highly sensitive to voltage disturbances. Voltage drops during faults lead to high voltages and currents on rotor side due electromagnetic coupling between stator and rotor. These voltages and currents can damage expensive power electronics on the rotor side. In the past, to save the equipment, wind power plants with doubly fed induction machines have been disconnected from the grid during faults which is unacceptable today when the number of these plants is considered. Grid operators require from these types of power sources to have fault ride through or low voltage ride through capabilities to support the grid during low voltage periods. This paper presents an overview of some of the numerous techniques developed to enable fault ride through for doubly fed induction machines, and the influence of these techniques on the modeling in short circuit computations.

Key words: Doubly Fed Induction Machine, fault ride through, low voltage ride through, wind turbine, power system stability, power system faults

Andrija Mitrović, dipl. inž.- master, Schneider Electric DMS NS, Narodnog Fronta 25 A, B, C, D, 21000 Novi Sad, R. Srbija, tel. +381 21 4883600, E-mail: andrija.mitrovic@schneider-electric-dms.com; Dr Luka Strezoski, profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, R. Srbija, tel. +381 21 4854534, E-mail: Lukastrezoski@uns.ac.rs

R-3.11

STATISTIČKA ANALIZA REZULTATA BAZE PODATAKA INSTITUTA „NIKOLA TESLA“ U CILJU REVIZIJE POSTOJEĆIH GRANIČNIH VREDNOSTI STANDARDA IEC 60422 I UVIDA I PROCENE STANJA I KVALITETA ULJA RAZLIČITIH KATEGORIJA OPREME

STATISTICAL ANALYSIS OF NIKOLA TESLA INSTITUTE DATABASE RESULTS IN PURPOSE OF REVISING EXISTING LIMIT VALUES WITHIN IEC 60422 STANDARD AND INSIGHT AND ASSESSMENT OF OILS CONDITION AND QUALITY FOR DIFFERENT EQUIPMENT CATEGORIES

Ksenija DRAKIĆ, Jelena JANKOVIĆ, Draginja MIHAJLOVIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena LUKIĆ

KRATAK SADRŽAJ

Praćenje stanja i održavanje kvaliteta mineralnih izolacionih ulja u električnoj opremi koja se koristi u proizvodnji, prenosu i distribuciji ektrične energije je od suštinskog značaja za pouzdan rad električne opreme punjene uljem. Laboratorija za ispitivanje izolacionih ulja i papira ima višedecenijsku praksu u ispitivanju parametara ostarelosti ulja, odnosno fizičkih, hemijskih i električnih karakteristika ulja. Za procenu stanja i kvaliteta ulja u pogonu postoji više tehničkih brošura, domaćih i međunarodnih standarda. Za potrebe izrade nove verzije IEC 60422 standarda, koji će predstavljati vodič za korisnike i laboratorije, na čijim se graničnim vrednostima zasniva tumačenje kvaliteta ulja, izvršena je statistička analiza rezultata merenja iz jedinstvene baze podataka instituta Nikola Tesla. Analizirano je oko 50.000 rezultata osnovnih parametara starenja ulja: sadržaja vode rastvorene u ulju, dielektrične čvrstoće ulja, sadržaja kiselina, međupovršinskog napona i faktora dielektričnih gubitaka ulja, a obuhvaćena je oprema kategorije 0, A, B i C. U radu je prikazana procentualna zastupljenost zadovoljavajućih vrednosti izmerenih veličina u odnosu na ukupan broj merenja, za svaku od navedenih osobina, u odnosu na standardnu graničnu vrednost (ocena A) sa 90% nivoom pouzdanosti. Radi preciznije analize, izvršeno je i utvrđivanje procentualne zastupljenosti ocena kvaliteta A, B i C navedenih osobina takođe za 90% nivo pouzdanosti. Statističkom analizom rezultata utvrđen je visok procentualni udeo ulja sa ocenom A svih ispitanih karakteristika ulja navedenih kategorija opreme, što ukazuje na zadovoljavajući nivo stanja opreme. Najveći doprinos statistici ima oprema kategorije B i C zbog najvećeg broja merenja, odnosno količine opreme koja je u periodičnom laboratorijskom nadzoru. Značaj statističke obrade podataka laboratorija koje učestvuju u reviziji postojećeg standarda je postavljanje realnih graničnih vrednosti koje korisnicima pružaju mogućnost informacija i donošenje odluka po pitanju adekvatnog održavanja opreme.

Ključne reči: transformatorsko ulje, granične vrednosti, karakteristike ulja, statistička analiza

ABSTRACT

Condition monitoring and quality maintenance of mineral insulating oils in electrical equipment that is used in the production, transmission and distribution of electricity is essential for the reliable operation of oil-filled electrical equipment. Laboratory of Nikola Tesla institute has decades of practice in testing oil aging parameters that is physical, chemical and electrical characteristics of oils. There are several technical brochures, domestic and international standards for assessing the condition and quality of oil in the operating condition. For the purpose of developing a new version of the IEC 60422 standard, which will be a guide for users and laboratories, on whose limit values the interpretation of oil quality is based, statistical analysis of measurement results from the unique database of the Nikola Tesla Institute was performed. About 50,000 results of basic oil aging parameters were analyzed: water content dissolved in oil, oil dielectric strength, acid content, interfacial tension and dielectric dissipation factors and equipment of categories 0, A, B and C is included. The paper presents the percentage of satisfactory values ofmeasured values in relation to the total number of measurements, for each of these properties, in relation to the standard limit value (grade A) with 90% confidence level. For the purpose of more precise analysis, the percentage of quality marks A, B and C of the mentioned characteristics was determined also for 90% level of reliability. Statistical analysis of the results showed a high percentage of oil with a grade of A of all tested oil characteristics of the above categories of equipment, which indicates a satisfactory level of equipment condition. Equipment category B and C have the greatest contribution to statistics due to the largest number of measurements and the amount of equipment that is in periodic laboratory monitoring. The importance of statistical data processing of laboratories that participate in the revision of the existing standard is putting up real limit values, which provides users the possibility of information and decision-making on the issue of adequate maintenance of equipment.

Key words: transformer oil, limit values, oil characteristics, statistical analysis

ksenija.drakic@ieent.org, jelena.jankovic@ieent.org valentina.vasovic@ieent.org, draginja.mihajlovic@ieent.org, jelena.lukic@ieent.org

R-3.12

PRIMENA MQTT PROTOKOLA U SISTEMIMA ZA MONITORING ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

APPLICATION OF MQTT PROTOCOL IN TRANSFORMER MONITORING SYSTEMS

Aleksandar JOVANOVIĆ, Marko NOVKOVIĆ*, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Sébastien GIRARD, Patrick PICHER, HYDRO-QUÉBEC, Quebec, Canada
Zoran RADAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Internet stvari (engl. *Internet of Things* – IoT) postaje sastavni deo savremene civilizacije. Grupe senzora, mikroprocesorskih ili telekomunikacionih uređaja koji razmenjuju podatke bez interakcije sa čovekom postoje kako kod jednostavnih kućnih uređaja tako i kod složenih industrijskih procesa. Zbog toga postoji potreba za korišćenjem jednostavnog i brzog komunikacionog protokola. Jedan od najrasprostranjenijih je MQTT protokol za povezivanje uređaja preko interneta, baziran na pošiljalac/pretplatnik (engl. *publisher/subscriber*) arhitekturi, inicijalno je razvijen za upotrebu u SCADA sistemima, tako da je veoma rasprostranjen u industrijskim aplikacijama.
Monitoring sistemi za transformatore omogućavaju dobijanje brojnih korisnih tehničkih informacija: procenu ostarelosti tj. utrošenog životnog veka (na osnovu temperature najtoplije tačke i sadržaja vlage u izolacionom sistemu), procenu mogućnosti preopterećenja transformatora, detekciju kvara u rashladnom sistemu itd. Za ove namene su potrebni sledeći ulazni podaci: razne temperature, opterećenje, napon, status rashladne opreme, nivo vlage, pozicija regulacione sklopke i atmosferski uslovi. U radu je predstavljena primena MQTT protokola u okviru sistema za termički monitoring transformatora koji je baziran na detaljnom dinamičkom termo-hidrauličkom mrežnom modelu (engl. *Thermo-Hydraulic Network Model* – THNM). Proračuni THNM-a su, u pogledu potrebnih procesorskih resursa, veoma zahtevni, pa je realno da se proračuni vrše na centralizovanim mestima (npr. u dispečerskim centrima). Za uspešnu realizaciju proračuna potrebno je prikupiti veliku količinu ulaznih podataka (veliki broj senzora i mala vremenska rezolucija) zbog čega je upotrebljen MQTT protokol. Primena MQTT protokola omogućava i jednostavno prikupljanje svih merenih veličina u sistemu na jednom memorijskoj lokaciji (*cloud*-u) bez upotrebe žičnih veza, kao i dobijanje ovih i poruka o alarmima na mobilnom telefonu, računaru ili pametnom satu bilo kada i bilo gde.

Ključne reči: MQTT, komunikacioni protokoli, energetski transformatori, sistemi za monitoring

ABSTRACT

In today's world of digitalization, the Internet of Things (IoT) becomes an integral part of our lives. The groups of interrelated devices embedded with sensors, computing power and other technologies for exchanging information over a network without human-to-human or human-to-computer interaction range from simple household appliances to big industrial machines. To enable this type of communication a number of communication protocols are used. One very popular is MQTT, a lightweight, publish/subscribe, bi-directional protocol for connecting devices over the internet. The MQTT is originally developed for use within the SCADA systems, therefore it is widespread in industrial applications.
The benefits of power transformers monitoring are numerous: loss of life estimation (based on the measured or calculated hot-spot temperature, and measured moisture content), estimation of overload capability, cooling system fault detection, etc. The data needed to implement computational methods are: different temperatures, load, voltage, cooling equipment status, moisture, tap changer position, and atmospheric conditions.
The paper presents the application of MQTT protocol in the scope of the thermal monitoring application based on the detailed dynamic Thermo-Hydraulic Network Model (THNM). The computations of THNM are complex and it is expected that the concept for running them for all transformers positioned remotely over the grid is on a central computer in the dispatching centre. The effective way to obtain input data (form a number of sensors and with small time resolution) is using the MQTT protocol. The MQTT protocol enables effective collection of the field measurements for all transformers on one cloud location without any wire connection or getting measurements or alarm notifications on mobile phone or computer or smartwatch anytime or anywhere.

Key words: MQTT, communication protocols, power transformers, monitoring systems

Aleksandar Jovanović, Marko Novković, Zoran Radaković, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, Laboratorija 89, 11000 Beograd, tel: 011 3218 339, jovanovic@hostcalculus.com, novkovic@etf.rs, radakovic@etf.rs, Patrick Picher, Sebastien Girard, HYDRO-QUÉBEC, Quebec, Canada, Girard.Sebastien8@hydroquebec.com, picher.patrick@hydroquebec.com

R-3.13

IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA NADZOR BESPREKIDNOG NAPAJANJA U 110/x kV I 35/x kV TRAFOSTANICAMA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD

IMPLEMENTATION OF THE UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY MONITORING SYSTEM IN SUBSTATION 110/x AND 35/x kV IN THE DISTRIBUTION AREA OF BELGRADE

Milorad STANČIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Vojvode Stepe 422, Beograd, milorad.stancic@ods.rs
Goran NEDIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Bulevar oslobođenja 100, Novi Sad, goran.nedic@ods.rs

KRATAK SADRŽAJ

U cilju povećanja pouzdanosti elektrodistributivnog sistema posebna pažnja se posvećuje unapređenju funkcionisanja sistema besprekidnog napajanja u elektroenergetskim objektima različitih naponskih nivoa i u poslovno- pogonskim objektima, kao i njihovom adekvatnom održavanju. To se prvenstveno postiže korišćenjem kvalitetnih ispravljačkih sistema i akumulatorskih baterija u kombinaciji sa pravovremenim nadzorom nad komponentama sistema. U radu je opisana modernizacija sistema za besprekidno napajanje akumulatorskih baterija 110 VDC u objektima 110/x kV i 35/x kV na distributivnom području Beograd. Implementiranim sistemom je omogućen daljinski nadzor i upravljanje ispravljačkim sistemima, prikupljanje odgovarajućih podataka i alarma, daljinsko konfigurisanje parametara ispravljačkih sistema i procena kvaliteta akumulatorskih baterija. Realizovanim rešenjem je obezbeđeno nesmetano i istovremeno funkcionisanje SCADA sistema, sistema zaštite elektroenergetskih objekata, telekomunikacionih i drugih značajnih sistema i servisa. Predloženi koncept omogućava dalju modernizaciju i unapređenje sistema za besprekidno napajanje u skladu sa potrebama i daljim razvojnim planovima elektrodistribucije, ne samo na teritoriji distributivnog područja Beograd već i šire.

Ključne reči: trafo stanica, besprekidno napajanje, akumulatorske baterije, monitoring sistema

ABSTRACT

In order to increase the reliability of the electric power distribution system, special attention is paid to improving the functioning of the uninterruptable power supply system in power facilities of different voltage levels and in business facilities, as well as their adequate maintenance. This is primarily achieved by using quality rectifier systems and rechargeable batteries in combination with timely monitoring of system components. The paper describes the modernization of the system for uninterrupted power supply of 110 VDC batteries in 110 /x kV and 35 /x kV facilities in the distribution area of Belgrade. The implemented system enables remote monitoring and control of rectifier systems, collection of appropriate data and alarms, remote configuration of rectifier system parameters and assessment of the quality of rechargeable batteries. The solution ensures the uninterrupted and simultaneous functioning of the SCADA system, the systems of protection applied in the substations, telecommunication and other important systems and services. The proposed concept enables further modernization and improvement of the uninterruptible power supply system in accordance with the needs and further development plans of the electric power distribution company, not only in the distribution area of Belgrade but also beyond.

Key words: power substation, power supply, rechargeable batteries, remote monitoring

milorad.stancic@ods.rs
goran.nedic@ods.rs

R-3.14

NADZOR I PRAĆENJE PARAMETARA RADIO UREĐAJA I KVALITETA RADIO VEZE BAZIRANE NA KORIŠĆENJU DIGITALNOG PAKETNOG RADIJA

SURVEILLANCE AND MONITORING OF PARAMETERS OF RADIO DEVICES AND QUALITY OF RADIO COMMUNICATIONS IN SYSTEMS BASED ON DIGITAL PACKET RADIO

Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ Novi Sad, Srbija
Predrag ŠEJAT, „Elektrodistribucija Srbije“ Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Elektrodistribucija Srbije, na kompletnom konzumnom području Republike Srbije, poseduje veći broj sistema daljinskog nadzora i upravljanja srednjenaponskom distributivnom mrežom baziranih na digitalnim paketnim radio uređajima. Savremeni digitalni paketni radio uređaji, pored prenosa podataka za potrebe daljinskog upravljanja i nadzora imaju i mogućnost dijagnostike, odnosno praćenja parametara radio uređaja i kvaliteta radio veze. Na osnovu ovih podataka može se povećati kvalitet i pouzdanost rada radio sistema baziranih na digitalnim paketnim radio uređajima, a samim tim može se povećati i kvalitet i pouzdanost sistema daljinskog nadzora i upravljanja.
Rad daje predloge rešenja za realizaciju sistema za nadzor i praćenje bitnih parametara radio uređaja i kvaliteta radio veze bazirane na digitalnim paketnim radio uređajima sa ciljem olakšavanja preventivnog održavanja i povećanja pouzdanosti sistema radio veza za prenos podataka.

Ključne reči: prenos podataka, digitalni paketni radio, nadzor, pouzdanost

ABSTRACT

Elektrodistribucija Srbije, in the entire consumption area of the Republic of Serbia, uses a number of systems for remote monitoring and management of medium voltage distribution network based on digital packet radio. In addition to data transmission for the needs of remote monitoring and control, modern digital packet radio devices also have the facility of diagnostics, i.e. monitoring of radio device parameters and radio signal quality. Using this data, quality and reliability of radio systems based on digital packet radio devices can be increased, resulting in the increase of quality and reliability of remote monitoring and control systems.
This paper proposes solutions for the implementation of a system for supervision and monitoring of important parameters of radio devices and the quality of radio communications based on digital packet radio devices. As a result, preventive maintenance will be simplified and the reliability of radio communication systems for data transmission will be increased.

Key words: data transmission, digital packet radio, remote monitoring, reliability

djordje.vladisavljevic@ods.rs
predrag.sejat@ods.rs

R-3.15

SISTEM ZA NADZOR I UPRAVLJANJE DATA CENTROM BAZIRAN NA IOT MREŽI

DATA CENTER MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM BASED ON IOT NETWORK

Ivan VUJOVIĆ, Ericsson AB Štokholm, dio stranog društva Podgorica, Crna Gora
Mladen KOPRIVICA, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Data Centri (DCi) sadrže različite uređaje i sisteme (UiS) čija je zajednička uloga da konstantno obezbjeđuju definisane uslove za pravilno funkcionisanje telekomunikacione i računarske infrastrukture. Adekvatan dizajn sistema za nadzor i upravljanje (SNU) radom UiS osnov je za postizanje visokog nivoa pouzdanosti te infrastrukture. Efikasnost SNU ostvaruje se integracijom svih pojedinačnih komponenti u jedno centralizovano rešenje. U radu je dat pregled UiS u DCu koje je potrebno nadzirati, odnosno njima upravljati. Navedeno je koji su parametri, sa stanovišta SNU, bitni za konstantno praćenje UiS. Povezivanje komponenti sa centralizovanim SNU vrši se implementacijom hardverski i softverski nezavisne komunikacione mreže, optimizovane i prilagođene ovoj namjeni. Komunikacija pojedinačnih UiS sa SNU ostvaruje se preko kontrolera sa integrisanom mrežnom karticom, upotrebom koncetratora na koje se povezuju različiti elementi UiS koji generišu različite vrste signala i reaguju na različite vrste upravljačkih komandi ili upotrebom Internet Protocol (IP) koncetratora na koje se povezuju Internet of Things (IoT) uređaji čija implementacija je neophodna kada UiS nemaju mogućnost samostalnog povezivanja sa SNU. Poseban akcenat je na IoT uređajima, načinu njihove implementacije, izboru senzora i aktuatora, definisanju funkcionalnosti, odnosno na realizaciji mreže koja ove uređaje objedinjava. Podaci koji se konstantno šalju sa svih SiU prema SNU softverski se obrađuju u IoT Cloud-u i, na osnovu dobijenih rezultata, u slučaju da analiza dospjelih informacija pokazuje potrebu za promjenama, izvršavaju komande čiji je rezultat vraćanje vrijednosti paramatera određenih UiS u definisani okvir. Dobijeni podaci se, takođe, skladište i obrađuju upotrebom softvera realizovanog na osnovu neuralnih mreža i vještačke inteligencije (VI) radi omogućavanja kasnijeg predviđanja dešavanja na UiS.

Ključne reči: Data Centar, uređaji i sistemi, sistem za nadzor i upravljanje, IoT, komunikaciona mreža

ABSTRACT

Data Centers (DCs) contains different devices and systems (DaS) whose common role is to constant provide defined conditions for proper functionality of the telecommunication and computer infrastructure. Adequate monitoring and management system (MMS) design of DaS operation is basis for the high reliability achievement of that infrastructure. Efficiency of the MMS is realised by the integration of all individual components into one centralised solution. This paper contains a review of DaS in the DC which are monitored and managed. It is named which parameters, from the MMS point of view, are important for constant DaS monitoring. Components connection with MMS is done by implementing hardware and software independent communication network which is optimised and customised for this purpose. Communication between individual DaS and MMS is realised through controller with integrated network interface card (NIC), using hub with which different elements of DaS, with different generated signal types and different management commands are connected or using Internet Protocol (IP) switch with which Internet of Things (IoT) devices are connected in the case when DaS doesn't have possibility to enabling direct, independent, connection with MMS. The special attention is on IoT devices, the way of their implementation, sensors and actuators selection, functionality definition and realisation of network that connects these devices. Data that are constantly being sent from all DaS to the MMS are processed in IoT Cloud and, based on obtained results, in the case that analysis of that information shows need for change, MMS execute commands whose result is certain DaS parameter values return in defined frame. Obtained data are also stored and processed by software based on neural networks and artificial intelligence (AI) for the purpose to enabling later predictions of events on DaS.

Key words: Data Center, devices and systems, monitoring and management system, IoT, communication network

Ivan Vujović, MSCEE, ivanvu@t-com.me
Mladen Koprivica, asst. prof. dr, kopra@etf.rs

I-3.16

IMPLEMENTACIJA GEOGRAFSKOG INFORMACIONOG SISTEMA SA PODACIMA O ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI U DP NOVI SAD

IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM WITH POWER DISTRIBUTION NETWORK DATA IN DP NOVI SAD

Dragan KAČAR, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dušan POPOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Aleksandar BOŠKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Prostorni prikaz elektrodistributivne mreže je neophodan za procese održavanja, upravljanja i planiranja mreže. Ovaj prikaz mreže predstavlja kombinaciju preciznog geografskog i manje preciznog šematizovanog prikaza. U Elektrodistribuciji Srbije je za ovu namenu postojalo više rešenja, pa je stoga bilo potrebno izgraditi sistem koji će omogućiti pristup ovom problemu na uniforman i jedinstven način.
U DP Novi Sad se od 2000. godine koristi DMS sistem za upravljanje distributivnom mrežom. U okviru ovog sistema realizovan je i geografski prikaz srednjenaponske mreže. Međutim, alati za unos geografskog prikaza su skromnih mogućnosti i nemaju funkcionalnost alata modernih GIS sistema. Pored toga, u DMS sistemu podataka o niskonaponskoj mreži nije ni bilo, već su ovi podaci unošeni putem AutoCAD aplikacije. Stoga je u DP Novi Sad za ovu namenu od 2018. godine započela implementacija UT for ArcGIS sistema kompanije VertiGIS.
U radu su predstavljena iskustva autora u implementaciji GIS sistema u DP Novi Sad, u uslovima nasleđenog sistema za ovu namenu, zanemarljivog broja terenskih ekipa za obuhvat podataka i malog broja raspoloživih lica za rad sa GIS sistemom.

Ključne reči: Geografski informacioni sistem, Pametna mreža

ABSTRACT

Spatial representation of the power distribution network is necessary for network maintenance, management and planning processes. This grid view is a combination of a precise geographic and a less accurate schematic view. There were several solutions in Elektrodistribucija Srbije for this purpose, so it was necessary to build a system that will enable access to this problem in a uniform and unique way.
The DP Novi Sad has been using the distribution management system (DMS) since 2000. Within this system, a geographical presentation of the medium voltage network was realized. However, geographic input tools have modest capabilities and lack the functionality of modern geographic information systems (GIS). In addition, there was no data on the low voltage network in the DMS system, but this data was entered via the AutoCAD application. Therefore, the implementation of the UT for ArcGIS system of VertiGIS has started in DP Novi Sad for this purpose in 2018.
The paper presents the authors' experiences in the implementation of GIS systems in DP Novi Sad, in the conditions of inherited system for this purpose, a minor number of field crews for data acquisition, and a small number of available persons to work with GIS system.

Key words: Geographic information system, Smart grid

Kontakt informacije o autorima – dragan.kacar@ods.rs; dusan.popovicns@ods.rs; aboskov@uns.ac.rs

Izveštaj STK 4 / *Report EC 4*

Stručna komisija 4 / *Expert Committee 4:*

DISTIBUIRANA PROIZVODNJA I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE
DISTRIBUTION GENERATION AND EFFICIENT USE OF ELECTRICAL ENERGY

Predsednik komisije / *Chairman:* dr Željko Popović, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca je prihvaćeno 17 radova, od čega 13 kao referati i 4 kao informacije. Radi efikasnijeg rada na sesijama izvršeno je grupisanje radova u tri teme, objedinjavanjem preferencijalnih tema broj 2 i broj 3 iz poziva za pisanje referata:

Within the scheduled deadline for receipt of papers and after consideration by reviewers and expert rapporteurs, 17 papers were accepted, 13 of which as papers and 4 as information. For more efficient work on sessions, papers were classified into three topics, merging preferential themes number 2 and number 3 from the call for papers:

Tema 1 / *Subject 1:*
Integracija i upravljanje distribuiranih izvora električne energije (DER) u distributivnim mrežama
Integration and managing of distributed energy resources (DER) in distribution networks

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: dr Neven Kovački, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija i dr Branislav Brbaklić, dipl.el.inž, Schneider Electric, Novi Sad, Srbija.

U ovoj temi prihvaćeno je 9 radova, od toga 8 kao referati i 1 kao informacija.
Nine papers were accepted in this topic, 8 of which as papers and 1 as information.

Tema 2 / *Subject 2:*
Efikasno korišćenje električne energije i Uloga distribuiranih izvora električne energije (DER) u poslovnim procesima u distributivnim sistemima
Efficient usage of electrical energy and DER roles in business processes in distribution systems

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: dr Predrag Vidović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija, i Stanko Knežević, dipl.el.inž, Schneider Electric, Novi Sad, Srbija

U ovoj temi prihvaćeno je 6 radova, od toga 4 kao referati i 2 kao informacije.
Six papers were accepted in this topic, 4 of which as papers and 2 as information.

Tema 3 / *Subject 3:*
Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima
Smart metering and advanced metering infrastructure (AMI)

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: Boris Holik, dipl.el.inž. i Saša Marčeta, dipl.el.inž., Elektrodistribucija Srbije, Novi Sad, Srbija.

U ovoj temi prihvaćena su 2 rada kao referati.
Two papers were accepted in this topic as papers.

Tema 1 / *Subject 1:*
Integracija i upravljanje distribuiranih izvora električne energije (DER) u distributivnim mrežama
Integration and managing of distributed energy resources (DER) in distribution networks

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: dr Neven Kovački, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija i dr Branislav Brbaklić, dipl.el.inž, Schneider Electric, Novi Sad, Srbija.

R.4.1 **PREDNOSTI PAMETNE MREŽE ZA UNAPREĐENJE DISTRIBUTIVNOG SISTEMA**
BENEFITS OF SMART GRID FOR DISTRIBUTION SYSTEM IMPROVEMENTS
Autor/i / *Author/s*: Robert Russo, Aaron Snyder

Ovaj rad ispituje upotrebu energije, potrošnje i napona u kontekstu pametne mreže i vrednost tih podataka za poboljšanje distributivnog sistema, uključujući potrebu integrisanja većih količina distribuiranih sistema obnovljive energije na niskom i srednjem naponskom nivou.

This paper examines the use of energy, demand, and voltage in the Smart Grid context and the value of that data for distribution system improvements, including the need to integrate larger amounts of distributed renewable energy systems at the low and medium voltage level.

Pitanja:
1. Koji su realni primeri uređaja/sistema koji mogu delovati bez centralizovanih sistema u slučaju neplaniranih ispada? Koje su prednosti i mane njihove upotrebe?
2. Koji su realni primeri komutacionih/relejih uređaja koji su programirani da rešavaju mrežne probleme i rekonfigurišu mrežu tako što "međusobno komuniciraju"?
3. Koji su realni primeri korišćenja ostrvskog rada obnovljivih izvora u komunalnim delatnostima za poboljšanje pouzdanosti napajanja?

Questions:
1. *What are the real-life examples of devices/systems that can act without centralized systems in case of unplanned outages? What are the pros and cons of their usage?*
2. *What are the real-life examples of the switching/relaying devices that are programmed to solve grid problems and reconfigure the grid by "talking amongst themselves"?*
3. *What are the real-life examples of using island operation of renewables in utilities to improve reliability of supply?*

R 4.2 **OPTIMALNA LOKACIJA I KONFIGURACIJA SISTEMA SAČINJENOG OD FOTONAPONSKOG I SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE ENERGIJE UZIMAJUĆI U OBZIR SMANJENJE GUBITAKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**
OPTIMAL LOCATION AND CONFIGURATION OF THE SYSTEM CONSISTING OF PHOTOVOLTAIC AND ENERGY STORAGE SYSTEM CONSIDERING THE REDUCTION OF LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORK

Autor/-l / *Author/s:* Nikola Krstić, Dragan Tasić

U radu je predstavljena procedura za određivanje optimalne lokacije i konfiguracije sistema sačinjenog od fotonaponskog (PV) i sistema za skladištenje energije (ESS) u cilju smanjenje gubitaka u distributivnoj mreži.

The paper presented a procedure for determining the optimal location and configuration of the system consisting of photovoltaic (PV) and energy storage systems (ESS) to reduce losses in the distribution network.

Pitanja za autore:
1. Da li se pristup koji je predstavljen u ovom radu može primeniti na rešavanje opštijeg problema, tj. za određivanje optimalne lokacije i konfiguracije proizvoljnog broja PV sistema sa skladištima energije?
2. Da li su autori analizirali investicione troškove razmatranih PV sistema i skladišta električne energije? U tom kontekstu, da li je investicija u PV sisteme i skladišta energije opravdana uštedama u smanjenju gubitaka električne energije?

Questions for authors:
1. *Can the approach presented in this work be applied to solving a more general problem i.e., for determining the optimal location and configuration of the arbitrary number of PV systems with energy storage?*
2. *Did the authors analyze the investment costs of considered PV systems and energy storage? In this context, is investment in PV systems and energy storage justified by savings in reducing electrical energy losses?*

R 4.3 **VIŠE-PERIODNA REKONFIGURACIJA ZASNOVANA NA UPRAVLJANJU RIZIKOM UZ UVAŽAVANJE RASPOLOŽIVOG (HOSTING) KAPACITETA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA**
RISK-BASED APPROACH FOR MULTI-PERIOD NETWORK RECONFIGURATION CONSIDERING HOSTING CAPACITY

Autor/-i / *Author/s:* Željko Popović, Stanko Knežević

U radu je prikazan pristup zasnovan na upravljanju rizikom za više-periodnu rekonfiguraciju uz uvažavanje raspoloživog kapaciteta. Rad je napisam veoma koncizno i pregledno, tako da se lako čita.

The paper shows a risk-based approach for multi-period network reconfiguration considering hosting capacity. The paper is written very concisely and clearly, so it is easy to read.

Pitanja za autore:
1. Rezultati su prikazani na IEEE šemi od 33 čvora. Interesuje me primenljivost prikazanog pristupa u relanim distributinvnim mrežama (mnogo veće dimenzije i sa velikim brojem DER)?
2. Kako se u praksi mogu dobiti ulazni podaci (pre svega koeficijenti korelacije) koji su potrebni za primenu prikazanog pristupa?

Questions for authors:
1. *The results are shown on the 33-node IEEE test network. I am interested in the application of the proposed approach in real distribution networks (of much larger dimensions and with a large number of DER)?*
2. *How can input data be obtained in practice (primarily correlation coefficients) that are required for applying the proposed approach?*

I 4.4 **UTICAJ EKSPANZIJE ELEKTRIČNIH VOZILA NA ELEKTROENERGETSKI SISTEM, I MOGUĆNOST ISKORIŠĆENJA MALIH SOLARNIH ELEKTRANA INSTALIRANIH NA INDIVIDUALNIM OBJEKTIMA U CILJU PUNJENJA ELEKTRIČNIH VOZILA**
THE IMPACT OF THE EXPANSION OF ELECTRIC VEHICLES ON THE POWER SYSTEM, AND THE POSSIBILITY OF USING SMALL SOLAR POWER PLANTS INSTALLED ON INDIVIDUAL FACILITIES IN ORDER TO CHARGE ELECTRIC VEHICLES

Autor / *Author*: Goran Živković

U radu su obrađeni načini punjenja vozila, uticaj punjača na elektroenergetski sistem, kao i mogućnost iskorišćenja malih solarnih elektrana u cilju punjenja električnih vozila.

The paper considers ways of charging vehicles, the impact of chargers on the power system, as well as the ability to use small solar power plants to charge electric vehicles.

Pitanja za autora:
1. Da li autori imaju podatke koliki je udeo električnih vozila u ukupnoj potrošnji električne energije i koliko će taj udeo rasti u narednim godinama?
2. Koji su sve benefiti V2G (eng. Vehicle-to-Grid) režima rada, tj. vraćanja energije iz baterija električnih vozila u elektroenergetsku mrežu?

Questions for authors:
1. *Do the authors have data on the share of electric vehicles in total electricity demand, and how much will that share grow in the coming years?*
2. *What are all the benefits of V2G (Vehicle-to-Grid) mode, i.e. restoring energy from electric vehicle batteries to the power grid?*

R-4.5 **ODREĐIVANJE OPTIMALNOG PROIZVODNOG MIKSA ZA NAPAJANJE POTROŠNJE MIKRO-MREŽE**
DEFINING THE OPTIMAL GENERATION MIX FOR SUPPLYING THE MICRO-GRID'S DEMAND

Autor/-i / *Authors*: Vladan Ristić, Miljan Žikić, Dragana Ristić, Nebojša Vučinić, Ognjen Mijušković, Stefan Despotović

U ovom radu je predstavljena metodologija za dimenzionisanje proizvodnih kapaciteta mikro-mreža. Razmatrana su tri odvojena scenarija – jedan u kome se potrošnja snabdeva samo iz vetroelektrane, drugi u kome se napajanje obavlja isključivo iz solarne elektrane i treći u kome se oba tipa proizvodnih kapaciteta nalaze istovremeno u pogonu.

This paper presents a methodology for dimensioning the production capacities of micro-networks. Three separate scenarios were discussed – one in which demand is supplied only from the wind farms, the other in which supply is exclusively provided from a solar power plant, and the third in which both types of production capacities are simultaneously in operation.

Pitanja za autore:
1. Na koji način autori uvažavaju činjenicu da je u planiranju mreža potrebno posmatrati odgovarajuci vremenski period u budućnosti (npr. 10 godina u budućnosti) kako bi se uvažile sve eventualne promene u sistemu (promena opterećenja i sl.)?
2. Kako predložena metodologija može uvažiti neizvesnost u pogledu buduce potrošnje kao i buduće proizvodnje proizvodnih jedinica, s obzirom na tipove proizvodnih jedinica koje su razmatrane u radu (vetrogeneratori i solarne elektrane)?

Questions for authors:
1. *How do the authors consider the fact that the appropriate time period in the future (e.g. 10 years in the future) needs to be observed in network planning in order to consider possible changes in the system (load change, etc.)?*
2. *How can the proposed methodology take into account the uncertainty regarding the future demand as well as the future production of the generating units, given the types of generating units considered in the paper (wind farms and solar power plants)?*

R 4.6 PUNIONICE ELEKTRIČNIH VOZILA NA TRŽIŠTU REPUBLIKE SRBIJE
CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Autor/-i / *Authors*: Milos Kuzman, Dunja Grujić

U ovom radu su analizirana postojeća zakonska regulativa i preduslovi koji su potrebni za pružanje usluge punjenja električnih vozila u Republici Srbiji.

This paper analyzed the existing legislation and preconditions needed to provide electric vehicle charging services in the Republic of Serbia.

Pitanja za autore:
1. Na koje način bi se mogao smanjiti mogući negativan uticaj punionica e-vozila na lokalnom nivou (na nivou lokalne niskonaponske ili srednjenaponske mreže)?
2. Šta je po mišljenju autora potrebno uraditi/unaprediti u distributivnoj mreži Srbije da bi se omogućila što veća penetracija e-vozila uz što manji trošak/ulaganja u mrežu?

Questions for authors:
1. *How could the possible negative impact of e-vehicle charging stations at the local level be reduced (at the level of local low voltage or medium voltage network)?*
2. *What to the author's opinion needs to be done/improved in the distribution network of Serbia in order to enable as much penetration of e-vehicles as possible with the lowest possible cost/investment in the network?*

R 4.7 SOLARNE FN ELEKTRANE U LIBIJI – POTENCIJAL I KAPACITETI
SOLAR PV POWER IN LIBYA – POTENTIAL AND CAPACITIES

Autor/-i / *Author/s*: Sulaiman Milad, Vladimir Katić, Omer Mohamoud

In this paper, the potential of Libya for a PV system application is discussed along with the current operational PV systems and future approaches.

U ovom radu razmatra se potencijal Libije za aplikaciju solarnog FN sistema zajedno sa trenutnim operativnim FN sistemima i budućim pristupima.

Pitanja:
1. Koji je nivo penetracije obnovljivih izvora (vetar, solarna energija) u distributivnu mrežu, tj. na niskom i srednjem naponskom nivou u Libiji?
2. Koja su pravila/standardi za povezivanje obnovljivih izvora u distributivnu mrežu u Libiji?

Questions:
1. *What is the level of penetration of renewables (wind, solar) in the distribution network, i.e., at the low and medium voltage level in Libya?*
2. *What are the rules/standards for connecting renewables in the distribution network in Libya?*

R 4.8 **UTICAJ NEIZVESNOSTI PROIZVODNJE I POTROŠNJE NA NAPONSKE PRILIKE**
INFLUENCE OF PRODUCTION AND CONSUMPTION UNCERTAINTY ON VOLTAGE CONDITIONS

Autor/-i / *Author/s*: Marko Obrenić, Predrag Vidović

U ovom radu je predstavljen način određivanja naponske fleksibilnosti u prisustvu neizvesnosti proizvodnje i potrošnje. Prikazana su dva načina određivanja naponske fleksibilnosti: analitički i korišćenjem proračuna tokova snaga i u oba načina su primenjeni deterministički pristup i pristup sa uvaženim neizvesnostima. Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da je neophodno uvažiti neizvesnosti u proračunu naponske fleksibilnosti.

This paper presents the way of defining voltage flexibility in the presence of production and consumption uncertainty. Two ways of defining voltage flexibility are shown: analytically and by applying power flow calculations, and in both ways a deterministic approach and approach with considered uncertainties were applied. Based on the results obtained, it was determined that it is necessary to take into account the uncertainties in calculating voltage flexibility.

Pitanja za autore:
1. U ovom radu su neizvesnosti modelovane primenom intervalne aritmetike po kojoj neizvesnost predstavlja procenat vrednosti proizvodnje aktivne i reaktivne snage generatora. Kako se ovaj procenat određuje za konkretan generator? Koji podaci o generatoru su potrebni da bi se odredila neizvesnost njegove proizvodnje?
2. Koje su očekivane vrednosti neizvesnosti izražene u procentima od snage proizvodnje za jedan vetrogenerator ili solarni panel? Da li je to 5%, 10% ili neka treća vrednost? Kakva su Vaša očekivanja?

Questions for authors:
1. *In this paper, uncertainties are modeled by application of interval arithmetics in which uncertainty represents a percentage of the value of production of active and reactive generator power. How is this percentage determined for a specific generator? What generator data is needed to determine the uncertainty of its production?*
2. *What are the expected values of uncertainty expressed in percentage terms of the power of production for a wind generator or solar panel? Is it 5%, 10% or some third value? What are your expectations?*

R 4.9 **PRORAČUNI TOKOVA SNAGA SA SIMULTANIM PREKIDIMA FAZA**
POWER FLOW CALCULATIONS WITH SIMULTANEOUS PHASE INTERRUPTIONS

Autor/-i / *Author/s*: Predrag Vidović, Nikola Vojnović, Vladimir Strezoski, Dejan Reljić

This paper proposes a new procedure for the power flows calculations with simultaneous phase interruptions suitable for application in both mixed North American-type distribution networks and in European-type three-phase distribution networks. The procedure presented is based on the non-linear model of the part that is on-load and on the linear model of the part of the network that is without supply. Based on the results presented, it is obvious that the new procedure very efficiently processes simultaneous interruptions in distribution networks.

U ovom radu predlaže se novi postupak za pororačun tokova snaga sa simultanim prekidima faza pogodan za primenu kako u miksovanim distributivnim mrežama severnoameričkog tipa, tako i u trofaznim distributivnim mrežama evropskog tipa. Predstavljeni postupak zasniva se na nelinearnom modelu onog dela koji je pod naponom i linearnom modelu onog dela mreže koji je bez napajanja. Na osnovu predstavljenih rezultata očigledno je da novi postupak veoma efikasno obrađuje simultane prekide u distributivnim mrežama.

Pitanja za autore:
1. Da li možete da uporedite predstavljeni pristup sa pristupom koji podrazumeva korišćenje kanoničnog modela za proračun režima sa prekidima faza u pogledu vremenski zahteva? Kakva su Vaša očekivanja?
2. Koliko vremena je potrebno predstavljenom algoritmu da izvrši proračun u realnoj distributivnoj mreži od nekoliko desetina hiljada čvorova? Da li ste merili vreme? Ako niste kakva su Vaša očekivanja? Koji je to red veličine (milisekunde, sekunde...)?

Questions for authors:
1. *Can you compare the presented approach with an approach that involves using a canonical model to calculate phase interruption regimes in terms of time requirements? What are your expectations?*
2. *How long does it take a presented algorithm to perform a calculation in a real distribution network of tens of thousands of nodes? Did you measure the time? If not, what are your expectations? What is the order of magnitude (milliseconds, seconds...)?*

Tema 2 / *Subject 2:*
Efikasno korišćenje električne energije i Uloga distribuiranih izvora električne energije (DER) u poslovnim procesima u distributivnim sistemima
Efficient usage of electrical energy and DER roles in business processes in distribution systems

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: dr Predrag Vidović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija, i Stanko Knežević, dipl.el.inž, Schneider Electric, Novi Sad, Srbija

R 4.10 TIPIČNE DISTRIBUTIVNE MREŽE
TYPICAL DISTRIBUTION NETWORKS

Autor/-i / *Author/s*: Milica Dilparić, Dušan Vukotić, Petar Pavlović, Jelena Dabić, Darko Šošić, Goran Dobrić

U radu je predstavljen osnovni skup tipičnih eletrodistributivnih mreža, pre svega na SN naponskom nivou (10 kV i 20 kV), sa tipičnim parametrima mreže koji bi poslužili kao karakteristični model nad kojim bi bile sprovođene analize optimalnog razvoja elektrodistibutivne mreže.

The paper presented a basic set of typical distribution networks, primarily at the MV voltage level (10 kV and 20 kV), with typical network parameters that would serve as a distinctive model over which optimal development of the distribution network would be conducted.

Pitanja za autore:
1. Da li je vršeno poređenje navedenih koncepcija mreža na nekom primeru i ako jeste koji su podaci dobijeni kao rezultat proračuna (npr. godišnji gubici, vrednost pokazatelja pouzdanosti, vrednost investicija)?
2. Da li su rađena poređenja različitih koncepcija mreže (ili delova mreže) koji postoje u realnim srednjenaponskim mrežama u elektrodistributivnom sistemu Srbije i koji rezaltati su dobijeni?

Questions for authors:
1. *Were network concepts compared in any example and if so, what data was obtained as a result of calculations (e.g. annual losses, reliability indices value, value of investments)?*
2. *Have comparisons been made of different concepts of the network (or parts of the network) that exist in real medium voltage networks in the power distribution system of Serbia and what results are obtained?*

R 4.11 EFIKASNA DISTRIBUTIVNA MREŽA- TRENUTNO STANJE I TRENDOVI - UPOREDNI PREGLED-
EFFICIENT ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK- CURRENT SITUATION AND FUTURE TRENDS -COMPARATIVE OVERVIEW-

Autor/-i / *Author/s*: Vladica Mijailović, Aleksandar Ranković

U radu je dat uporedni pregled tehno-ekonomskih parametara distributivnih mreža u Srbiji i u zemljama članicama EU, Japana i SAD-a: konfiguracija, karakteristike izvoda i transformatorskih stanica, visina gubitaka.

The paper presents a comparative overview of the techno-economic parameters of distribution networks in Serbia and in the EU Member States, Japan and US member states: configurations, characteristics of feeders and transformer stations, the extent of losses.

Pitanja za autore:
1. Koji kriterijumi se koriste (optimizuju) kod planiranja razvoja srednjenaponskih distributivnih mreža?
2. Da li autori imaju saznanja koliko rekonfiguracija srednjenaponske distributivne mreže doprinosi smanjenju gubitaka električne energije?
3. Koje se tehnike koriste u operativnom radu srednjenaponskih i niskonaponskih mreža kako bi se omogućila što veća penetracija obnovljivih izvora energije (povećao hosting capacity mreže)?

Questions for authors:
1. *What criteria are used (optimized) in planning the development of medium-voltage distribution networks?*
2. *Do the authors have information how much the reconfiguration of the medium-voltage distribution network contributes to reducing electrical energy losses?*

3. *What techniques are used in the operation of medium-voltage and low-voltage networks to enable as much penetration of renewable energy sources as possible (increasing of the hosting capacity of a network)?*

R 4.12 POKAZATELJI POUZDANOSTI DISTRIBUTIVNIH MREŽA - UPOREDNI PREGLED
ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK'S RELIABILITY INDICES -COMPARATIVE OVERVIEW

Autor/-i / *Author/s*: Vladica Mijailović, Aleksandar Ranković

U radu je dat uporedni pregled pokazatelja pouzdanosti koji su ostvareni u državama-članicama Evropske unije, Japanu, SAD i Srbiji.

The paper presents a comparative overview of the reliability indices achieved in the Member States of the European Union, Japan, the US and Serbia.

Pitanja za autore:
1. Da li se i u kojim zemljama koriste podsticajne šeme (Performance Based Scheme) za unapređenje/kvantifikaciju pouzdanosti? Ako se koriste, da li autori imaju saznanja o parametrima korišćenih šema?
2. Kako se određuje potreban nivo automatizacije (ili neke druge mere za unapređenje pouzdanosti) u distributivnim kompanijama?

Questions for authors:
1. *Do, and if so, which countries use performance-based schemes to improve/quantify reliability? If used, do the authors have information about the parameters of the schemes used?*
2. *How is the the required level of automation (or other measures to improve reliability) determined in distribution companies?*

R 4.13 PRAĆENJE GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE PO OGRANCIMA DP BEOGRAD I ANALIZA UTICAJA PRIMENE MERA PREMA OPERATIVNOM PLANU ZA SMANJENJE GUBITAKA
ELECTRICAL ENERGY LOSSES MONITORING ON BRANCHES LEVEL OF DA (DISTRIBUTION AREA) BELGRADE AND IMPACT ANALYSIS OF APPLIED MEASURES IN ACCORDANCE WITH OPERATIONAL PLAN FOR LOSSES REDUCTION

Autor/-i / *Author/s*: Jelena Stević, Vesna Stanojević, Radeta Marić, Darko Nedović

U radu je prikazano praćenje gubitaka po Ograncima distributivnog područja Beograd u poslednje tri godine, sa posebnim osvrtom na period pandemije COVID-19, koja je značajno uticala na trendove ostvarenih opterećenja po pojedinačnim napojnim transformatorskim stanicama, kao i na opterećenje ukupnog konzuma distributivnog područja.

The paper presents the monitoring of energy losses by Branches of the Distribution Area of Belgrade in the last three years, with special reference to the period of the COVID-19 pandemic, which significantly influenced the trends of the realized loads by individual main transformer stations, as well as the load of the total consumption of the distribution area.

Pitanja za autore:
1. Zašto u radu nije dato kretanje gubitaka u odnosu na ukupno ostvarenje opterećenja konzuma u posmatranom periodu, kao i napojnih transformatorskih stanica koje napaju pojedinačne Ogranke? Posebno bi bilo interesantno da je u radu bila data i detaljna analiza u odnosu na ostvarenje meteoroloških parametara u posmatranom periodu, koju su autori uopšteno dali na Slici 6 bez posebnog osvrta. Dati kraći komentar.
2. U radu je prikazana metodologija bazira na direktnoj agregaciji potrošnje krajnjih kupaca, koji su evidentirani u posebnim bazama podataka u okviru Sistema za obračun električne energije („Billing system") sa specificiranim napajanjem svakog pojedinačnog krajnjeg kupca. Imajući u vidu stepen popunjenosti, ali i samu validnost unetih napajanja u okviru sistemskih baza podataka, uz složen način određivanja predate električne energije određenom Ogranku, dati komentar ukupnog uticaja na prikazani proračun gubitaka.
3. Imajući u vidu da je tokom pandemije značajno porastao nivo opterećenja u napojnim transformatorskim stanicama koje napajuju vangradska područja iz razloga što su „vikend" naselja značajno oživela, prokomentarisati dobijene rezultate sa tog aspekta.
4. Prikazani rezultati koji se odnose na Ogranak „Mladenovac" značajno odstupaju od nivoa gubitaka ostalih Ogranaka. Dati detaljnu analizu zašto su gubici na tom Ogranku toliko visoki. Koje su mere koje će se sprovoditi u cilju svođenja gubitaka na optimalni nivo?

5. Da li su u radu prikazane i analizirane sve mere u okviru donesenog Operativnog plana? Da li ima dodatnih mera koje je moguće uvrstiti u Operativni plan, a kojima bi se postiglo dodatno smanjenje ukupnih gubitaka?

Questions:
1. *Why the variation of energy losses is not given in the paper in relation to the total realization of the load of consumers in the observed period, as well as of the main transformer stations that supply individual Branches? It would be particularly interesting if the paper included a detailed analysis in relation to the achievement of meteorological parameters in the observed period, which the authors generally gave in Figure 6 without a specific review. Please provide a short comment.*
2. *The paper presents a methodology based on the direct aggregation of consumption of end users, which are recorded in special databases within the Billing System, with specified power supply of each individual end user. Bearing in mind the level of occupancy, but also the very validity of the entered power supply within the system databases, along with the complex way of determining the electricity delivered to a certain Branch, comment on the overall impact on the presented energy loss calculation.*
3. *Bearing in mind that during the pandemic, the level of load in the main transformer stations that supply the rural areas increased significantly due to the fact that the "weekend" settlements have significantly revived, comment on the results obtained from that aspect.*
4. *The presented results related to the Branch "Mladenovac" deviate significantly from the level of energy losses of the other Branches. Please provide a detailed analysis of why the losses at that Branch are so high. What are the measures that will be implemented in order to reduce losses to an optimal level?*
5. *Are all measures presented and analyzed within the adopted Operational Plan? Are there additional measures that can be included in the Operational Plan, which would further reduce total energy losses?*

I 4.14 **ZAKONODAVNO-PRAVNI OKVIR POZITIVNIH PROPISA SA PREDLOGOM IZMENA U CILJU STVARANJA EFIKASNIJEG AMBIJENTA ZA SANKCIONISANJE ZLOUPOTREBA PRI KORIŠĆENJU ENERGIJE**
LEGISLATIVE FRAMEWORK OF POSITIVE REGULATIONS WITH PROPOSED AMENDMENTS IN ORDER TO CREATE A MORE EFFICIENT ENVIRONMENT TO SANCTION ABUSES IN THE USE OF ENERGY

Autor/-i / *Author/s*: Danijela Jović Pišot, Gordana Cvijić, Darko Nedović, Radeta Marić, Branislava Nikolić

Kako je tema ovog rada fokusirana na pravni deo borbe protiv netehničkih gubitaka, za Elektrodistribuciju Srbije bi bilo od velikog značaja kada bi se ovaj rad prilagodio i prezentovao na odgovarajućem savetovanju koje se bavi pravnim sistemom Republike Srbije.

Having in mind that the main topic of this paper is legal part in DSO's fight for reduction of non-technical losses, it will be of enormous significance for Elektrodistribucija Srbije when this paper would be adapted and presented in appropriate conference dealing with legal system of Republic of Serbia.

Pitanja za autore:
1. Kakva su iskustva Operatera distributivnog sistema iz zemalja u okruženju po ovim pitanjima?
2. Da li postoje neka tehnička rešenja koja su se pokazala efikasnim i ekonomski opravdanim na polju smanjivanja netehničkih gubitaka, a koja Elektrodistribucija Srbije bi mogla da uvede i implementira?

Questions:
1. *What are the DSO's experiences in surrounding countries when addressing the same issues?*
2. *Are there any technical solutions proven to be efficient and economically viable when dealing with non-technical losses, which Eektrodistribucija Srbije could have adopt and implement?*

I 4.15 **POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI OBJEKATA OPŠTINE VRBAS**
INCREASES IN ENERGY EFFICIENCY OF VRBAS MUNICIPAL FACILITIES

Autor/-i / *Author/s*: Milan Glušac

Rad prikazuje primenjene mere opštine Vrbas na povećanju energetske efikasnosti objekata na njenom terenu. Time se ostvaruju direktne finansijske uštede, povećava nivo konfora življenja u objektima i odgovornost o ublažavanju štetnih posledica globalnog zagrevanja i klimatskih promena.

The paper presents the applied measures of the Municipality of Vrbas to increase the energy efficiency of facilities in its field. This achieves direct financial savings, increases the level of comfort of living in facilities and the responsibility for mitigating the harmful consequences of global warming and climate change.

Pitanja za autora:
1. Koje korake ste definisali kako biste održali čelnu poziciju među opštinama kada je u pitanju energetska efikasnost?
2. U kom smeru smatrate da opština Vrbas treba planirati razvoj kada su u pitanju obnovljivi izvori?
3. Navedite neke primere većih ušteda postignutih povećanjem energetske efikasnosti?

Questions for the author:
1. *What steps have you defined in order to maintain a leading position among municipalities when it comes to energy efficiency?*
2. *In which direction do you believe that the Municipality of Vrbas should plan development when it comes to renewable sources?*
4. *Provide some examples of significant savings made by increasing energy efficiency?*

Tema 3 / *Subject 3:*
Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima
Smart metering and advanced metering infrastructure (AMI)

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: Boris Holik, dipl.el.inž. i Saša Marčeta, dipl.el.inž., Elektrodistribucija Srbije, Novi Sad, Srbija.

R 4.16 **POBOLJŠANO PODEŠAVANJE POKAZIVANJA ENERGIJE NA EKRANU PAMETNOG BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE UZIMAJUĆI U OBZIR UNUTRAŠNJU KONSTANTU BROJILA**
ADVANCED ADJUSTMENT OF ENERGY DISPLAY ON THE SCREEN OF THE SMART ELECTRICITY METER TAKING INTO ACCOUNT THE INTERNAL CONSTANT OF THE METER

Autor/-i / *Author/s*: Đorđe Dukanac

U ovom radu razmatraju se greške očitavanja električne energije uzimajući u obzir različite: prenosne odnose mernih transformatora, rezolucije i jedinice električne energije, metode podešavanja pametnih brojila, unutrašnje konstante merila i nazivne sekundarne struje električnih brojila.

This paper considers electrical metering errors taking into account different: transmission ratios of metering transformers, resolution and units of electrical energy, methods of smart meter adjustment, internal constant of the meter and rated secondary current of electrical meters.

Pitanja za autora:
1. Molim da potkrepite vašu tvrdnju da se pri prikazu registara energije na displeju brojila vrši zaokruživanje vrednosti, prema dostupnim podacima od proizvođača brojila u ovim slučajevima se uvek vrši odsecanje (truncate), baš iz razloga da se ne bi unosila kumulativna greška koja bi bila neizbežna. Jedino zakruživanje se radi na merenju snage pošto to nisu kumulativni registri. Ceo rad je zasnovan na ovoj premisi.

Questions for the author:
1. *Please support your claim that when displaying the energy register on the display of the meter, value rounding is performed, and according to the available data from the meter manufacturer, in these cases truncating is always done, precisely for the reason to avoid a cumulative error that would be inevitable. The only rounding is performed for measuring the power, since they are not cumulative registers. The whole paper is based on this premise.*

R4.17 **BILATERALNO POREĐENJE IZMEDJU KONTROLNOG TELA ELEKTRODISTRIBUCIJE SRBIJE I NACIONALNE METROLOŠKE INSTITUCIJE**
BILATERAL COMPARISON BETWEEN THE CONTROL BODY OF THE ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE LTD. AND THE NATIONAL METROLOGICAL INSTITUTION

Autori / *Authors*: Tatjana Cincar-Vujović, Ivana Narančić, Aleksandar Nikolić, Dejan Radosavljević, Zoran Maksimović, Petar Deak

U radu su autori opisali proces i zaključke bilateralnog poređenja jedne izabrane laboratorije Elektrodistribucije Srbije i Nacionalne metrološke institucije. Tom prilikom je utvrđeno da su odstupanja između rezultata minimalna te da se rezultati mogu smatrati ekvivalentnim.

In the paper, authors have described process of bilateral comparison between one of Elektrodistribucija Srbije's laboratories for controlling electricity meters and National Laboratory for Electricity. In this procedure, it was determined that the results variations were minimal so results could be declared as equivalent.

Pitanja za autora:

1. Koji su sledeći koraci koje bi Elektrodistribucija Srbije mogla preduzeti kako bi laboratorije za kontrolisanje merenja unapredile svoje poslovanje i obezbedile još višlji nivo kvaliteta i pouzdanosti rezultata?

Question:

1. *Which further steps should Elektrodistribucija Srbije take to make sure that it's laboratories for controlling energy meters are operating even more efficiently and are providing more reliable results?*

R-4.01

BENEFITS OF SMART GRID FOR DISTRIBUTION SYSTEM IMPROVEMENTS

Robert RUSSO, E3 International, USA
Aaron F. SNYDER, EnerNex, USA

SUMMARY

Smart Grid is in part about data and transforming it into actionable information. The emplacement of ubiquitous, secure, two-way communications as a foundational element of Smart Grid leads to pervasive sensors providing timely data about the technical performance of the distribution system. Aligning this data with the actual system then gives the operator a tool to understand the health and performance of the system.

Using energy measurements at the circuit level can identify technical and non-technical losses, and lead to programs to mitigate those losses such as transformer balancing, circuit reconductoring, and targeted revenue protection activities (finding unmetered loads, potential theft, non-paying customers, etc.). This information can be used support the greater integration of variable renewable energy systems into a country's generating mix, and to develop time varying rates to encourage consumption during less expensive operating conditions (time-of-use rates). Demand management and energy efficiency programs can then be developed to encourage customers to use less energy to meet their needs, flowing all the way back to lessening the burden of procuring and managing primary energy sources.

Managing the voltage can improve system efficiency as well, keeping the need for reactive power exchanges minimized or localized to highly inductive points in the network (often large industrial customers, for example). Lessening the need for higher distribution voltage also reduces the needs all the way back to the primary power sources.

This paper will examine the use of energy, demand, and voltage in the Smart Grid context and the value of that data for distribution system improvements, including the need to integrate larger amounts of distributed renewable energy systems at the low and medium voltage level.

Key words: smart grid, grid modernization, distributed generation, renewable energy integration, demand management

rvrusso@eeeinternational.com, aaron@enernex.com

R-4.02

OPTIMALNA LOKACIJA I KONFIGURACIJA SISTEMA SAČINJENOG OD FOTONAPONSKOG I SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE ENERGIJE UZIMAJUĆI U OBZIR SMANJENJE GUBITAKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

OPTIMAL LOCATION AND CONFIGURATION OF THE SYSTEM CONSISTING OF PHOTOVOLTAIC AND ENERGY STORAGE SYSTEM CONSIDERING THE REDUCTION OF LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORK

Nikola KRSTIĆ, Elektronski fakultet Niš, Srbija
Dragan TASIĆ, Elektronski fakultet Niš, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U ovom radu je predstavljena dvostepena procedura za određivanje optimalne lokacije i konfiguracije sistema sačinjenog od fotonaponskog (PV) i sistema za skladištenje energije (ESS) uzimajući u obzir smanjenje gubitaka u distributivnoj mreži. U prvom koraku je uvažavajući dnevni dijagram opterećenja, a korišćenjem metaheurističke optimizacione metode roja čestica (PSO), određena optimalna lokacija i optimalna snaga u toku dana sistema sačinjenog od PV sistema i ESS kako bi se minimizovali gubici u distributivnoj mreži. U drugom koraku procedure, izvršena je konfiguracija PV sistema i ESS korišćenjem vrednosti zbirne snage ova dva sistema u toku dana dobijenih u prvom koraku i oblika dnevnog dijagrama proizvodnje PV sistema. Postupak konfiguracije je detaljno objašnjen, a u okviru njega je određena potrebna maksimalna snaga PV sistema, energetski kapacitet ESS, kao i njihove pojedinačne snage u toku dana. U radu su razmatrani slučaji sa različitim dijagramima opterećenja i različitim nivoima efikasnosti ESS, a na osnovu dobijenih rezultata izvedeni su odgovarajući zaključci.

Ključne reči: fotonaponski (PV) sistem, sistem za skladištenje energije (ESS), optimizaciona metoda roja čestica (PSO), gubici u distributivnoj mreži.

ABSTRACT

In this paper two-step procedure for determining the optimal location and configuration of the system consisting of photovoltaic (PV) and energy storage system (ESS), considering the reduction of losses in distribution network, is presented. First step takes into account the daily load diagram and uses the metaheuristic particle swarm optimization method (PSO) to determine the optimal location and optimal power during the day of the system consisting of PV system and ESS to minimize the losses in distribution network. In the second step of the procedure, the configuration of PV system and ESS is performed using the values of combined power of these two systems during the day, obtained in the first step, and the shape of daily diagram of the PV system generation. The configuration procedure is explained in detail, determining the maximum power of PV system, energy capacity of ESS, as well as their individual powers during the day. The paper considers cases with different load diagrams and different levels of ESS efficiency, and based on the obtained results gives appropriate conclusions.

Key words: photovoltaic (PV) system, energy storage system (ESS), particle swarm optimization method (PSO), losses in distribution network.

Nikola Krstić, Elektronski fakultet u Nišu, email: nikola.krstic@elfak.ni.ac.rs
Dragan Tasić, Elektronski fakultet u Nišu, email: dragan.tasic@elfak.ni.ac.rs

R-4.03

VIŠE-PERIODNA REKONFIGURACIJA ZASNOVANA NA UPRAVLJANJU RIZIKOM UZ UVAŽAVANJE RASPOLOŽIVOG (HOSTING) KAPACITETA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

RISK-BASED APPROACH FOR MULTI-PERIOD NETWORK RECONFIGURATION COSIDERING HOSTING CAPACITY

Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U ovome radu je predložen pristup zasnovan na upravljanju rizikom za više-periodnu rekonfiguraciju uz uvažavanje raspoloživog kapaciteta (hosting capacity) u distributivnim mrežama u prisustvu neizvesnosti opterećenja i proizvodnje iz obnovljivih izvora. Predloženi pristup koristi intervalnu RDM (Relative Distance Measure) aritmetiku za opisivanje neizvesnosti opterećenja i proizvodnje iz obnovljivih izvora (DG), uvažavajući korelaciju koja postoji između opterećenja i između opterećenja i proizvodnje (generatora). Zatim je primenjen model mešovitog celobrojnog linearnog programiranja baziran na intervalnoj RDM aritmetici za dobijanje skupa neinferiornih rešenja (planova rekonfiguracije) u svakom razmatranom periodu. On razmatra hosting capacity zajedno sa troškom gubitaka, troškom prekida i troškom manipulacija. Dobijeni planovi su zatim korišćeni u okviru predloženog algoritma dinamičkog programiranja za generisanje i ocenu skupa više-periodnih planova rekonfiguracije. Više-periodni plan koji minimizira rizik od značajnih finansijskih gubitaka (troška) se bira korišćenjem Hurwicz-ovog kriterijuma za ocenu i merenje rizika.

Ključne reči: neizvesnost, intervalna aritmetika, analiza rizika, raspoloživi kapacitet, rekonfiguracija, više perioda

SUMMARY

This paper proposes a risk-based approach for multi-period reconfiguration that considers hosting capacity in distribution networks in the presence of load and generation uncertainty. The proposed approach employs interval RDM (Relative Distance Measure) arithmetic to describe the uncertainty of loads and generation from renewable generators (DGs), considering the correlation between loads and between loads and DGs. An interval RDM arithmetic-based multi-objective mixed-integer linear programming model is then employed to obtain a set of noninferior solutions (reconfiguration plans) in each period. It considers hosting capacity along with the cost of losses, cost of interruptions, and switching cost. The obtained plans are used within the proposed dynamic programming framework to identify and evaluate a set of multi-period reconfiguration plans. The multi-period plan that minimizes the risk of significant financial losses is selected by employing the Hurwicz criterion for measuring risk.

Key words: uncertainty, interval arithmetic, risk analysis, hosting capacity, reconfiguration, multi-period.
Željko Popović, Fakuktet tehničkih nauka, Novi Sad, zpopovic@uns.ac.rs
Stank Kneževići, Schneider Electric, Novi Sad, stanko.knezevic@schneider-electric-dms.com

I-4.04

UTICAJ EKSPANZIJE ELEKTRIČNIH VOZILA NA ELEKTROENERGETSKI SISTEM, I MOGUĆNOST ISKORIŠĆENJA MALIH SOLARNIH ELEKTRANA INSTALIRANIH NA INDIVIDUALNIM OBJEKTIMA U CILJU PUNJENJA ELEKTRIČNIH VOZILA

THE IMPACT OF THE EXPANSION OF ELECTRIC VEHICLES ON THE POWER SYSTEM, AND THE POSSIBILITY OF USING SMALL SOLAR POWER PLANTS INSTALLED ON INDIVIDUAL FACILITIES IN ORDER TO CHARGE ELECTRIC VEHICLES

Goran ŽIVKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak Aranđelovac
Dejan PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak Aranđelovac
Aleksandar JANJIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak Aranđelovac - Pogon Topola

KRATAK SADRŽAJ

U svetu je sve veći broj električnih vozila, što iziskuje potrebu za što većim brojem punjača. Autoindustrija električnih vozila ima za cilj, da maksimalno smanji vreme punjenja baterija. Brzina punjenja baterija je direktno srazmerna snazi punjača, što dugoročno gledano može imati uticaj na elektroenergetski sistem.

U radu je dat osvrt na pojam električnih vozila, obrađeni su načini punjenja vozila, i uticaj punjača na elektroenergetski sistem.Takođe je dat osvrt na mogućnost iskorišćenja malih sloranih elektrana instaliranih na individualnim objektima u cilju punjenja električnih vozila.

Ključne reči: Električno vozilo, Punjač , Elektroenergetski sistem

SHORT CONTENT

There is an increasing number of electric vehicles in the world, which requires a larger number of chargers. The automotive electric vehicle industry aims to minimize battery charging time. The speed of charging the batteries is directly proportional to the power of the charger, which in the long run can have an impact on the power system.
The paper gives an overview of the concept of electric vehicles, discusses the ways of charging vehicles, and the impact of chargers on the power system.

Keywords: Electric vehicle, Charger, Electroenergy system

R-4.05

ODREĐIVANJE OPTIMALNOG PROIZVODNOG MIKSA ZA NAPAJANJE POTROŠNJE MIKRO-MREŽE

DEFINING THE OPTIMAL GENERATION MIX FOR SUPPLYING THE MICRO-GRID'S DEMAND

Vladan RISTIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije" / Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Srbija
Miljan ŽIKIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije", Srbija
Dragana VUJANOVIĆ, Resalta d.o.o., Beograd
Nebojša VUČINIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije", Srbija
Ognjen MIJUŠKOVIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije", Srbija
Stefan DESPOTOVIĆ, Elektroistok projektni biro d.o.o., Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Kao što događaji kojima svakodnevno svedočimo potvrđuju, elektroenergetika se svakako može smatrati jednom od grana industrije čiji se svaki korak pomno prati kroz prizmu ekoloških tendencija i potrebe za dugoročno održivim razvojem, bez narušavanja neprekidnosti i pouzdanosti napajanja potrošača. U skladu sa time, sve je prisutnije razmatranje rešenja koja istovremeno mogu doprineti izlasku iz pogona konvencionalnih termogeneratorskih jedinica, kao i njihovoj zameni distribuiranim proizvodnim kapacitetima baziranim na obnovljivim energentima i pružanju neophodne fleksibilnosti elektroenergetskim sistemima. Jedno od inovativnih rešenja čija bi masovnija implementacija mogla dovesti do poboljšanja po nabrojanim pitanjima jeste i razvoj mikro-mreža, koje, po definiciji, predstavljaju segmente sistema koji obično rade povezano sa ostatkom mreže, ali se, u zavisnosti od prilika u sistemu, mogu i odvojiti i funcionisati samostalno. Naravno, kako bi se ovo omogućilo, mikro-mrežama je potrebno obezbediti dovoljnu količinu proizvodnih kapaciteta. Ovi kapaciteti se gotovo uvek baziraju ili na energiji vetra, ili na solarnoj energiji, uz odgovarajuća postrojenja za skladištenje električne energije. Jasno je da je proizvodni portfolio mreže potrebno planirati tako da njegova snaga proizvodnje u što većoj meri odgovara promenama snage potrošnje u mikro-mreži. Zato će ovaj rad će sadržati analizu funkcionisanja mikro-mreže čiji će profil potrošnje biti preuzet iz realnih merenja snage konzuma 110/x kV transformatorskih stanica, pri čemu će se, što se generatora tiče, razmatrati tri slučaja – kada se potrošnja napaja isključivo iz vetroelektrane, kada se potrošnja napaja isključivo iz solarne elektrane i kada se napajanje vrši iz oba pomenuta izvora simultano. Cilj rada će biti da se, za svaki od ova tri slučaja, odredi instalisana snaga proizvodnih kapaciteta pri kojoj je odstupanje snage proizvodnje energije tih elektrana od snage potrošnje minimalno. Kao vremenski horizont na kome se analize vrše će se uzeti jednogodišnji period, dok će rezolucija analiza biti jednočasovna. Kao indikator odstupanja će se koristiti godišnji prosek kvadrata razlike snage proizvodnje i snage potrošnje u svakom satu. Ovaj rad se može posmatrati kao osnova za dalja istraživanja, što predstavlja i nameru autora.

Ključne reči: vetroelektrane, solarne elektrane, mikro-mreže, statistička analiza, proizvodni miks

ABSTRACT

As the events that we witness on a daily basis can confirm, power engineering is definitely one of the industrial branches that are closely monitored through the magnifying glass of the environmental tendencies and needs for sustainable development, without putting the reliability of the energy supply to the demand at risk. In line with that, the solutions that may simultaneously contribute to the decommissioning of the conventional thermal units, their replacement by the renewable energy sources and securing the necessary amount of flexibility to the system emerge regularly. One of the novel solutions that potentially could, if globally implemented, bring benefits related to all of the aforementioned issues are the micro-grids. These grids, by definition, represent parts of the power system that usually operate connected to the remainder of the system, but are capable of separating from it and working individually, if there is need for that. Of course, for this to be achieved, the micro-grids need to contain the sufficient amount of production capacities. These generating units almost always belong to the group of either

wind or solar plants, accompanied by the appropriate energy storage capacities. If all of that is considered, a conclusion could be reached that the operational state of the micro-grid would be better if the generation power of the built-in units could follow the power of the demand in the micro-grid. That is the reason for which this paper will deal with the analysis of the operation of the micro-grid in which the demand profile will be adapted to fit the real-life measurements of the demand of the 110/x kV substations. This demand will, depending on the selected out of the three cases, be supplied either by the wind power plant, the solar power plant, or by the combination of both of these sources. The aim of the work that will be presented in this paper will be the determination of the installed generation capacity for each of these cases, so that the deviation of the generation power from the demand power on a yearly level is minimal. The analyses will be done with the one-hour resolution. Hence, the indicator of the deviation will be the mean squared difference between the hourly production power and the hourly consumption power in the micro-grid. This paper can be seen as the foundation for the future research, which is the exact intention of the authors.

Key words: wind plants, solar plants, micro-grids, statistical analysis, generation mix

Kontakt informacije o autorima – kontakt osoba (prvi autor): Vladan Ristić, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije" / Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Srbija; e-mail adresa: vladan.ristic@ems.rs; broj telefona: +381 64 8358 231.

R-4.06

PUNIONICE ELEKTRIČNIH VOZILA NA TRŽIŠTU REPUBLIKE SRBIJE

CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Miloš KUZMAN, Udruženje za pravo energetike Srbije, Republika Srbija
Dunja GRUJIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Svedoci smo sve veće potražnje za električnim vozilima, prvenstveno usled potrebe za zaštitom životne sredine i borbe protiv klimatskih promena. Dužnu pažnju ovoj temi posvetile su izmene i dopune Zakona o energetici koje su postavile načelna pravila o regulisanju instituta punionica električnih vozila. Početak primene navedenih pravila očekuje se nakon donošenja podzakonskog akta koji će detaljnije urediti predmetnu oblast i čiji nacrt se očekuje.

U ovom radu će biti analizirana postojeća zakonska regulativa i preduslovi koji su potrebni za pružanje usluge punjenja električnih vozila u Republici Srbiji. Kako se na tržištu već pruža usluga punjenja električnih vozila, biće predstavljen i trenutni model pružanja te usluge. Takođe, u radu će biti predstavljene i dobre međunarodne prakse u ovoj oblasti, sa posebnim osvrtom na regionalne prakse.

Na kraju rada će biti razmatrane prednosti i nedostaci postojećeg sistema punjenja električnih vozila i biće date preporuke za njegov dalji razvoj i implementaciju. Istovremeno će biti istaknute pogodnosti instituta punionica električnih vozila u cilju ostvarivanja višeg stepena energetske efikasnosti, kao i mogućnosti korišćenja obnovljivih izvora električne energije za punjenje električnih vozila.

Ključne reči: električna vozila, punionice električnih vozila, pružalac usluge punjenja električnih vozila, energetska efikasnost, obnovljivi izvori električne energije

ABSTRACT

We are witnessing growing demand for electric vehicles, primarily due to the need for environmental protection and the fight against climate change. This area is regulated by amendments to the Law on Energy, which set the primary rules on the institute of charging stations for electric vehicles. Implementation of these rules is expected after the enactment of a by-law that will detail the subject area, whose draft is expected to be proposed.

This article will analyze existing legislation and preconditions needed to provide electric vehicle charging services in the Republic of Serbia. As the electric vehicle charging services are already being provided on the market, the current model of providing the service will be presented. Also, the article shall present good international practices in this area, with a special focus on regional practices.

At the end of the article, the pros and cons of the existing electric vehicle charging system shall be discussed and recommendations will be made for its further development and implementation. At the same time, the benefits of the institute of charging stations for electric vehicles will be highlighted in order to achieve a higher level of energy efficiency, as well as the possibility of using renewable electricity sources to charge electric vehicles.

Key words: electric vehicles, charging stations for electric vehicles, electric vehicle charging service provider, energy efficiency, renewable electricity sources

Kontakt informacije o autorima:
milos.kuzman@upes.rs
dunja.grujic@ods.rs

R-4.07

SOLARNE FN ELEKTRANE U LIBIJI – POTENCIJAL I KAPACITETI

SOLAR PV POWER IN LIBYA – POTENTIAL AND CAPACITIES

Sulaiman MILAD, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Vladimir KATIĆ, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Omer MOHAMOUD, Faculty of Economics and Engineering Management, Novi Sad, Serbia

KRATAK SADRŽAJ

Većinu energije proizvodi fosilna goriva u Libiji, a očekuje se da će potražnja za energijom postepeno rasti. Svet je već preduzeo dalji korak ka korišćenju obnovljive energije, tako da korišćenje fotonaponskih sistema povećava pouzdanost, efikasnost i fleksibilnost električne mreže. Imajući dug solarni dan, Libija ima najbolji potencijal za fotonaponske sisteme i to će pomoći da se smanji potražnja za električnom energijom jer se Libija suočava sa nedostatkom energije. PV sistemi povezani na mrežu i van mreže (samostalni) fotonaponski sistemi su opcija za ispunjavanje potražnje i korišćenjem solarne energije. U ovom radu se razmatra potencijal Libije za primenu fotonaponskih sistema. Takođe se razmatraju trenutni operativni fotonaponski sistem i budući pristup.

Ključne reči: Obnovljiva energija, Solarni FN sistema, Solarni potencial Libije, PV elektrane u Libiji

ABSTRACT

Most of the energy is produced by fossils fuel in Libya, and it is anticipated that the energy demand will increase gradually. The world has already taken a further step to utilize renewable energy, hence using PV system increase the reliability, efficiency, and flexibility of the electrical supply grid. Having a long solar day Libya has the best potential for PV systems and this will help to reduce the demand for electricity as Libya facing an energy shortage. Grid-connected PV systems and off-grid (standalone) PV systems both are an option for fulfilling the demand and utilizing solar energy. In this paper, the potential of Libya for a PV system application is discussed. Current operational PV systems and future approaches are considered, as well.

Keywords: Renewable Energy, Solar PV system, Solar potential of Libya, PV plants in Libya.

R-4.08

UTICAJ NEIZVESNOSTI PROIZVODNJE I POTROŠNJE NA NAPONSKE PRILIKE

INFLUENCE OF PRODUCTION AND CONSUMPTION UNCERTAINTY ON VOLTAGE CONDITIONS

Marko Z. OBRENIĆ, Schneider Electric LLC Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Predrag M. VIDOVIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Elektrodistributivni sistemi su dizajnirani da imaju određen nivo fleksibilnosti da bi mogli u svakom trenutku da zadovolje potražnju za električnom energijom. Savremene elektrodistributivne sisteme karakterišu promenljivost i neizvesnost zbog nemogućnosti procene potrošnje i proizvodnje, posebno u prisustvu obnovljivih izvora električne energije i prozjumera. Promenljivost i neizvesnost mogu da naruše željeni bilans snaga i željene naponske prilike u mreži. Zbog toga je neophodno da savremeni elektrodistributivni sistemi imaju više fleksibilnosti u pogledu potrošnje i proizvodnje. U prisustvu neizvesnosti nije jednostavno odrediti fleksibilnost, kako proizvodnje i potrošnje tako i režimskih veličina. U ovom radu je predstavljen način određivanja naponske fleksibilnosti u prisustvu neizvesnosti proizvodnje i potrošnje. Prikazana su dva načina određivanja naponske fleksibilnosti: analitički i korišćenjem proračuna tokova snaga. U oba načina su primenjeni deterministički pristup i pristup sa uvaženim neizvesnostima. Neizvesnosti su uvažene korišćenjem intervalne aritmetike i Monte Karlo simulacija. Na osnovu dobijenih rezultata pokazano je da neizvesnosti značajno utiču na naponsku fleksibilnost elektrodistributivnih sistema. Takođe, potvrđeno je da se predloženi pristup za određivanje naponske fleksibilnosti može primeniti na realnoj distributivnoj mreži. U slučajevima visokih ili niskih napona u mreži, promenom snage proizvodnje iz obnovljivih izvora utiče se na smanjenje ili povećanje tih napona. Na osnovu dobijenih rezultata potvrđeno je da je neophodno uvažiti neizvesnosti da bi se dobile realistične vrednosti za napone i da su se ti naponi sigurno smanjili ispod ili povećali iznad dozvoljenih granica.

Ključne reči: fleksibilnost, neizvesnost, distributivna mreža, intervali, Monte Karlo

ABSTRACT

Power distribution systems are designed to have a certain level of flexibility to be able to meet the power demand at any time. Modern power distribution systems are characterized by variability and uncertainty due to the impossibility of estimating consumption and production, especially in the presence of renewable energy resources and prosumers. Variability and uncertainty can disrupt the desired power balance and the desired voltage conditions in the network. Therefore, it is necessary that modern power distribution systems have more flexibility in terms of consumption and production. In the presence of uncertainty, it is not easy to determine the flexibility of both production and consumption and regime values. This paper presents a way to determine voltage flexibility in the presence of production and consumption uncertainties. Two ways of determining voltage flexibility are presented: analytical and using load flow calculation. In both ways, a deterministic approach and an uncertainty-based approach are applied. Uncertainties are taken into account using interval arithmetic and Monte Carlo simulations. The paper shows that uncertainties significantly affect the voltage flexibility of power distribution systems. Based on the obtained results, it is confirmed that the proposed approach can be applied on a real distribution network. In the case of high or low voltages in the network, changing the production from renewable sources affects the reduction or increase of these voltages. Based on the obtained results, it is confirmed that it is necessary to take into account the uncertainties in order to obtain realistic voltages and thus to claim that the voltages are certainly within the allowed limits.

Key words: flexibility, uncertainty, distribution network, interval, Monte Carlo

Marko Obrenić, marko.obrenic@schneider-electric-dms.com, marko.obrenic@uns.ac.rs
Predrag Vidović, pvidovic@uns.ac.rs

R.4.09

PRORAČUNI TOKOVA SNAGA SA SIMULTANIM PREKIDIMA FAZA

POWER FLOW CALCULATIONS WITH SIMULTANEOUS PHASE INTERRUPTIONS

Predrag M. VIDOVIĆ, Nikola R. VOJNOVIĆ, Vladimir C. STREZOSKI, Dejan D. RELJIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Rad predlaže proračune tokova snaga za višefazne (neuravnotežene) mreže sa simultanim prekidima faza. Za razliku od tradicionalnih linearnih modela za proračune mreža sa simultanim kratkim spojevima i prekidima faza, prekidi faza, u ovom radu, tretiraju se mnogo realističnije – kao ispadi koji su uključeni u nelinearne modele za distributivne proračune tokova snaga u faznom domenu. Koristeći se kompenzacionim metodom, ovaj model je raspregnut po fazama. Proračun energizovanog dela mreže radi se postupkom sumiranja struja i korekcija napona. Proračun deenergizovanog dela mreže, koji se pojavljuje zbog prekida faza, zasnovan je na linearnom metodu konturnih struja. Efikasnost postupka sumiranja struja i korekcija napona zadržana je u predloženom proračunu.

Ključne riječi: Sumiranje struja i korekcija napona, Tokovi snaga, Metod konturnih struja, Prekidi faza.

ABSTRACT

The paper proposes a power flow calculation procedure for multi-phase (unbalanced) distribution networks with simultaneous phase interruptions. Differently from traditional linear models for calculations of networks with simultaneous short-circuits and phase interruptions, phase interruptions are treated in this paper much more realistically – as outages which are incorporated in a nonlinear phase-domain distribution power flow model. Using the compensation method, this model is decoupled per phases. The calculation of the energized part of the network is carried out using a Backward-Forward Sweep based procedure. The calculation of the state of the deenergized part of the network, which appeared due to phase interruptions, is based on the linear loop current method. Thus, the efficiency of Backward-Forward Sweep is retained in the proposed procedure.

Key words: Backward-Forward Sweep, Power Flow, Loop Current Method, Phase Interruptions.

R-4.10

ТИПИЧНЕ ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ

TYPICAL DISTRIBUTION NETWORKS

Милица ДИЛПАРИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла“, Србија
Душан ВУКОТИЋ, „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Србија
Петар ПАВЛОВИЋ, Јелена ДАБИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла“, Србија
Дарко ШОШИЋ, Горан ДОБРИЋ, Универзитет у Београду Електротехнички факултет, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У процесу развоја и планирања електродистрибутивних мрежа најважнију полазну основу представља примена усвојених концепцијских решења у циљу обликовања електродистрибутивне мреже. Широка примена дистрибуиране производње, са великим уделом обновљивих извора електричне енегије, као и очекиван пораст нових категорија корисника електродистрибутивне мреже између осталих: „купаца-произвођача“, пуниоица за електрична возила, итд., као и отварање тржишта електричне енергије за остале нове категорије корисника, довешће до извесне промене карактера електродистрибутивних мрежа, које од доминантно пасивних мрежа постају - активне мреже. Моделовање активних мрежа представља изазов са којим се свако савремено електродистрибутивно предузеће суочава. У оквиру измењених услова неопходно је сагледати и верификовати пре свега већ примењиване концепције електродистрибитвих мрежа СН напонских нивоа (35 kV, 20 kV и 10 kV), са посебним осврtом на усвојене концепције аутоматизацију СН мреже, али и истражити могућности за примену нових концепцијских решења која би била примерена за све присутније активне електродистрибутивне мреже. У том циљу спроводен је велики број анализа применом савремених мрежних прорачуна (прорачуна токова снага, прорачуна кратких спојева, анализа поузданости, хармонијских анализа и др.) да би се поменути аспекти нових концепција електродистрибитивне мреже, што веродостојније и свеобухватније сагледали. У раду је представљен основни скуп типичних електродистрибутивних мрежа, пре свега на СН напонском нивоу (20 kV и 10 kV), са типичним параматрима мреже, који би служили као карактеристични модели над којима би биле спровођене анализе оптималног развоја електродистрибутивне мреже.

Кључне речи: дистрибуирана производња, активне мреже, мрежни прорачуни, карактеристична електродистрибутивна мрежа

SUMMARY

In the process of development and planning of electricity distribution networks, one of the starting points is the application of adopted conceptual solutions in prosses of designing the electricity distribution network. Widespread use of distributed generation, especially renewable energy sources, as well as the expected increase in new types of electricity distribution network users "prosumers", charging stations for electric vehicles, as well as opening the electricity market for new participants, will lead to a complete change of distribution networks that as predominantly passive become active networks. Modeling of active networks is a challenge that every modern electricity distribution company faces and considers and verifies already applied concepts of electricity distribution networks on all voltage levels within the changed conditions, but also explores the possibility of applying new conceptual solutions that would be more suitable for increasingly active distribution networks. In this sense, a significant number of analyzes are conducted using modern network calculations and software models (power flow calculations, short circuit calculations, reliability analysis, harmonic analyzes, etc.) in order to evaluate mention aspects of new concepts on credible and comprehensive way, with special emphasis on automation of MV voltage level. The paper presents the basic set of typical electricity distribution networks, primarily at the MV voltage level, with characteristic network parameters, which would serve as test models for performing the analyzes of optimal development of electricity distribution networks.

Key words: distributed generation, active network, distribution network models, typical distribution network

milica.dilparic@ieent.org, Dusan.Vukotic@ods.rs, petar.pavlovic@ieent.org, jelena.dabic@ieent.org, sosic@etf.org, dobric@etf.rs

R-4.11

EFIKASNA DISTRIBUTIVNA MREŽA- TRENUTNO STANJE I TRENDOVI
- uporedni pregled-

EFFICIENT ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK- CURRENT SITUATION AND FUTURE TRENDS
-comparative overview-

Vladica MIJAILOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak
Aleksandar RANKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak

KRATAK SADRŽAJ:

U radu je dat uporedni pregled tehno-ekonomskih parametara distributivnih mreža u Srbiji i u zemljama članicama EU, Japana i SAD-a: konfiguracija, karakteristike izvoda i transformatorskih stanica, visina gubitaka. Dat je pregled mera za smanjenje gubitaka električne energije. Posebna pažnja je posvećena merama za regulaciju napona u mrežama sa priključenim distribuiranim izvorima. Takođe, navedene su ključne promene u procesu planiranja, u okviru prelaska sa koncepta pasivne na koncept aktivne distributivne mreže.

Ključne reči: distributivna mreža- gubici- efikasnost- regulacija napona- distribuirani izvori.

ABSTRACT

The paper gives a comparative overview of the techno-economic parameters of the electrical distribution networks in Serbia and in the member states of EU, Japan and the USA: configuration, characteristics of feeders and power transformer substations, the amount of energy losses. Also, an overview of measures to reduce electricity losses is given. Special attention is devoted to measures for voltage regulation in electrical distribution networks with connected distributed sources. Also, the key changes in the electrical distribution network planning process are listed, within the transition from the concept of passive to the concept of active electrical distribution network.

Key words: electrical distribution network- losses- efficiency- voltage regulation- distributed sources.

vladica.mijailovic@ftn.kg.ac.rs, aleksandar.rankovic@ftn.kg.ac.rs

R-4.12

POKAZATELJI POUZDANOSTI DISTRIBUTIVNIH MREŽA
- uporedni pregled-

ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORKS RELIABILITY INDICES
-comparative overview-

Vladica MIJAILOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak
Aleksandar RANKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak

KRATAK SADRŽAJ:

U radu je dat uporedni pregled pokazatelja pouzdanosti koji su ostvareni u državama-članicama Evropske unije, Japanu, SAD i Srbiji. Takođe, analiziran je i uticaj distribuiranih generatora na stabilnost distributivne mreže. Uočena je korelacija između broja kvarova i stepena korišćenja energetskih kablova. Za pojedine države navedene su obaveze isporučioca energije prema potrošačima u slučaju da prekid napajanja traje duže od propisanog. Na kraju navedene su mere čijom primenom se može poboljšati pouzdanost isporuke električne energije.

Ključne reči: pouzdanost- distributivna mreža- potrošači- distribuirani generatori- automatizacija.

ABSTRACT

The paper gives a comparative overview of reliability indices of electrical distribution networks in the member states of the European Union, Japan, the USA and Serbia. Also, influence of connected distributed generators on the stability of electrical distribution network is analyzed. A correlation between the failure frequency and the degree of power cables application is observed. For some countries, obligations between the energy supplier and the customers are noticed in the case when the power outage lasts longer than it is prescribed. Finally, measures whose application can improve the reliability of electricity supply are listed.

Key words: reliability- electrical distribution network- consumers- distributed generators- automation.

vladica.mijailovic@ftn.kg.ac.rs, aleksandar.rankovic@ftn.kg.ac.rs

R-4.13

PRAĆENJE GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE PO OGRANCIMA DP BEOGRAD I ANALIZA UTICAJA PRIMENE MERA PREMA OPERATIVNOM PLANU ZA SMANJENJE GUBITAKA

ELECTRICAL ENERGY LOSSES MONITORING ON BRANCHES LEVEL OF DA (DISTRIBUTION AREA) BELGRADE AND IMPACT ANALYSIS OF APPLIED MEASURES IN ACCORDANCE WITH OPERATIONAL PLAN FOR LOSSES REDUCTION

Jelena STEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o.
Vesna STANOJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o.
Radeta MARIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o.
Darko NEDOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o.

KRATAK SADRŽAJ

U radu je prikazana razvijena metoda za proračun mesečnih gubitaka po ograncima koja se zasniva na energetskim tokovima, granicama napajanja i mestima isporuke električne energije korisnicima, a uvažava nepoklapanje teritorijalnih i energetskih granica ogranaka na konzumu DP Beograd, nedovoljan set merenih vrednosti preuzete električne energije na nižem naponu, međusobnu razmenu energije između ogranaka, kao i nepostojanje funkcija u poslovnom sistemu za izradu rekapitulacija isporučene fakturisane energije korisnicima na nivou ogranaka. Na osnovu tako određenih mesečnih i godišnjih gubitaka na nivou ogranaka i distributivnog područja Beograd u 2019, 2020 i 2021 analizirani su efekti primene relevantnih mera prema Operativnom planu za smanjenje gubitaka na mesečne gubitke i trendove promene gubitaka. Analizom je utvrđeno da je od interesa od ukupnog seta mera obuhvaćenih Operativnim planom za smanjenje gubitaka sa aspekta realnog smanjenja procentualne vrednosti gubitaka uticaj obima, kvaliteta, organizacije i dinamike realizacije: očitavanja, kontrole mernih mesta, strukture otkrivenih slučajeva i procesuiranja neovlašćene potrošnje, izmeštanja mesta merenja i zamene mernih uređaja.

Ključne reči: gubici električne energije, neovlašćena potrošnja, mere za smanjenje gubitaka

ABSTRACT

The article describes the method developed for monthly losses calculation by branches. It is based on energy flows, power supply borders and places where the energy is delivered to end users and includes mismatch between territory and energy boarders of consumption area Belgrade branches, energy exchange between branches as well as non-existence of functions within business system for creating recapitulations of delivery of invoiced energy to end users on branches level. Based on monthly and annual losses on branches level in Belgrade distribution area in 2019, 2020 and 2021 created using said method, effect of applied relevant measures in accordance with Operational plan for losses reduction were analyzed against monthly losses and trends of losses changes. The analysis established that, out of whole set of measures that are included in Operational plan for losses reduction, from the perspective of realistic decrease in percentual value of losses the following is of interest: impact of scope, quality, organization and dynamics of realization of reading, measuring point control, structure of discovered cases and prosecution of unauthorized consumption, measuring point relocation and measuring devices replacement.

Key words: electrical energy losses, unauthorized consumption, measure for losses reduction

I-4.14

ЗАКОНОДАВНО-ПРАВНИ ОКВИР ПОЗИТИВНИХ ПРОПИСА СА ПРЕДЛОГОМ ИЗМЕНА У ЦИЉУ СТВАРАЊА ЕФИКАСНИЈЕГ АМБИЈЕНТА ЗА САНКЦИОНИСАЊЕ ЗЛОУПОТРЕБА ПРИ КОРИШЋЕЊУ ЕНЕРГИЈЕ

LEGISLATIVE FRAMEWORK OF POSITIVE REGULATIONS WITH PROPOSED AMENDMENTS IN ORDER TO CREATE A MORE EFFICIENT ENVIRONMENT TO SANCTION ABUSES IN THE USE OF ENERGY

Данијела ЈОВИЋ-ПИШОТ, Јавно предузеће Електропривреда Србије
Гордана ЦВИЈИЋ, Електродистрибуција Србије д.о.о
Дарко НЕДОВИЋ, Електродистрибуција Србије д.о.о
Радета МАРИЋ, Електродистрибуција Србије д.о.о
Бранислава НИКОЛИЋ, Електродистрибуција Србије д.о.о

КРАТАК САДРЖАЈ

Предметни рад обрађује проблематику смањивања нетехничких губитака (НТГ) у дистрибутивној мрежи. У раду је приказана структура нетехичких губитака насталих по основу потрошње електричне енергије са акцентом на губитке настале неовлашћеном потрошњом електричне енергије. Кроз рад је дат правни оквир за санкционисање неовлашћене потрошње са предлогом измена позитивних прописа у циљу стварања ефикаснијег амбијента за санкционисање злоупотреба при коришћењу енергије. Посебно су описане мере и поступања оператора дистрибутивног система због онемогућавања приступа мерном месту и утицај нереализованих искључења мерних места на нетехничке губитке. У закључку је описано очекивање да ће коначном уградњом паметних бројила бити створени предуслови за превентивно деловање са циљем спречавања неовлашћене потрошње електричне енергије, добијањем информације са мерног места о покушају физичког приступа мерном месту.

Кључне речи: смањење губитака санкционисање неовлашћене потрошње, онемогућавање приступа мерном месту, паметни мерни системи

ABSTRACT

The present paper deals with the issue of reducing non - technical losses (NTL) in the distribution network. The paper presents the structure of non - technical losses caused by electricity consumption with an emphasis on losses caused by unauthorized consumption of electricity. The paper provides a legal framework for sanctioning unauthorized consumption with a proposal to amend the positive regulations in order to create a more efficient environment for sanctioning abuses in the use of energy. Measures and actions of the distribution system operator are described in particular due to the denial of access to the metering point and the impact of unrealized disconnection of metering points on non-technical losses. In conclusion, the expectation is described that the final installation of smart meters will create the preconditions for preventive action with the aim of preventing unauthorized consumption of electricity, by obtaining information from the measuring point about the attempt to physically access the measuring point.

Keywords: loss reduction sanctioning of unauthorized consumption, disabling access to the metering point, smart meters

Данијела Јовић-Пишот, danijela.jovic-pisot@eps.rs, 064/897-46-25
Гордана Цвијић, Електродистрибуција Србије д.о.о
Дарко Недовић, Електродистрибуција Србије д.о.о
Радета Марић, Електродистрибуција Србије д.о.о
Бранислава Николић, Електродистрибуција Србије д.о.о

I-4.15

POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI OBJEKATA OPŠTINE VRBAS

INCREASES IN ENERGY EFFICIENCY OF VRBAS MUNICIPAL FACILITIES

M. GLUŠAC, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

ABSTRAKT

Stanovništvo koristi razne vrste energije za svoje potrebe. Međutim, načini na koji se sva ta energija koristi bitno utiče na našu okolinu i život. Stoga je veoma važno ne samo da li štedimo energiju (da li isključujemo aparate onda kada ih ne koristimo), već i da li je koristimo na najefikasniji način. Isto tako i da se proizvodi sve više energije iz obnovljivih izvora.
Opština Vrbas je izradila više dokumenata za povećanje energetske efikasnosti: Strategija energetskog razvoja, Program prostornog snabdevanja toplotom 2021.-2030. Opštine Vrbas, Akcioni planovi i dr. Prostorno planiranje snabdevanja toplotnom energijom je tehnički i politički proces čiji je cilj utvrđivanje najprikladnijeg snabdevanja toplotnom energijom u različitim oblastima teritorije lokalne samouprave i na taj način utire put racionalnoj upotrebi energije, snabdevanju toplotom pretežno obnovljivom energijom i minimiziranju negativnog uticaja na životnu sredinu. Ono pruža osnovu za optimizaciju snabdevanja toplotnom energijom u opštini ali se istovremeno svakim potezom i planiranjem mora povećavati energetska efikasnost. Postojeći program obuhvata povećanje energetske efikasnosti jednog dela objekata vezanih za toplotnu energiju.
Rad prikazuje potrošnju energija na teritoriji Opštine Vrbas. Prezentovana su sprovedena energetska poboljšanja u prethodnom i planirana poboljšanja u narednom periodu, a sve u cilju kontinualnog poboljšanja energetske efikasnosti. Pored povećanja energetske efikasnosti bitna je zamena postojećih energenata sa energijom iz obnovljivih izvora, kao i smanjenje potrošnje energije iz postojećih izvora energije u narednom periodu.

Ključne reči: energija, energetska efikasnost, uštede

ABSTRACT

The population uses various types of energy for their needs. However, the ways in which all that energy is used significantly affect our environment and life. Therefore, it is very important not only whether we save energy (whether we turn off appliances when we are not using them), but also whether we use it in the most efficient way. Also, more and more energy is being produced from renewable sources.
The Municipality of Vrbas has prepared several documents for restoring energy efficiency: Energy Development Strategy, Spatial Heat Supply Program 2021-2030. Municipalities of Vrbas, Action plans, etc. Spatial planning of heat supply is a technical and political process whose goal is to determine the most appropriate heat supply in different areas of local self-government and thus pave the way for rational energy use, heat supply mainly renewable energy and minimize negative impact on the environment. It provides a basis for optimizing the supply of thermal energy in the municipality, but at the same time every move and planning must increase energy efficiency. The existing program includes increasing the energy efficiency of one part of the facilities related to thermal energy.
The paper shows the energy consumption on the territory of the Municipality of Vrbas. The implemented energy improvements in the previous period and the planned improvements in the following period were presented, all with the aim of continuous improvement of energy efficiency. In addition to increasing energy efficiency, it is important to replace existing energy sources with energy from renewable sources, as well as reduce energy consumption from existing energy sources in the coming period.

Key words: energy, energy efficiency, savings

M.Glušac, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Pogon Vrbas 21460 Vrbas, Save Kovačevića 84, e-mail: *milan.glusac@ods.rs*, tel 021 7950000, faks 021 7950199

R-4.16

ПОБОЉШАНО ПОДЕШАВАЊЕ ПОКАЗИВАЊА ЕНЕРГИЈЕ НА ЕКРАНУ ПАМЕТНОГ БРОЈИЛА ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ УЗИМАЈУЋИ У ОБЗИР УНУТРАШЊУ КОНСТАНТУ БРОЈИЛА

ADVANCED ADJUSTMENT OF ENERGY DISPLAY ON THE SCREEN OF THE SMART ELECTRICITY METER TAKING INTO ACCOUNT THE INTERNAL CONSTANT OF THE METER

Ђорђе ДУКАНАЦ, Акционарско друштво „Електромрежа Србије“, Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Вредност губитака зависи од параметара и режима рада електроенергетских елемената, који се налазе између места мерења и места примопредаје. Према годишњем техничком извештају ЕМС АД за 2020. годину, од 963 места мерења (обрачунских и контролних), број места мерења у електроенергетским објектима ЈП ЕПС је 568 (59%). При најчешћој употреби паметних бројила у раду у постројењу подешених за показивање електричне енергије са секундарне стране, активна електрична енергија биће очитавана на екрану бројила са додатном грешком. Тада се преносни односи напонских и струјних мерних трансформатора подешавају у паметном бројилу као 1:1. Да би се добила стварна вредност енергије, потребно је накнадно да се измерена вредност електричне енергије очитана са бројила помножи са преносним односима мерних трансформатора. Други начин је да се у паметном бројилу подесе стварни преносни односи напонских и струјних мерних трансформатора па да се на екрану бројила очитава стварна вредност електричне енергије у мегават-сатима. У овом раду разматрају се грешке очитавања електричне енергије узимајући у обзир различите: преносне односе мерних трансформатора, резолуције и јединице електричне енергије, методе подешавања паметних бројила, унутрашње константе мерила и називне секундарне струје електричних бројила. Истражује се колико су веће грешке секундарно подешених електричних бројила за индиректни прикључак са уобичајеном резолуцијом за показивање електричне енергије на три децимална места и јединицом мерења у киловат-сатима у односу на друга могућа подешења за очитавање бројила. Приметне су грешке у прорачуну техничких губитака електричне енергије на високонапонским далеководима и кабловима и енергетским трансформаторима. Зато се траже напредна решења за подешавање начина очитавања податка електричне енергије на екрану бројила.

Кључне речи: грешка приказивања – константа бројила – подешења бројила – обрачунска константа – очитана енергија.

ABSTRACT

The value of losses depends on the parameters and mode of operation of electrical grid elements, which are located between the metering point and the handover point. According to the 2020 annual technical report of JSC EMS, out of 963 metering points (billing and control), the number of metering points in the electric power facilities of PSE EPS is 568 (59%). With the most frequent use of smart meters in operation in a plant set up to display electricity from the secondary side, the active electricity will be read on the meter screen with an additional error. Then the transmission ratios of voltage and current measuring transformers are set in the smart meter as 1:1. In order to obtain the actual value of energy, it is necessary to subsequently multiply the measured value of electricity read from the meter by the transmission ratios of instrument transformers. Another way is to adjust the actual transmission ratios of voltage and current instrument transformers in the smart meter, so that the actual value of electricity in megawatt-hours is read on the meter screen. In this paper, the errors of electricity reading are considered, taking into account different: transmission ratios of measuring transformers, resolutions and units of electricity, methods of setting smart meters, internal constants of meters and nominal secondary currents of electric meters. It investigates how much higher the errors of secondarily set electric meters for indirect connection with the usual resolution for showing electricity in three decimal places and the unit of measurement in kilowatt-hours compared to other possible settings for reading meters. Errors in the calculation of technical losses of electricity on high-voltage transmission lines and cables and power transformers are noticeable. Therefore, advanced solutions are being sought to adjust the way the electricity data is read on the meter screen.

Keywords: billing constant – display error – meter constant – meter settings – read energy

R-4.17

BILATERALNO POREĐENJE IZMEĐU KONTROLNOG TELA ELEKTRODISTRIBUCIJE SRBIJE I NACIONALNE METROLOŠKE INSTITUCIJE

BILATERAL COMPARISION BETWEEN THE CONTROL BODY OF THE ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE LTD. AND NATIONAL METROLOGICAL INSTITUTION

Tatjana CINCAR – VUJOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd, Srbija
Ivana NARANČIĆ, Dejan RADOSAVLJEVIĆ, Aleksandar NIKOLIĆ,
Zoran MAKSIMOVIĆ, Petar DEAK, „Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U radu su prikazani rezultati bilateralnog poređenja između Kontrolnog tela Elektrodistribucije Srbije (laboratorija za kontrolisanje brojila električne energije) i nacionalne laboratorije za električnu energiju Direkcije za mere i dragocene metale (DMDM).
Cilj bilateralnog poređenja je potvrđivanje najboljih mernih mogućnosti laboratorija za kontrolisanje brojila električne energije Kontrolnog tela Elektrodistribucije Srbije.
Nacionalna metrološka institucija Srbije (DMDM) je odredila protokol i evaluirala rezultate bilateralnog poređenja. U svrhu artefakta, korišćeno je precizno brojilo aktivne električne energije klase tačnosti 0,2S. Nacionalna laboratorija za električnu energiju DMDM je, kao pilot laboratorija, izvršila merenja na početku i na kraju bilateralnog poređenja, a Kontrolno telo Elektrodistribucije Srbije je pilot laboratoriji dostavilo rezultate merenja i merne nesigurnosti tih rezultata.
Bilateralno poređenje je bilo uspešno i dokazana je ekvivalencija između rezultata merenja i budzeta merne nesigurnosti laboratorija učesnica.

Ključne reči: *električna energije, poređenje, merna nesigurnost*

SUMMURY

In paper is described the bilateral comparison in the field of electricity meters between the Control body of the Elektrodistribucija Srbije ltd. (laboratory for controlling electricity meters) and the National Laboratory for Electricity of the Directorate of Measures and Precious Metals (DMDM).
The aim of bilateral comparison was to verify best measurement capability of laboratories for controlling electricity meters of the Control Body of Elektrodistribucija Srbije ltd.
National Laboratory for Electricity (DMDM) wrote Protocol and evaluated results of bilateral comparison.
For the purpose of the artifact, a precise meter for active electrical energy, class accuracy 0,2S was used.
The National Laboratory for Electricity, as a pilot laboratory, performed measurements at the beginning and end of the bilateral comparison. The control body of Elektrodistribucija Srbije ltd. submitted its measurement results and measurement uncertainty to the pilot laboratory.
The bilateral comparison was successful and the equivalence between the measurement results and the uncertainty budget of the participating laboratories was proven.

Key words: *electrical energy, comparison, uncertainty of measurement*

„Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd – Novi Beograd, Bulevar umetnosti 12, Srbija
Elektrodistribucija Srbije ltd. Belgrade - Novi Beograd, Bulevar umetnosti 12, Serbia

.

Izveštaj STK 5 / *Report EC 5*

Stručna komisija 5 / *Expert Committee 5*

PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH SISTEMA
DISTRIBUTION SYSTEMS PLANNING

Predsednik komisije / *Chairman*: dr Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

U okviru STK5, u sklopu 5 preferencijalnih tema, prispelo je 14 stručnih radova koji odgovaraju karakteru skupa i preferencijalnim temama, od kojih je nakon izvršene stručne recenzije 11 svrstano u referate i 3 svrstano su u informacije. U prispjelim radovima tretirano je svih pet preferencijalnih tema u okviru kojih su razmatrane aktuelne problematike a na koje se odgovaralo savremenim inžinjerskim pristupom. Kontinuitet aktuelnost obrađenih tema i ove godine, kao i prethodnih godina, potvrdile su značaj nacionalnog komiteta CIRED-a za planiranje distributivnih mreža. Pregled radova po preferencijalnim temama, sa priloženim recenzijama dat je u nastavku.

As part of 5 preferential subjects, 14 expert papers corresponding to the character of the event and preferential subjects, 11 of which were categorized into the subjects after the professional review, 11 of which were classified as references and 3 were classified as information. All five preferential topics were included in the incoming papers, which discussed current issues and which were addressed by the modern engineering approach. The continuity of state of the art topics processed this year, as in the previous years, confirmed the importance of CIRED's national committee for distribution systems planning. An overview of the papers by preferential subjects, with reviews attached, is given below.

Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Predviđanje potrošnje i proizvodnje distribuiranih izvora / *Demand and generation forecast*

Stručni izvestilac / *Expert rapporteur*: dr Aleksandar Janjić, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

I-5.01 **PLANIRANJE GUBITAKA ENERGIJE U FOTONAPONSKOM POSTROJENJU**
ENERGY LOSSES PLANNING IN FOTOVOLTAIC POWER PLANT
Autori/*Authors*: Miodrag Zdravković, Nikola Cvetanović

Proceni gubitaka u fotonaponskom postrojenju nije se dosada poklanjala velika pažnja, tako da ovaj rad pruža znatnu pomoć projektantima i planerima u proceni očekivane proizvodnje električne energije iz fotonaponskog postrojenja. Rad je preglednog karaktera, jer prikazuje i analizira sve faktore koji utiču na gubitke energije u solarnoj fotonaponskoj elektrani.

Pitanja za diskusiju:
1. U radu nije dato poređenje gubitaka u kablovima i transformatorima za naponske nivoe 0,4kV i 0,8kV. Koliko iznosi razlika u gubicima za ove dve varijante?
2. U primeru u radu dati su samo gubici u kablovima I transformatorima. Koliko iznose ukupni gubici za analiziranu elektranu, imajući u vidu sve faktore navedene u radu?
3. Da li su autori analizirali ostale prednosti i mane korišćenja napona 800V u instalacijama, uzimajući u obzir i tehnička i zakonska ograničenja?

The assessment of losses in the photovoltaic power plant has not received much attention, so this paper provides substantial assistance to developers and planners in assessing the expected production of electricity from the photovoltaic power plant. The paper is extensive because it shows and analyzes all the factors that affect energy losses in the solar photovoltaic power plant.

Questions to discuss:
1. *No comparison of losses in cables and transformers for voltage levels 0.4kV and 0.8kV was given in the paper. What is the difference in losses for these two variables?*
2. *Only losses in cables and transformers are given in the example in the paper. What are the total losses for the analyzed plant, given all the factors listed in the paper?*
3. *Did the authors analyze the other pros and cons of using 800V voltage in installations, taking into account both the technical and legislative limitations ?*

Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2*:
Pokazatelji kvaliteta mreža: zahtevi, rezultati i poređenje / *Performance requirements, results, and benchmarking*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur*: dr Aleksandar Janjić, Miodrag Stojanović, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

R-5.02 **KOMPARATIVNA ANALIZA PROMENE SNAGE I OPTEREĆENJA U ZIMSKOM I LETNJEM PERIODU U OGRANKU ZEMUN, DP BEOGRAD OD 2011. DO 2021. GODINE**
COMPARATIVE ANALYSIS OF CHANGES IN POWER AND LOAD IN THE WINTER AND SUMMER PERIOD IN THE ZEMUN BRANCH, DA BELGRADE FROM 2011 TO 2021

Autori/*Authors*: Nataša Savić, Dobrivoje Vujić, Radeta Marić

U radu su predstavljeni podaci o desetogodišnjem trendu promene opterećenja ogranka Zemun i upoređeni sa drugim uticajnim faktorima zabeleženim u istom periodu. Ovakve informacije su od neprocenjivog značaja za praćenje i planiranje razvoja mreže i potrebno je nastaviti sa istraživanjem korelacija između različitih uticajnih faktora.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je analiziran uticaj drugih faktora, kao što su srednja mesečna temperatura?
2. Šta je po autorima uzrok prevelikog investiranja u nove kapacitete u ogranku Zemun?
3. Kakav je trend gubitaka električne energije u istom periodu?

The paper presented data on the ten-year trend of load changes of the Zemun branch and compared them to other influential factors recorded during the same period. This information is invaluable for monitoring and planning network development and should continue to explore correlations between various influential factors.

Questions to discuss:
1. Has the impact of other factors been analyzed, such as medium monthly temperature?
2. What, according to the authors, is the cause of overinvestment in new capacities in the Zemun branch?
3. What is the trend of power losses during the same period?

R-5.03 **BIVARIJABILNA STATISTIKA GUSTINE GROMA I GARANTOVANOG KVALITETA USLUGE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI PRIMENOM GAUSOVE KOPULE**
BIVARIABLE STATISTICS ON LIGHTNING DENSITY AND GUARANTEED SERVICE QUALITY IN DISTRIBUTION NETWORK USING GAUSSIAN COPULA

Autori/*Authors*: Aleksandar Janjić, Lazar Velimirović

U ovom radu je prikazan predlog metodologije za predviđanje finansijskog rizika za plaćanje kazni usled pogoršanja pouzdanosti, uzimajući u obzir udeo ekstremnih vremenskih pojava. Doprinos ove metodologije je da se indeksi pouzdanosti mogu proceniti na godišnjem nivou, uključujući ili isključujući uticaj atmosferskih pražnjenja. Metodologija pruža analitičku metodu za konstruisanje bivarijabilne funkcije raspodele sa datim marginalnim distribucijama i koeficijentom korelacije.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li se podaci korišćeni za ovaj model redovno ažuriraju i da li se raspolaže vrednostima i za nekoliko poslednjih godina?
2. Koliko je realno da se ovakav model primeni i u Srbiji?

This paper presents a proposed methodology for predicting financial risk for paying fines due to deterioration in reliability, *taking into account the share of extreme weather phenomena. The contribution of this methodology is that reliability indexes can be evaluated on an annual basis, including or excluding the impact of atmospheric discharges. The methodology provides an analytical method for constructing a bivarial distribution function with a given marginal distribution and correlation coefficient.*

Questions to discuss:
1. Is the data used for this model regularly updated and is it also available for the several recent years?
2. How realistic is it to apply this model in Serbia?

R-5.04 **POUZDANOST DISTRIBUTIVNOG POSTROJENJA KORIŠĆENJEM KLASIFIKACIONIH ALGORITAMA MAŠINSKOG UČENJA**
RELIABILITY OF DISTRIBUTION PLANTS USING CLASSIFICATION ALGORITHMS OF MACHINE LEARNING

Autori/Authors: Lazar Velimirović

Rad predstavlja kratak pregled razvijenog modela koji je u stanju da predvidi kvar opreme na osnovu asimetričnog tipa podataka dobijenih od senzora. Korišćeno je nekoliko klasifikacionih algoritama mašinskog učenja za predviđanje otkaza elementa. Pokazalo se da RF tehnika može uspešno da se koristi za klasifikaciju senzorskih podataka.

Pitanja za diskusiju:
1. Kako su odabrani podaci sa senzora koji se koriste u analizi pouzdanosti? Da li se svi raspoloživi podaci klasifikuju u nekom od izabranih algoritama?
2. Koji od navedenih faktora (dužina rada, struja pumpe, broj pokretanja, …) Ima najveći uticaj na kvarove pumpi?
3. Koje vrednosti senzora iz jedne distributivne transformatorske stanice je moguće koristiti u ovom modelu za predviđanje kvarova u postrojenju?

The paper is a brief overview of a developed model that is able to predict equipment failure based on the asymmetrical data type obtained from the sensors. Several machine learning classification algorithms were used to predict failure of an element. The RF technique has been proven to be successfully used to classify sensor data.

Questions to discuss:
1. *How were the data from the sensors used in reliability analysis selected? Are all available data classified into one of the selected algorithms?*
2. *Which of the above factors (length of operation, pump current, number of startups, ...) has the biggest impact on pump malfunctions?*
3. *What value of sensors from a single distribution transformer station can be used in this model to predict faults in the plant?*

I-5.05 **NAPONSKE PRILIKE I TOKOVI SNAGA U SREDNJENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI NAKON KVARA U PRENOSNOJ MREŽI 110 kV**
VOLTAGE CONDITIONS AND POWER FLOWS IN MEDIUM-VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK AFTER THE FAULT IN 110 kV TRANSMISSION NETWORK

Autori/*Authors*: Nikola Cvetanović, Saša Pejčić, Miroslav Dočić

Autori su pružili značajnu informaciju o realnom slučaju restauracije napajanja nakon kvara, kao i naponskim prilikama nakon restauracije. Pohvalno je što se i u našim distribucijama analiza raznih varijanti restauracije opterećenja vrši na osnovu poređenja kvantitativnih pokazatelja (kao što je napon u ovom slučaju).

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je za izbor raznih varijanti restauracije pored proračuna tokova snaga korišćen neki programski paket, namenjen pronalaženju optimalne konfiguracije?
2. Da li je pored naponskih prilika, pri izboru varijanti analiziran i neki drugi kriterijum (pouzdanost, gubici, neisporučena energija, itd.)?
3. Da li se ovakve analize vrše i pre nastanka kvara, odnosno, da li se unapred prave planovi restauracije za određene slučajeve?

The authors provided significant information about the real case of restoration of supply after the fault, as well as voltage conditions after restoration. It is commendable that in our distributions analyses of various variants of load restoration are done based on comparison of quantitative indicators (such as voltage in this case).

Questions to discuss:
1. *Was a programme package intended for finding the optimal configuration, used to select various variants of restoration in addition to calculating power flows,*
2. *In addition to voltage conditions, were any other criteria (reliability, losses, undelivered energy, etc.) analyzed when choosing variants?*
3. *Are such analyses performed even before the occurrence of failure, that is, are restoration plans made in advance for certain cases?*

Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3:*
Strukture mreža i kriterijumi za planiranje mreža / *Network schemes and design criteria*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur*: dr Aleksandar Janjić, članovi STK 5

I-5.06 **OBEZBEĐENJE KRITERIJUMA N-1 U CILJU STVARANJA USLOVA ZA REZERVNO NAPAJANJE EL.ENERGIJOM KDS KOJI SU PRIKLJUČENI U POSTROJENJU 20 kV, RADIJALNO NAPOJENE TS 110/20/10 kV "JAGODINA 3"**
PROVISION OF CRITERION N-1 IN ORDER TO CREATE CONDITIONS FOR RESERVE POWER SUPPLY WITH ELECTRICITY KDS WHICH ARE CONNECTED IN A 20 kV PLANT, RADIALLY POWERED TS 110/20/10 kV "JAGODINA 3"

Autori/*Authors*: Miroljub Petrović, Zoran Vulić

U radu je vršeno poređenje dve varijante povećanja pouzdanosti: izgradnja novog napojnog DV 110 kV po "metodi ulaz-izlaz" sa ugradnjom još jednog en.transformatora i nabavka energetskog transformatora 35/20 kV instalisane snage 8 MVA.

Pitanja za diskusiju:
1. Iako je privremeno rešenje tehnički interesantno i lakše izvodljivo, da li su autori poredili i troškove investicija, ugradnje, neisporučene energije i operativnih troškova za obe varijante?
2. Da li je sagledana i vremenska dinamika porasta opterećenja i koliko dugo će privremeno rešenje biti zadovoljavajuće?

The paper compared two variants of increased reliability: construction of a new 110 kV transmission line by "input-output method" and installation of another power transformer and procurement of a 35/20 kV power transformer of 8 MVA installed capacity.

Questions to discuss:
1. *Although the temporary solution is technically interesting and more feasible, did the authors also compare the cost of investments, installation, unsupplied energy and operational costs for both variants?*
2. *Is the time schedule of load pickup also considered, and how long will the temporary solution be satisfactory?*

R-5.07 **TEHNIČKO REŠENJE ZA REŠAVANJE PROBLEMA RADIJALNOG NAPAJANJA TS 110/35 KV KOPAONIK**
TECHNICAL SOLUTION FOR SOLVING THE PROBLEM OF RADIAL POWER SUPPLY OF SS 110/35 KV KOPAONIK

Autori/*Authors*: Željko Torlak, Branko Peruničić, Miljan Žikić, Ivan Milanov, Dana Perišić

U radu je prikazan postupak izbora mogućeg načina rešavanja problema radijalnog napajanja TS 110/35 kV Kopaonik iz koje se napaja izuzetno važan turistički centar. Sagledana su i analizirana različita varijantna tehnička rešenja, uključujući i odredjivanje mogućih trasa, kao i izbor optimalnog načina, kako tehničkog tako i finansijskog.

Pitanja za diskusiju:
1. Koji faktori su uvažavani prilikom tehnoekonomske analize i koja kriterijumska funkcija je korišćena za poređenje različitih varijanti?
2. Za koliko dugi vremenski period su računati ekonomski parametri raznih varijanti i da li je vršena aktualizacija troškova?
3. Da li EMS koristi i neki od programskih paketa za planiranje varijanti razvoja prenosne mreže?

The paper shows how to choose a possible way of solving the problem of radial power supply of SS 110/35 kV Kopaonik from which an extremely important tourist centre is supplied. Various variant technical solutions were also considered and analyzed, including determining possible routes, as well as choosing the optimal way, both technical and financial.

Questions to discuss:
1. *What factors were taken into account in the technoeconomic analysis and what criterion function was used to compare different variants?*
2. *What was the timeframe in which the economic parameters of various variants were calculated and were the costs upgraded?*
3. *Does EMS also use any programme packages to plan variants for the development of the transmission network?*

R-5.08 **PLANIRANJE RADA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE SA VELIKIM BROJEM DISTRIBUIRANIH GENERATORA**
DISTRIBUTION SYSTEM WORK PLANNING WITH LARGE NUMBER OF DISTRIBUTED GENERATORS

Autor/*Author*: Saša Đekić

Autor obrađuje vrlo aktuelnu temu integracije obnovljivih izvora u distributivnu mrežu. Na pregledan način je analiziran regulativni okvir priključenja u svetlu prilagođavanja evropskim normama. Posebno su obrađeni kriterijumi vezani za stabilnost sistema, a na praktičnom primeru razmatrano je ponašanje malih elektrana u situacijama kvara i smanjenja napona na priključcima generatora.

Pitanja za diskusiju:
1. Budući da u Republici Srpskoj postoji više operatora distributivnog sistema, da li su granice napona pri kome generator mora da ostane na mreži (slike 2 i 3) različiti u ovim ODS?
2. Kako autor tumači rezultate simulacije HE Vučje u odnosu na predloženi U-t dijagram?
3. Da li su, po saznanjima autora, odredbe standarda EN 50549 integrisane u Pravilnik o uslovima za priključenje elektrana na elektrodistributivnu mrežu Republike Srpske?

The author covers a very current topic of integrating renewable sources into the distribution network. A clear analysis of the regulatory framework of accession in light of adaptation to European norms is presented. In particular, criteria related to system stability were processed, and based on a practical example, the behaviour of small power plants was considered in situations of fault and reduction of voltage on generator connections.

Questions to discuss:
1. *Since there are several distribution system operators in Republika Srpska, are the voltage limits at which the generator must remain online (figures 2 and 3) different in these DSO's?*
2. *How does the author interpret the simulation results of the HP Wolf against the proposed U-t diagram?*
3. *Are, according to the author, the provisions of EN 50549 standards integrated into the Rulebook on the conditions for connecting power plants to the power distribution network of Republika Srpska?*

Preferencijalna tema 5 / *Preferential Subject 5:*
Strategije za investiranje / *Investment strategies*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur:* dr Aleksandar Janjić, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

R-5.9 **AGREGACIJA KOMPOZITNE VIRTUELNE ELEKTRANE – JEDAN OD MOGUĆIH ODGOVORA NA IZAZOVE ZA ELEKTROENERGETSKI SISTEM SRBIJE U PROCESU DEKARBONIZACIJE**
AGGREGATION OF COMPOSITE VIRTUAL POWER PLANT - A POSSIBLE ANSWER TO THE CHALLENGES FOR THE SERBIAN POWER SYSTEM IN THE DECARBONIZATION PROCESS

Autori/*Authors*: Vladimir Šiljkut, Nikola Georgijević, Saša Milić, Aleksandar Latinović, Dušan Vlaisavljević, Radoš Čabarkapa

Rad analizira mogućnost da „Elektroprivreda Srbije“ iskoristi najavljeno uvođenje agregatora, kao novog učesnika na tržištu električne energije. Rad je obuhvatio mnogobrojne aspekte uloge agregatora i pružio odličnu sliku mogućeg razvoja elektroprivrede i integracije obnovljivih izvora. Sprovedenom analizom dokazuje se da bi ovo rešenje imalo pozitivan uticaj na oba kraja sistema i njegove aktere, ali i na mreže između njih i njihove operatore.

Pitanja za diskusiju:
1. Autori predlažu najlogičniji poslovni model, a to je objedinjena uloga snabdevača i agregatora. Da li su razmatrani procenjeni troškovi hardverskih i softverskih resursa potrebnih za model predstavljen na slici 3?
2. Kako bi, po mišljenju autora, trebalo urediti odnose između agregatora i EDS-a, budući da je upravljanje obnovljivim izvorima većim od 160 kW u nadležnosti EDS-a?
3. U radu su pomenuta iskustva agregatora iz Holandije i Velike Britanije. Da li su autori imali uvid u način poslovanja sličnog državnog preduzeća, poput GEN-I, kao agregatora u Sloveniji i Austriji?

The paper analyzes the possibility that the "Electric Power Industry off Serbia" will use the announced rollout of aggregator as a new participant in the electricity market. The paper covered many aspects of the role of aggregator and provided an

excellent picture of the possible development of the electricity industry and the integration of renewable sources. The analysis proves that this solution would have a positive impact on both ends of the system and its stakeholders, but also on the networks between them and their operators.

Questions to discuss:
1. *The authors propose the most logical business model, which is the unified role of supplier and aggregator. Were the estimated costs of hardware and software resources required for the model as presented in Figure 3 discussed in the paper?*
2. *How, to the author's mind, should relations between aggregators and EDS be regulated, since the management of renewable sources greater than 160 kW is under the jurisdiction of EDS?*
3. *The paper mentions the experiences of aggregators from the Netherlands and The United Kingdom. Did the authors have an insight into the way a similar state-owned enterprise, such as GEN-I, emerged as an aggregator in Slovenia and Austria?*

R-5.10 **PRIMER PRORAČUNA ZA PROCENU UVOĐENJA NAPREDNIH MERNIH SISTEMA U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU**
AN EXAMPLE FOR CALCULATION OF THE IMPLEMENTATION OF SMART METERING SYSTEMS IN THE DISTRIBUTION SYSTEM

Autor/*Author*: Biljana Trivić

Rad obrađuje izuzetno aktuelnu temu analize opravdanosti uvođenja naprednih brojila i sistema za merenja i praćenje potrošnje električne energije. Sagledani su mnogobrojni faktori koji utiču na donošenje odluke o uvođenju ovakvih sistema. Na praktičnom primeru, izračunat je period otplate projekta ugradnje 100 000 brojila.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je prilikom nabavki naprednih brojila i sistema za daljinsko očitavanje u Srbiji vršena ovakva analiza?
2. U listi očekivanih koristi navedeni su: smanjenje vremena isključenja i pomeranje vršnog opterećenja. Da li autori mogu da objasne kako se novim brojilima ostvaruju ova poboljšanja?
3. Kako je u praktičnom primeru izvršena procena smanjenja tehničkih gubitaka i smanjenja troškova usled smanjenih ispada?

The paper covers an extremely current topic of analysis of the justification for the implementation of smart meters and systems for metering and monitoring electricity consumption. Numerous factors with an impact on decision-making on the implementation of such systems have been considered. On a practical example, the repayment period for the project of installing 100,000 meters was calculated.

Questions to discuss:
1. *Was such analysis conducted during the procurement of smart meters and remote reading systems in Serbia?*
2. *The list of expected benefits includes: reducing shutdown time and moving the peak load. Can the authors explain how these improvements are achieved by new meters?*
3. *How was the reduction of technical losses and cost reductions due to reduced outages evaluated in the practical example?*

Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4:*
Metode za planiranje / *Network planning*
Stručni izvestilac / *Expert rapporteur:* dr Aleksandar Janjić, Elektronski fakultet, Niš, Srbija, dr Saša Đekić, Internacionalni univerzitet Travnik, Bosna i Hercegovina

R-5.11 **MINIMALNO RAZGRANATO STABLO, BRZA APROKSIMACIJA GLOBALNOG OPTIMUMA**
MINIMUM SPANNING TREE, GLOBAL OPTIMUM QUICK APPROXIMATION

Autori/*Authors*: Branko Stojanović, Tomislav Rajić, Darko Šošić

U radu je prikazana primena algoritma minimalno razgranatog stabla za pronalažanje optimalne konfiguracije radijalne distributivne mreže. Na ilustrativnim primerima su demonstrirane odlične karakteristike algoritma u pogledu brzine pronalaženja rešenja. Iako je metoda ilustrovana na veoma uprošćenom primeru rekonfiguracije mreže, zaslužuje pažnju zbog svojih izuzetnih performansi.

Pitanja za diskusiju:
1. Koja su ograničenja predloženog algoritma u pogledu prisustva distribuirane proizvodnje u mreži?
2. Da li su autori vršili optimizaciju uvažavajući i druge kriterijume, koji se mnogo češće koriste pri rekonfiguraciji mreže, kao što su gubici energije, pouzdanost i troškovi manipulacija?

The paper shows the application of a minimum spanning tree algorithm to find the optimal configuration of the radial distribution network. Illustrative examples demonstrate the algorithm's excellent characteristics concerning the speed of finding solutions. Although the method is illustrated in a very simplified example of network reconfiguration, it deserves attention because of its outstanding performances.

Questions to discuss:
1. What are the limitations of the proposed algorithm regarding the presence of distributed production in the network?
2. Did the authors perform optimization by considering other criteria, which are used much more often when reconfiguring the network, such as energy losses, reliability, and manipulation costs?

R-5.12 **VIŠE-PERIODNO PLANIRANJE REKONFIGURACIJE UZ UVAŽAVANJE AUTOMATIZACIJE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA**
MULTI-PERIOD RECONFIGURATION PLANNING CONSIDERING DISTRIBUTION NETWORK AUTOMATION

Autori/*Authors*: Željko Popović, Neven Kovački

Problem rekonfiguracije distributivne mreže je u ovom radu sagledan kao vrlo kompleksan, uvažavajući realne troškove i ograničenja. Problem je postavljen kao višekriterijumski, gde su kriterijumi minimalni troškovi gubitaka, troškovi manipulacija i troškovi neisporučene energije usled prekida.Višekriterijumski problem rešen je svođenjem na jednokriterijumsku funkciju, a dopustivi prostor za rešenja definisan ograničenjima.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li su autori problem rešavali i na drugačiji način: metodom agregacije tri kriterijuma u jednu funkciju putem težinskih koeficijenata?
2. Koje vrednosti koeficijenata αsw i αens dobijene u konačnim rešenjima (tabela 2)?

The problem of reconfiguration of the distribution network is seen in this paper as very complex, recognizing real costs and restrictions. The problem has been set as a multi-criteria problem, where the criteria are minimal costs of losses, manipulation costs and the cost of unsupplied energy due to interruption. The multi-criteria problem has been resolved by reducing it to a single-criterion function, and the allowable space for solutions is defined by limitations.

Questions to discuss:
1. Did the authors solve the problem in a different way: by aggregating three criteria into one function through weight coefficients?
2. What values of αsw and αens coefficients obtained in final solutions (table 2)?

R-5.13 **OPTIMIZACIJA BROJA I LOKACIJE PUNJAČA ZA ELEKTRIČNA VOZILA KORIŠĆENJEM MODIFIKOVANE P–MEDIJANE**
OPTIMIZATION OF NUMBER AND LOCATION FOR ELECTRIC VEHICLES CHARGERS USING MODIFIED P-MEDIANE

Autori/*Authors*: Lazar Velimirović, Jelena Velimirović, Petar Vranić

Predmetni rad zasnovan je na multidisciplinarnom pristupu rešavanju lokacijskog problema primenom AHP metode, dominantno sa aspekta primene saobraćajnog i matematičkog modelovanja. Pored toga, u radu je kroz kriterijume tretiran i kapacitet elektroenergetske distributivne mreže. S obzirom da je CIRED profesionalna i stručna organizacija, posvećena razmeni znanja i iskustva u oblasti distribucije električne energije, kroz predmetni rad i prezentaciju istog potrebno je dodatno fokus rešavanja lokacijskog problema približiti predmetnoj tematici. Predmetni rad doprineće sveobuhvatnijem sagledavanju problematike pozicioniranja električnih punjača, posmatrano sa aspekta Operatora distributovnog sistema, i kao takav daće doprinos savetovanju CIRED Srbija.

Pitanja za diskusiju:
1. Definisati broj i snagu jedinica električnih punjača na tretiranim i odabranim lokacijama.

2. Da li su autori dobili konkretne podatke o dostupnosti elektrodistributivne mreže i raspoloživom kapacitetu iste za priključenje punjača, planirane snage, na tretiranim i odabranim lokacijama od nadležnog ODS-a? Da li su autori imali uvid u kratkoročne ili dugoročne planove razvoja nadležnog ODS-a na predmetnom području?
3. Da li su prethodno pomenuti podaci i informacije imale presudan ili određeni uticaj na kriterijume odlučivanja?

The subject paper is based on a multidisciplinary approach to solving the site problem by applying the AHP method, dominant from the aspect of the application of transport and mathematical modeling. In addition, the capacity of the power distribution network was treated through the criteria. Since CIRED is a professional and expert organization, dedicated to sharing knowledge and experience in the field of electricity distribution, through the subject paper and presentation of the same, the focus of solving the site problem should be further brought closer to the subject topic. The subject paper will contribute to a more comprehensive understanding of the problem of positioning electric chargers, observed from the aspect of the Distribution System Operator, and as such will contribute to the CIRED Serbia Conference.

Questions to discuss:
1. *Define the number and power of units of electric chargers in treated and selected sites.*
2. *Did the authors receive any specific data on the availability of the power distribution network and the available capacity of the charger, the planned power, in treated and selected sites from the competent DSO? Did the authors have any insight into the short or long-term development plans of the competent DSO in the subject area?*
3. *Did the aforementioned data and information have a decisive or certain impact on the criteria for deciding?*

R-5.14 ANALIZA RIZIKA PREKIDAČA POMOĆU INTERVALNIH VEROVATNOĆA
CIRCUIT BREAKER RISK ANALYSIS USING INTERVAL PROBABILITIES

Autori/*Authors*: Jelena Velimirović

U radu se predlaže potpuno novi način ocene rizika elektroenergetske opreme, koji je baziran na modelu dijagrama uticaja, kao jednog od vidova Bajesovih mreža. Pored toga, verovatnoće koje se koriste u ovom modelu prikazane su kao intervalne vrednosti, što pruža dodatne mogućnosti u modelovanju neizvesnosti. Metoda je ilustrovana na primeru izbora načina održavanja prekidača u distributivnom postrojenju.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je za sve čvorove potrebno koristiti intervalne verovatnoće (na primer, za vremenske uslove i opterećenje mreže) i kako je to urađeno u primeru u radu?
2. Na koji način je formirana tabela 2 i procenjene vrednosti verovatnoća kvara sprovođenjem korektivnih akcija?
3. Kako bi se sprovođenje ove metode reflektovalo na postojeću praksu remonta opreme u postrojenjima?

The paper proposes a completely new way of assessing the risks of electrical equipment, which is based on the impact diagram model, as one of the forms of Bayes' networks. Additionally, the probabilities used in this model are displayed as interval values, providing additional opportunities in uncertainty modeling. The method is illustrated by the example of choosing how to maintain a circuit breaker in a distribution facility.

Questions to discuss:
1. *Do you need to use interval probabilities for all nodes (for example, for weather conditions and network loads) and how is this done in the example in the paper?*
2. *How was table 2 formed and how were the values of probability of failure estimated by conducting corrective actions?*
3. *How would the implementation of this method be reflected on the existing practice of overhauling equipment in plants?*

I-5.01

PLANIRANJE GUBITAKA ENERGIJE U FOTONAPONSKOM POSTROJENJU

ENERGY LOSSES PLANNING IN FOTOVOLTAIC POWER PLANT

Miodrag ZDRAVKOVIĆ, Nikola Cvetanović, Elektrodistribucija Srbije, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Proračunu gubitaka pri planiranju fotonaponskog postrojenja do sada nije poklanjana prevelika pažnja. Razlog je pre svega veliki broj neizvesnih podataka koji se tiču solarnog zračenja ali i karakteristika same opreme. U ovom radu dat je pregled različitih izvora gubitaka u fotonaposnkom postrojenju. Izvršena je analiza nekoliko scenarija pri proračunu gubitaka energije, koji se pre svega odnose na primenu različitih napona na nivou samog postrojenja (0, 4 kV ili 0,8 kV). Analiza je rađena na konkretnom primeru solarne elektrane snage 9 MW.

Ključne reči: Fotonaponska elektrana, gubici električne energije, niski napon

ABSTRACT

To date, not much attention has been paid to the calculation of losses when planning a photovoltaic plant. The reason is primarily a large number of uncertain data concerning solar radiation, but also the characteristics of the equipment itself. This paper gives an overview of different sources of losses in a photovoltaic plant. The analysis of several scenarios in the calculation of energy losses was performed, which primarily relate to the application of different voltages at the level of the plant itself (0.4 kV or 0.8 kV). The analysis was performed on a specific example of a 9 MW solar power plant.

Keywords: Photovoltaic power plant, electricity losses, low voltage

Miodrag Zdravkovic, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Vranje

R-5.02

KOMPARATIVNA ANALIZA PROMENE SNAGE I OPTEREĆENJA U ZIMSKOM I LETNJEM PERIODU U OGRANKU ZEMUN, DP BEOGRAD OD 2011. DO 2021. GODINE

Nataša Savić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dobrivoje Vujić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Radeta Marić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Porast i smanjenje instalisane snage na 10, 35 i 110 kV naponu posmatran je na osnovu dokumentacije Elektrodistribucije Srbije doo Beograd o transformatorskim stanicama sa prenosnim odnosom 10/0,4 kV i X/10 kV koje su tokom ovih 10 godina stavljene pod napon ili sa njega isključene. Opterećenje konzuma Ogranka Zemun praćeno je i tokom zimskog i tokom letnjeg perioda. U radu su prikazani odnosi ukupne dodate instalisane snage i ukupnog rasta opterećenja na pomenutom području. Takođe, date su procenjene vrednosti uloženih sredstava u instalisane kapacitete na ovom Ogranku, kao i troškovi gubitaka u gvožđu (Fe) u svim novim elementima. Na osnovu izloženih tehničkih i ekonomskih podataka za transformatorske stanice 10/0,4 kV i X/10 kV u Ogranku Zemun od 2011. do 2021. godine u radu je data uporedna analiza porasta instalisane snage, promene opterećenja i gubitaka, kao i pregled procene ekonomskih rezultata investicionih ulaganja.

Ključne reči: porast opterećenja, promena instalisane snage, tehno-ekonomska analiza, planiranje mreže, investiciona ulaganja

ABSTRACT

The increase and decrease of the installed power at 10, 35 and 110 kV voltage was observed on the documentation of Elektrodistribucija Srbije doo Belgrade on transformer stations with transmission ratios of 10/0.4 kV and X /10 kV that were put under voltage or with him excluded. The consumption load of the Zemun Branch was monitored during both the winter and summer periods. The paper presents the ratios of total added installed power and total load growth in the mentioned area. Also, the estimated values of the funds invested in the installed capacities on this Branch are given, as well as the costs of losses in iron (Fe) in all new elements. Based on the presented technical and economic data for transformer stations 10 / 0.4 kV and X / 10 kV in the Zemun Branch from 2011 to 2021, the paper presents a comparative analysis of the installed power increase, load and loss changes, as well as an overview of the assessment economic results of investments.

Keywords: load increase, change of installed power, techno-economic analysis, network planning, investments

natasa.savic@ods.rs, dobrivoje.vujic@ods.rs, radeta.maric@ods.rs

R-5.03

BIVARIJABILNA STATISTIKA GUSTINE GROMA I GARANTOVANOG KVALITETA USLUGE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI PRIMENOM GAUSOVE KOPULE

BIVARIABLE STATISTICS ON LIGHTNING DENSITY AND GUARANTEED SERVICE QUALITY IN DISTRIBUTION NETWORK USING GAUSSIAN COPULA

Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Srbija,
Lazar VELIMIROVIĆ, Matematički institut Srpske akademije nauka i umetnosti, Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Da bi pravilno postavio garantovani kvalitet usluge za različite operatere distributivnog sistema (ODS), regulator mora da utvrdi uticaj ekstremnih događaja na godišnje indekse pouzdanosti i da predvidi pouzdanost ovih događaja. U ovom radu je utvrđena prostorna korelacija atmosferskih pražnjenja i godišnjih indeksa pouzdanosti za različite ODS. Korelacija se izračunava korišćenjem globalne godišnje pouzdanosti i podataka o udarima groma agregiranih iz pojedinačnih ODS-a. Metodologija je testirana na realnim operativnim podacima za period od 7 godina iz 27 delova Elektrodistribucije Srbije.

Ključne reči: Kvalitet usluge, Gausova kopula, Deregulacija, Pouzdanost elektroenergetskog sistema

ABSTRACT

In order to properly set the guaranteed quality of service for different distribution system operators (DSOs), the regulator must determine the impact of extreme events on annual reliability indices and predict the reliability of these events. In this paper, the spatial correlation of atmospheric monitoring and annual reliability indices for different DSOs was determined. The correlation is calculated using global annual reliability and lightning strike data aggregated from individual DSOs. The methodology was tested on real operational data for a period of 7 years from 27 parts of Elektrodistribucija Srbije.

Keywords: Service quality, Gaussian copula, Deregulation, Power system reliability

Aleksandar.janjic@elfak.ni.ac.rs

R-5.04

POUZDANOST DISTRIBUTIVNOG POSTROJENJA KORIŠĆENJEM KLASIFIKACIONIH ALGORITAMA MAŠINSKOG UČENJA

RELIABILITY OF DISTRIBUTION PLANTS USING CLASSIFICATION ALGORITHMS OF MACHINE LEARNING

Lazar Velimirović, Matematički institut SANU, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Cilj ovog rada je razvijanje modela koji je u stanju da predvidi kvar opreme na osnovu asimetričnog tipa podataka dobijenih od senzora. Nekoliko klasifikacionih algoritama mašinskog učenja je korišćeno za predviđanje otkaza elementa. Koristeći klasifikacione algoritme, bilo je moguće napraviti predviđanje budućih vrednosti jednostavnim unosom trenutnih vrednosti, kao i predviđanje verovatnoće svakog uzorka koji pripada svakoj klasi. Da bi se napravio model predviđanja, korišćen je skup podataka asimetričnog tipa koji sadrži gore pomenute varijable

Ključne reči: pouzdanost, mašinsko učenje, klasifikacioni algoritmi

ABSTRACT

The aim of this paper is to develop a model that is able to predict equipment failure based on the asymmetric type of data obtained from the sensor. Several machine learning classification algorithms have been used to predict element failure. Using classification algorithms, it was possible to predict future values by simply entering current values, as well as predicting the probability of each sample belonging to each class. To create a prediction model, an asymmetric data set containing the above-mentioned variables was used

Key words: reliabiity, machine learning, classification algorithm

Velimirovic.lazar@gmail.com

I-5.05

NAPONSKE PRILIKE I TOKOVI SNAGA U SREDNJENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI NAKON KVARA U PRENOSNOJ MREŽI 110 kV

VOLTAGE CONDITIONS AND POWER FLOWS IN MEDIUM-VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK AFTER THE FAULT IN 110 kV TRANSMISSION NETWORK

Nikola CVETANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Leskovac, Leskovac, Srbija
Saša PEJIČIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Niš, Niš, Srbija
Miroslav DOČIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Leskovac, Leskovac, Srbija

KRATAK SADŽAJ

Stabilnost i pouzdanost rada elektroenergetskog sistema imaju poseban značaj za isporuku električne energije krajnjim korisnicima. Zbog toga se, iz prenosnog sistema, distribucija električne energije obezbeđuje iz većeg broja transformatorskih stanica 110/x kV različitog prenosnog odnosa. Kada dođe do prekida u snabdevanju jedne ovakve transformatorske stanice, napajanje korisnika se mora obezbediti iz alternativnih pravaca.

U ovom radu su, na konkretnom primeru, detaljno predstavljene naponske prilike i tokovi snaga u srednjenaponskoj mreži nakon ispada dalekovoda 110 kV u prenosnoj mreži. Dok se ne otkloni kvar na dalekovodu 110 kV, restauracija napajanja izvršena je preko alternativnih distributivnih pravaca. U takvom uklopnom stanju je urađena analiza, a zatim upoređeni rezultati. Uvaženo je i postojanje distribuiranih izvora električne energije priključenih u mreži 10 kV. Dobijeni rezultati su iskorišćeni za korekcije napona, pre svega na transformatorima 35/10 kV. Cilj rada je ukazivanje potrebe za izgradnjom kako međupoveznih srednjenaponskih vodova 35 kV tako i rezervnih prenosnih vodova 110 kV.

Ključne reči: srednjenaponska mreža, naponske prilike, tokovi snaga, transformatorska stanica, dalekovod.

SUMMARY

Power system stability and reliability have a special significance for the electricity delivery to end users. Therefore, from the transmission system, power distribution is provided from a number of 110/x kV transformer stations with different transmission ratio. When there is an interruption in supply of one such transformer station, the user's power supply must be provided from alternative directions.

In this paper, on the basis of concrete example, voltage conditions and power flows in the medium-voltage network after the fault of 110 kV transmission line are presented in detail. Until the fault on 110 kV transmission line was eliminated, power supply restoration was performed through alternative distribution lines. In such switching state, the analysis was performed and then the results were compared. The presence of power distribution electricity sources connected to 10 kV network was also taken into account. The obtained results were used for voltage corrections, primarily on 35/10 kV transformers. The aim of this paper is to indicate the need for construction of both interconnected medium-voltage lines 35 kV and backup transmission lines 110 kV.

Key words: medium-voltage network, voltage conditions, power flows, transformer station, power line.

Nikola Cvetanović, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Leskovac, Stojana Ljubića 16, 16000 Leskovac, Srbija, nikola.cvetanovic2@ods.rs
Saša Pejičić, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Niš, Bulevar dr Zorana Đinđića 46a, Srbija, sasa.pejcic@ods.rs
Miroslav Dočić, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Leskovac, Stojana Ljubića 16, 16000 Leskovac, Srbija, miroslav.docic@ods.rs

I-5.06

OBEZBEĐENJE KRITERIJUMA N-1 U CILJU STVARANJA USLOVA ZA REZERVNO NAPAJANJE EL. ENERGIJOM KDS KOJI SU PRIKLJUČENI U POSTROJENJU 20 kV, RADIJALNO NAPOJENE TS 110/20/10 kV "JAGODINA 3"

PROVISION OF CRITERION N-1 IN ORDER TO CREATE CONDITIONS FOR RESERVE POWER SUPPLY WITH ELECTRICITY KDS WHICH ARE CONNECTED IN A 20 kV PLANT, RADIALLY POWERED TS 110/20/10 kV "JAGODINA 3"

Zoran VULIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ogranak Jagodina Srbija
Miroljub PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ogranak Jagodina Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U skladu sa zahtevima za priključenje novih kupaca odnosno korisnika DS na konzumnom području trafostanice TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ i činjenice da su u TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ na strani 20 kV već priključeni KDS u industrijskoj zoni na naponskom nivou 20 kV(KDS) kao i da se TS 35/10 kV „Jagodina I“ napaja preko tercijera transformatora 110/20/10 kV, razmatrana Zbog njenih ograničenja snagom (ima samo jedan en.transformator snage 31,5 MVA) i radijalnog napajanja preko DV 110 kV br.1227 „Jagodina 4 - Jagodina 3“, nije moguće obezbediti potrebnu sigurnost i pouzdanost u napajanju el.energijom novih industrijskih pogona. Razmatrane su dve mogućnosti: prvo rešenje kojim bi se obezbedio kriterijum sigurnosti „n-1“, povećala pouzdanost u napajanju i proširili postojeći kapaciteti ove TS je izgradnja novog napojnog DV 110 kV po “metodi ulaz-izlaz” na DV 110 kV br.105/2 „TE Morava-Jagodina 4“, ugradnja dva nova prekidača u DVP i jednog u TP kao i ugradnja još jednog en.transformatora. Drugo rešenje (privremeno dok se ne okonča realizacija po prvom rešenju) je nabavka energetskog transformatora 35/20 kV instalisane snage 8 MVA koji bi bio ugrađen u TS 35/10 kV „ Jagodina I “ na mestu transformatora br.2 koji je van pogona.Ovaj transformator bi povezan kablom 20 kV i omogućio bi prenapajanje sabirnica 20 kV u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ u slučaju ispada energetskog transformatora u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ ili napojnog dalekovoda.Zbog činjenice da je realizacija Ugovora za povezivanje trafostanice TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ sa DV 110 kV broj 105/2 „TE Morava-Jagodina 4“ planirana do kraja 2023.godine, a nakon izvršene elektroenergetske analize i potrebe za obezbeđenjem sigurnosti i pouzdanosti krenulo se u realizaciju i drugog rešenje koje će biti privremeno do završetka radova po prvom rešenju. Energetski transformator je nabavljen, postavljen i u toku su radovi na spajanju sa sabirnicama 20 kV u TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“.

Ključne reči: potrebna sigurnost, pouzdanost, prenapajanje, brzina izgradnje

ABSTRACT

In Jagodina, consumers of the industrial zone in the settlement of Rit are supplied from SS 110/20/10 kV "Jagodina 3", and it also serves as a backup power supply for SS 35/10 kV Jagodina I (tertiary). Due to its power limitations, there is only one en. transformer power 31.5 MVA) and radial power supply via 110 kV OHL No.1227 "Jagodina 4 - Jagodina 3" it is not possible to supply electricity to new industrial plants with the necessary reliability. The first solution to increase the reliability and capacity of this TS is the construction of a new power 110 kV OHL according to the "input-output method" on 110 kV OHL No. 105/2 "Jagodina 4 - TPP Morava" (which would become the main power supply OHL), installation of two new switches in DVP and one in TP as well as installation of another transformer transformer. The second solution (temporarily until the expansion of the substation according to the first solution) is the procurement of a 35/20 kV power transformer with an installed capacity of 8 MVA which would be installed in the 35/10 kV substation "Jagodina I" on the site of transformer No. 2 which is out of operation .This transformer with a 20 kV cable would enable re-supply of 20 kV busbars in the 110/20/10 kV substation "Jagodina 3" in case of failure of the power transformer in the 110/20/10 kV substation "Jagodina 3" or the power line. Due to the longer required time for the construction of a new 110 kV power line and the purchase of new equipment (currently the project documentation for the power line and the purchase of a new power transformer and equipment of DVP and TP is planned), another faster solution is being reached. according to the first solution. The power transformer has been procured and installed and the works on the connection with the 20 kV busbars in TS 110/20/10 Jagodina 3 are in progress.

Key words: required reliability, power supply, construction speed

Zoran Vulić , Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Jagodina, zoran.vulic@ods.rs, +381658333829
Miroljub Petrović , Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Jagodina, miroljub.petrovic@ods.rs, +381648333895

R-5.07

TEHNIČKO REŠENJE ZA REŠAVANJE PROBLEMA RADIJALNOG NAPAJANJA TS 110/35 KV KOPAONIK

TECHNICAL SOLUTION FOR SOLVING THE PROBLEM OF RADIAL POWER SUPPLY OF SS 110/35 KV KOPAONIK

Željko TORLAK, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije“, Beograd
Branko PERUNIČIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije“, Beograd
Miljan ŽIKIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije“, Beograd
Ivan MILANOV, „Elektroistok - projektni biro“ d.o.o, Beograd
Dana PERIŠIĆ, „Elektroistok - projektni biro“ d.o.o, Beograd

KRATAK SADRŽAJ

Svrha ovog rada je predstavljanje tehničkog rešenja za izgradnju visokonaponskog voda kojim bi se rešio problem radijalnog napajanja TS 110/35 kV Kopaonik. Tehničkim rešenjem se analiziraju varijantna rešenja, uključujući i odredjivanje mogućih trasa, kao i izbor najoptimalnijeg načina, kako tehničkog tako i finansijskog, za izgradnju visokonaponskog voda radi rešavanja problema radijalnog napajanja TS Kopaonik, iz koje se napaja izuzetno važan turistički centar. Svaki prekid osnovnog napajanja bitno ugoržava njeno funkcionisanje, pa se obezbedjivanjem dvostranog napajanja povećava pouzdanost prenosnog sistema i sigurnost snabdevanja potrošača, smanjuju se prekidi isporuke električne energije i obezbeđuje stabilan napon. Ovo će omogućiti dalji razvoj turističkog centra i ovog kraja Srbije. Prilikom izrade tehničkog rešenja razmatrane su tri varijante mogućih trasa, pa će shodno tome u radu biti grafički prikazane. Na osnovu svih pokazatelja kao i ograničenja u prostoru, koja postoje na predmetnom području, zbog dela trase koji prolazi kroz Nacionalni park „Kopaonik“, najoptimalnije rešenje za rešavanje problema radijalnog napajanja TS Kopaonik je treća varijatna koja podrazumeva izgradnju jednosistemskog dalekovoda 110 kV od postojećeg DV br. 161 TS Kraljevo 3 – TS Raška (severno od TS Raška) do TS Kopaonik, uz izgradnju dva nova zajednička stuba tipa „Bure“ sa postojećim dalekovodom 1205, zbog ograničenog prostoja na mestu ulaska u ovu transformatorsku stanicu.

Ključne reči: Tehničko rešenje - Radijalno napajanje - Dalekovod

ABSTRACT

The purpose of this paper is to present a technical solution for the construction of high voltage line which would solve the problem of radial power supply substation 110/35 kV Kopaonik. The technical solution analyzes variant solutions, including the determination of possible routes, as well as the selection of the most optimal way, both technical and financial, for the construction of high voltage water to solve the problem of radial power supply SS Kopaonik, which supplies an important tourist center. Each interruption of the basic power supply significantly impairs its functioning, so the provision of power supply increases the reliability of the transmission system and security of supply to consumers, reduces interruptions in electricity supply and provides stable voltage. This will enable further development of the tourist center and this part of Serbia. During the development of the technical solution, three variants of possible routes were considered, and accordingly, they will be graphically presented in the paper. Based on all indicators and space limitations that exist in the area due to the part of the route that passes through the National Park Kopaonik, the most optimal solution for solving the problem of radial power supply SS Kopaonik is the third variant which involves the construction of a single 110 kV transmission OHL from the existing OHL no. 161 SS Kraljevo 3 - SS Raška to SS Kopaonik with the construction of two new common poles of the type "Bure" with the existing transmission line 1205, due to limited downtime at the entrance to this substation.

Key words: Technical solution - Radial power supply - Transmission line

Kontakt informacije – Željko Torlak, e-mail adresa: zeljko.torlak@ems.rs

R-5.08

PLANIRANJE RADA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE SA VELIKIM BROJEM DISTRIBUIRANIH GENERATORA

DISTRIBUTION SYSTEM WORK PLANNING WITH LARGE NUMBER OF DISTRIBUTED GENERATORS

Saša ĐEKIĆ, ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, RS/BiH

KRATAK SADRŽAJ

Vlade u regionu intenzivno pokušavaju da decentralizuju proizvodnju u energetskom sektoru podsticanjem izgradnje distribuiranih elektrana i podsticanjem građana da proizvode električnu energiju. Nude se podsticaji, uvodi se nova kategorija “kupca-proizvođača”, tzv. "pronzjumer". U takvim okolnostima, priključenje distribuiranih proizvodnih jedinica mora biti striktno praćeno provjerom propisanih tehničkih kriterijuma i uslova priključenja. Takođe, planiranje razvoja elektrodistributivne mreže mora biti uslovljeno istim kriterijumima u očekivanim uslovima rada elektrodistributivne mreže sa velikim brojem distribuiranih generatora povezanih disperzivno na elektrodistributivnu mrežu. U suprotnom, perspektivno stanje distributivne mreže i performanse rada iste mogu biti veoma ugroženi. U radu će se kritički sagledati mogućnosti primjene ovih kriterijuma pri planiranju razvoja elektrodistributivne mreže u Republici Srpskoj/BiH, za veliki broj distributivnih agregata planiranih za priključenje kao i u pojedinačnim slučajevima, i dati konkretni prijedlozi za postizanje ovog cilja, uz primjenu specijalizovanih softverskih paketa.

Ključne reči: distributivna mreža, planiranje i razvoj, distributivni generatori

ABSTRACT

Governments in the region are intensively trying to decentralize production in the energy sector by encouraging the construction of distributed power plants and encouraging citizens to produce electricity. Incentives are offered, a new category the so-called "pronzjumer". In such circumstances, the connection of distributed generation units must be strictly accompanied by checking the prescribed technical criteria and connection conditions. Also, the planning of the development of the electricity distribution network must be conditioned by the same criteria in the expected operating conditions of the electricity distribution network with a large number of distributed generators connected dispersively through the electricity distribution network. Otherwise, the perspective state of the distribution network and its performance can become very endangered. The paper will critically review the possibilities of applying these criteria when planning the development of the electricity distribution network in Republika Srpska/BiH, for a large number of distribution generators planned for connection as well as in individual cases, and will give specific proposals for achieving this goal using specialized software packages..

Key words: power distribution network, planning and development, distributed generators

Dr Saša Đekić, ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, Nikole Pašića 77, 74000 Doboj, RS/BiH, sasa.b.djekic@elektrodoboj.net

R-5.09

AGREGACIJA KOMPOZITNE VIRTUELNE ELEKTRANE – JEDAN OD MOGUĆIH ODGOVORA NA IZAZOVE ZA ELEKTROENERGETSKI SISTEM SRBIJE U PROCESU DEKARBONIZACIJE

AGGREGATION OF COMPOSITE VIRTUAL POWER PLANT - A POSSIBLE ANSWER TO THE CHALLENGES FOR THE SERBIAN POWER SYSTEM IN THE DECARBONIZATION PROCESS

Vladimir M. ŠILJKUT, Aleksandar LATINOVIĆ, Radoš ČABARKAPA, JP „Elektroprivreda Srbije“, Beograd
Nikola GEORGIJEVIĆ, Dušan VLAISAVLJEVIĆ, Elektroenergetski koordinacioni centar, Beograd
Saša MILIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd

KRATAK SADRŽAJ

Elektroenergetika Srbije se sve više suočava s izazovima koje donosi budućnost. Gro proizvodnje električne energije počiva na niskokaloričnom lignitu, a njegov sve lošiji kvalitet uzrokuje pad nivoa sigurnosti, pouzdanosti i efikasnosti termoelektrana, a povećava zagađenje. Osim u revitalizacije, ogromna su ulaganja u nove i skupe sisteme u funkciji smanjenja emisija štetnih materija. Uz najavljene ugljenične takse, koje će rapidno rasti u budućnosti, isplativost ovih izvora i tržišna konkurentnost cene električne energije dobijene iz njih, postaju krajnje upitni i neizvesni. U uslovima neminovne dekarbonizacije se, u slučaju Srbije, postavlja i pitanje – čime nadomestiti znatne bazne (termo)kapacitete, koji će biti ugašeni?
Na drugom kraju sistema, problem predstavljaju neefikasno korišćenje električne energije, neprihvatljivo visok nivo njenih gubitaka, uključujući i one usled njenog neovlašćenog korišćenja. Pri tome, ni iz bliza nisu iskorišćene tehničke mogućnosti za upravljanje opterećenjem niti za primenu većeg broja tarifnih stavova, radi željenog odziva potrošnje.
U takvim okolnostima, ključno je pitanje – kakvu strategiju investiranja treba odabrati? Ovaj rad predlaže rešenje koje bi imalo pozitivan uticaj na oba kraja sistema i njegove aktere, ali i na mreže između njih i njihove operatore. „Elektroprivreda Srbije“ bi mogla da iskoristi najavljeno uvođenje agregatora, kao novog učesnika na tržištu električne energije, za svojevrsni zajednički poduhvat sa svojim krajnjim korisnicima, za uspostavljanje kompozitne virtuelne elektrane. Ona bi za elektroprivredu predstavljala novi, zamenski kapacitet, a za kupce izvor ušteda, pa i prihoda. Ovakva elektrana bi obuhvatila različite, dispergovane obnovljive izvore, i to ne samo električne, već i toplotne energije, sisteme za skladištenje energije, punjače za električna vozila, upravljivo opterećenje kupaca i različite programe za odziv potrošnje. Povećanjem obima ovakve agregacije, kompozitna virtuelna elektrana bi agregatoru omogućila i pružanje pomoćnih sistemskih usluga operatoru prenosnog sistema, što bi predstavljalo dodatni benefit. U sinergiji s drugim neophodnim, strateškim koracima, ovakav koncept bi Srbiji mogao da obezbedi sigurnu energetsku budućnost.

Ključne reči: Agregacija, dekarbonizacija, distribuirana proizvodnja, pomoćne usluge, odziv potrošnje, upravljanje opterećenjem, virtuelna elektrana

ABSTRACT

Serbian power industry is increasingly facing the challenges of the future. The majority of electricity generation is based on low-caloric lignite, and its deteriorating quality causes a decline in the level of safety, reliability and efficiency of thermal power plants, and increases pollution. Apart from revitalization, there are huge investments in new and expensive systems in the function of reducing emissions of pollutants. With the announced introduction of carbon taxes, which will grow rapidly in the future, the profitability of these power sources and the market competitiveness of the price of electricity obtained from them are becoming extremely questionable and uncertain. In the conditions of inevitable decarbonization, in the case of Serbia, the question arises - how to compensate significant basic (thermal) capacities, which will be shut down?
At the other end of the system, the problem is inefficient use of electricity, unacceptably high level of its losses, including those due to its unauthorized use (i.e., theft). At the same time, the technical possibilities for load management and for the application of a larger number of tariffs were not used sufficiently, to provide the desired demand response.

In such circumstances, the key question is - what investment strategy to choose? This paper proposes a solution that would have a positive impact on both ends of the system and its actors, but also on the networks between them and their operators. "Electric Power Industry of Serbia" could use the announced introduction of aggregator, as a new participant in the electricity market, for a kind of joint venture with its end users, to establish a composite virtual power plant. It would represent a new, replacement capacity for the power industry, and a source of savings and even income for customers. Such a power plant would include various, dispersed renewable sources, not only electricity but also heat, energy storage systems, chargers for electric vehicles, controllable customer load and various demand response programs. By increasing the volume of such aggregation, a composite virtual power plant would enable the aggregator to provide ancillary services to the transmission system operator, which would be an additional benefit. In synergy with other necessary, strategic steps, such a concept could provide Serbia a secure energy future.

Key words: Aggregation, Ancillary services, Decarbonization, Demand Response, Distributed Generation, Load Management, Virtual Power Plant

Kontakt informacije o autorima: vladimir.siljkut@eps.rs, +381-64-897-46-72; aleksandar.latinovic@eps.rs; rados.cabarkapa@eps.rs; nikola.georgijevic@ekc-ltd.com; dusan.vlaisavljevic@ekc-ltd.com; s_milic@yahoo.com

R-5.10

PRIMER PRORAČUNA ZA PROCENU UVOĐENJA NAPREDNIH MERNIH SISTEMA U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU

AN EXAMPLE FOR CALCULATION OF THE IMPLEMENTATION OF SMART METERING SYSTEMS IN THE DISTRIBUTION SYSTEM

Biljana TRIVIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Elektrotehnički fakultet Beograd, Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Napredni merni sistemi pomažu ostvarivanju ključnih energetskih ciljeva Evropske Unije među kojima je i omogućavanje svim potrošačima da njihovo snabdevanje električnom energijom bude po nižim cenama, a i da se oni aktivno uključuju u tržište električne energije i to tako što potrošač praćenjem svoje potrošnje, pomoću naprednog mernog sistema, dobije mogućnost da prilagođava svoju trenutnu potrošnju cenama električne energije ili da odgovori zahtevima operatora sistema - tzv. „*demand response*“ princip. Sa druge strane, operatori sistema pomoću naprednih mernih sistema imaju mogućnost da prate parametre kvaliteta isporuke električne energije i u skladu sa tim planiraju kratkoročni ili dugoročni razvoj i unapređenje svog sistema. Direktivama 2009/72 i 2019/944, kojima se definišu zajednička pravila tržišta električne energije, postavljeni su zahtevi za izradu planova implementacije naprednih mernih sistema u distributivnoj elektroenergetskoj mreži. Operator distributivnog sistema ima obavezu da izradi procenu isplativosti uvođenja naprednih mernih sistema, a ukoliko ova analiza pokaže da je isplativo uvođenje naprednih mernih sistema operator distributivnog sistema izrađuje plan implementacije naprednih mernih sistema. U ovom radu autor će prikazati jedan način za procenu uvođenja naprednih mernih sistema za devetogodišnji period. Biće prikazan predlog autora koji sve parametri mogu da se posmatraju za proračun, a to su sa jedne strane, svi benefiti koji se mogu očekivati od uviđenja naprednih mernih sistema i sa druge strane, sve što operator sistema mora da uradi da bi uveo napredne merne sistema. Bitno je napomenuti da će se za ulazne podatke koristiti podaci koji nisu stvarni već su to tzv. *dummy data* koji služe samo za testiranje predloženog načina proračuna. Za tako uzete ulazne *dummy data* dobijaju se rezultati koji će biti predstavljeni u radu. Svrha ovog rada je da se prikaže jedan primer kako može da se uradi procena uvođenja naprednih mernih sistema, bez korišćenja realnih podataka. U skladu sa tim ovaj rad ne daje stvarnu analizu isplativosti uvođenja naprednih mernih sistema u distributivni sistem.

Ključne reči: napredni merni sistem, troškovi, benefiti, operator distributivnog sistema

ABSTRACT

Advanced metering systems help achieve key energy goals of the European Union, including enabling all consumers to have their electricity supply at lower prices, and to actively participate in the electricity market by monitoring their consumption by using an advanced metering system. Costumers get the opportunity to adjust their current consumption of electricity according to current prices or to meet the requirements of system operators (*demand response principle)*. On the other hand, system operators thanks to advanced metering systems have the ability to monitor the quality of electricity supply and to plan short-term or long-term development of their system. Directives 2009/72 and 2019/944, which define common rules of the electricity market, set requirements for the development of plans for smart metering roll out in the electricity distribution network. The distribution system operator is obliged to make an assessment of the cost-effectiveness of the smart metering roll out, and if this analysis shows that the implementation of advanced metering systems is cost-effective, the distribution system operator prepares a plan for the smart metering roll out. In this paper, the author will present one way to evaluate the smart metering roll out plan for a nine - year period. It will be presented which parameters can be used for the calculation - benefits that can be expected from the smart metering roll out and costs of the system operator. It is important to note that input data will be data that are not real (*dummy data*) and they are used only for testing the proposed method of calculation. The purpose of this paper is to present an example of how an assesment of the smart metering roll out can be made, without the use of real data. Accordingly, this paper does not provide a real analysis of the cost-effectiveness of smart metering roll out in distribution system.

Key words: smart metering system, costs, benefits, distribution system opertor

Kontakt informacije o autorima – biljana.trivic@aers.rs, aca.vuckovic@aers.rs

R-5.11

MINIMALNO RAZGRANATO STABLO, BRZA APROKSIMACIJA GLOBALNOG OPTIMUMA

MINIMUM SPANNING TREE, GLOBAL OPTIMUM QUICK APPROXIMATION

Branko STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar, Srbija
Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija
Darko ŠOŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Postoji veliki broj optimizacionih metoda za rekonfiguraciju distributivne mreže u cilju smanjenja gubitaka aktivne snage što ima veliki ekonomski značaj jer na gubitke u distributivnoj mreži otpada do 15% od ukupnih gubitaka u energetskom sistemu. Na žalost zbog težine ovog problema jer je potrebno izbeći kombinatorijsku eksploziju zbog obilja potencijalnih rešenja većina metoda ne može da se primeni u realnom vremenu za distributivne mreže koje se sreću u praksi, sa velikim brojem čvorova i velikim brojem komutirajućih grana. Sve se ovo može prevazići primenom algoritma Kruskal i Prim koji radi sa težinskim koeficijentima struja grana za kompletno upetljanu mrežu. U literaturi se navodi da je brzina izvršenja ovog algoritma minimalno razgranatog stabla, za mrežu od 10476 čvorova reda 1.4 sekunde što do sada ni jedna razvijena metoda ne može da ispoštuje. Ova heuristična metoda ipak ne iznalazi globalni optimum već rešenje njemu blisko koje može poslužiti za dalju optimizaciju. U ovom radu prikazani su rezultati primene algoritma na mreži od 69 čvorova i 73 grane i na mreži od 118 čvorova sa 132 grane. Vreme izvršenja algoritma, na ovim mrežama, za koji je potreban samo jedan proračun tokova snaga je gotovo trenutno. Sve ovo govori u prilog implementaciji algoritma minimalno razgranatog stabla. Napominjemo da je kod njega i problem radijalnosti i povezanosti mreže prevaziđen jer rešenje zadovoljava oba ova uslova. U radu je ovaj algoritam upoređen sa algoritmom simuliranog kaljenja.

Ključne reči: rekonfiguracija, minimalno razgranato stablo, gubici aktivne snage, simulirano kaljenje

SUMMARY

There is vast number of distribution network reconfiguration methods for loss reduction as losses in distribution network are approximately 15% of losses in complete power system. Unfortunately because combinatorial explosion should be avoided as there is large number of potential solutions majority of methods cannot be implemented in real time for networks with many nodes and a lot of commutating branches. All these can be overcome with Kruskal and Prim algorithm which works with weighting coefficients of currents for completely meshed network. It is mentioned in literature that for network of 10476 nodes it terminates in 1.4 seconds that cannot be achieved with any other known method. This heuristic algorithm finds solution very close to global optimum that can serve for further improvements. In this paper two networks are analyzed with 69 nodes and 73 branches and with 118 nodes and 132 branches. Execution time on these networks is almost instant and only one power flow is necessary. These are all benefits for implementing minimum spanning tree algorithm. It is important to point out that both radiality and network connectivity are satisfied as solution complies with both these constraints. Comparison is done with simulated annealing algorithm.

Key words: reconfiguration, minimum spanning tree, active power loss, simulated annealing (SA)

R-5.12

VIŠE-PERIODNO PLANIRANJE REKONFIGURACIJE UZ UVAŽAVANJE AUTOMATIZACIJE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

MULTI-PERIOD RECONFIGURATION PLANNING CONSIDERING DISTRIBUTION NETWORK AUTOMATION

Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Neven KOVAČKI, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U ovom radu je prikazan pristup za više-periodno planiranje rekonfiguracije distributivnih mreža u kojima postoje daljinski kontrolisani i nadzirani rasklopni uređaji (automatizovani rasklopni uređaji). Predloženi pristup koristi model zasnovan na mešovitom celobrojnom linearnom programiranju koji eksplicitno razmatra uticaj automatizovanih uređaja na trajanje prekida napajanja (trošak usled prekida napajanja). On omogućuje dobijanje skupa neinferiornih rešenja (planova rekonfiguracije) u svakom razmatranom periodu. Ovi planovi se zatim koriste u okviru algoritma dinamičkog programiranja za generisanje i ocenu skupa više-periodnih planova rekonfiguracije primenjujući rekurziju (zaključivanje) unazad. Na ovaj način predloženi pristup rešava (prevazilazi) dva nedostatka dekompozicionih modela za rekonfiguraciju mreže: i) suviše kratak horizont planiranja i ii) suviše malo generisanih i ocenjenih više-periodnih planova. Prikazani rezultati pokazuju da predloženi pristup ima potencijal da unapredi proces planiranja rekonfiguracije distributivnih mreža sa automatizovanim rasklopnim uređajima.

Ključne reči:automatizovan rasklopni uređaj, rekonfiguracija distributivne mreže, dinamičko programiranje, više perioda, više kriterijuma, mešovito celobrojno linearno programiranje

SUMMARY

This paper presents an approach for multi-period reconfiguration planning of distribution networks where remotely controlled and supervised switches (automated switches) are installed. The proposed approach employs a multi-objective mixed integer linear programming model that explicitly considers the influence of the automated switches on the interruption duration (interruption cost). It enables obtaining a set of noninferior solutions (reconfiguration plans) in each period. These plans are then used within the dynamic programming framework to identify and evaluate a number of high-quality multi-period reconfiguration plans by employing the backward induction. In this way, the proposed approach overcomes two shortcomings of the decomposition network reconfiguration planning methods: i) too short a planning horizon and ii) too few generated and evaluated alternatives. The presented results show the potential of the proposed approach to improve the multi-period reconfiguration planning process in distribution networks with automated switches.

Keywords: automated switches, distribution network reconfiguration, dynamic programming, multi-period, multi-objective, mixed-integer linear programming

Željko Popović, Fakuktet tehničkih nauka, Novi Sad, zpopovic@uns.ac.rs
Neven Kovački, Fakuktet tehničkih nauka, Novi Sad, kovackin@uns.ac.rs

R-5.13

OPTIMIZACIJA BROJA I LOKACIJE PUNJAČA ZA ELEKTRIČNA VOZILA KORIŠĆENJEM MODIFIKOVANE P–MEDIJANE

OPTIMIZATION OF NUMBER AND LOCATION FOR ELECTRIC VEHICLES CHARGERS USING MODIFIED P-MEDIANE

Lazar Velimirović, Jelena Velimirović, Petar Vranić, Matematički institut SANU, Beograd

KRATAK SADR\AJ

Električna vozila (EV) zahtevaju pouzdane javne mreže za punjenje. Ovom zadatku se obično pristupa optimizacijom prostorne distribucije unapred definisanog broja stanica, na osnovu brojnih kriterijuma za izbor. U radu je predstavljen novi višekriterijumski pristup optimizaciji kako broja stanica za punjenje tako i lokacija. Procedura optimizacije se zasniva na ispunjenju sledećih kriterijuma: troškovi ugradnje EV, pješačke udaljenosti do lokacija punjača, sigurnost lokacije, pristup parkingu i kapacitet distributivne mreže. Nova metodologija korišćena za analizu je bazirana na p-medijanu modifikovana iterativnim pristupom i udaljenostima ponderisanim pristupom Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP).

Ključne reči: Stanica za punjenje električnih vozila; Izbor lokacije; Višekriterijumska analiza; Optimizacija; Modifikovana p-medijana; AHP

ABSTRACT

Electric vehicles (EVs) require reliable public charging networks. This task is usually approached by optimizing the spatial distribution of a predefined number of stations, based on a number of selection criteria. The paper presents a new multi-criteria approach to optimizing both the number of charging stations and locations. The optimization procedure is based on meeting the following criteria: EV installation costs, walking distance to charger locations, site security, parking access and distribution network capacity. The new methodology used for the analysis is based on the p-median modified by the iterative approach and the distance-weighted approach of the Analytical Hierarchical Process (AHP).

Keywords: Electric vehicle charging station; Location selection; Multicriteria analysis; Optimization; Modified p-median; AHP

Velimirovic.lazar@gmail.com

R-5.14

ANALIZA RIZIKA PREKIDAČA POMOĆU INTERVALNIH VEROVATNOĆA

CIRCUIT BREAKER RISK ANALYSIS USING INTERVAL PROBABILITIES

Jelena D. Velimirović, Matematički institut SANU, Beograd

KRATAK SADRŽAJ

Neizvesnošću nekoliko parametara koji utiču na pouzdanost prekidača se upravlja korišćenjem metoda teorije verovatnoće i odlučivanja. Dijagrami uticaja—kao proširene Bajesove mrežne funkcije sa intervalnim verovatnoćama predstavljenim kroz skupove verodostojnosti—odabrani su za scenario prediktivnog modeliranja zamene najkritičnijih prekidača u optimalnom vremenu. Naime, na osnovu dostupnih podataka o prekidačima i drugim varijablama koje utiču na razmatrani model složenog elektroenergetskog sistema, grupa stručnjaka je bila u mogućnosti da proceni situaciju koristeći intervalne verovatnoće umesto uobičajenih verovatnoća. Može se zaključiti da predloženi pristup jasno ukazuje na prednosti korišćenja intervalne verovatnoće pri donošenju odluka u sistemima kakav je razmatran u ovom radu.

Ključne reči: Dijagrami uticaja, intervalne verovatnoće, rizik, zamena prekidača

ABSTRACT

The uncertainty of several parameters that affect the reliability of the switch is managed using the methods of probability theory and decision making. Influence diagrams — as extended Bayesian network functions with interval probabilities represented through credal sets — were selected for the predictive modeling scenario of replacing the most critical switches at the optimal time. Namely, based on the available data on switches and other variables that affect the considered model of a complex power system, a group of experts was able to assess the situation using interval probabilities instead of the usual probabilities. It can be concluded that the proposed approach clearly indicates the advantages of using interval probability in decision making in systems as discussed in this paper

Keywords: Influence diagrams, interval probabilities, risk, switch replacement

Izveštaj STK 6 / *Report EC 6*

Studijski Komitet 6 / *Expert Committee 6*

TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE I DEREGULACIJA
ELECTRICITY MARKET AND DEREGULATION

Predsednik komisije / *Chairman*: Dr Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Članovi komisije i stručni izvestioci:
- Dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije (u penziji), Beograd
- Dr Savo DJUKIĆ, Schneider Electric Novi Sad
- Ratko ROGAN, Elektrodistribucija Srbije, Direkcija za upravljanje DEES, Novi Sad
- Marko JANKOVIĆ, EMS, Direktor direkcije za tržište električne energije, Beograd
- Bratislav DŽOMBIĆ, Windvision

Committee members and Expert rapporteurs are:
- *Gordan TANIĆ, PhD, AERS Serbia (retired), Belgrade*
- *Savo DJUKIĆ, PhD, Schneider Electric Novi Sad*
- *Ratko ROGAN, Electric Power Distribution of Serbia, Management Directorate DEES, Novi Sad*
- *Marko JANKOVIĆ, EMS, Director of Electricity Market Directorate, Belgrade*
- *Bratislav DŽOMBIĆ, Windvision*

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 12 radova u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje referata:
1. Otvaranje tržišta električne energije i restrukturiranje elektroprivrede u regionu, praksa i iskustva
2. Regulacija, modeli regulacije, uloga regulatora, izmene i unapređenja
3. Učesnici tržišta električne energije, modeli snabdevanja i modeli tržišta
4. Distribuirani izvori energije u konkurentnim uslovima otvorenog tržišta

Članovi komisije su izvršili recenzije prijavljenih referata i u nastavku su data zapažanja, komentari i pitanja autorima za diskusiju na savetovanju.

Within the scheduled timeframe for receipt of papers and after consideration by reviewers and expert rapporteurs, 12 papers were accepted in accordance with preferential subjects from the call for papers:
1. Opening of the electricity market and restructuring of the electricity industry in the region, practices and experiences
2. Regulation, regulatory models, regulatory role, modifications and promotions
3. Electricity market participants, supply models and market models
4. Distributed energy sources in competitive open market conditions

Members of the commission reviewed the reported papers and below were given observations, comments and questions to the authors for the consultation discussion.

Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1:*
Otvaranje tržišta električne energije i restrukturiranje elektroprivrede u regionu, praksa i iskustva
Opening of electricity market and restructuring of electricity sector in the region, practice and experiences

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije (u penziji), Ratko ROGAN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, dr Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Marko JANKOVIĆ, Akcionarsko društvo Elektromreža Srbije, dr Savo DJUKIĆ, Schneider Electric d.o.o. Novi Sad

I-6.01 **ANALIZA KRETANJA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE KRAJNJEG KUPCA NA OTVORENOM TRŽIŠTU U REPUBLICI SRBIJI U PERIDU 2014-2021. GODINE**
ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF ELECTRICITY PRICES OF THE END CUSTOMER ON THE OPEN MARKET IN THE REPUBLIC OF SERBIA IN THE PERIOD 2014-2021.

Autori / *Authors*: Zoran Jeremić, Milan Danilović, Milena Radivojevic

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je rast takse na CO2 jedini uzrok drastičnog skoka cena aktivne energije na tržištu?
2. Šta mislite kako bi se mogli smanjiti rizici kod dugoročne projekcije cena aktivne električne energije? Da li je korišćenje fjučersa jedino moguće rešenje?

Questions to discuss:
1. *Is the growth of the CO2 tax the only cause of a dramatic increase in the price of active energy on the market?*
2. *How do you think the risks of long-term projection of active electricity prices could be reduced? Is using futures the only possible solution?*

I-6.02 **USPON I PAD MALOPRODAJNIH TRŽIŠTA U EVROPI SA OSVRTOM NA SRBIJU**
THE RISE AND FALL OF THE ELECTRICITY RETAIL MARKETS IN EUROPE, WITH EMPHASIS ON SERBIA

Autori / *Authors*: Pavle Radojević, Mladen Apostolović

Pitanja za diskusiju:
1. Koji bi model po vama najboljie štitio snabdevače u kriznim situacijama.
2. Da li mislite da postojeći tržišni model velikoprodajne cene baziran na marginalnim troškovima (pay -as -clear) može da bude uspešan, posebno u slovima sve veče zastupljenosti obnovljivih izvora.

Questions to discuss:
1. *Which model do you think would best protect suppliers in crises situations.*
2. *Do you think that the existing wholesale price-based market clearing under **marginal** pricing can be successful, especially in terms of increasing representation of renewable sources.*

R-6.03 **METODOLOGIJA GLOBALNE KONTROLE KLJUČNIH POSTUPANJA ODS-A NA MALOPRODAJNOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE**
METHODOLOGY OF GLOBAL CONTROL OF KEY PROCEDURES OF DSO IN THE RETAIL ELECTRICITY MARKET

Autori / *Authors*: Branislav Radović, Slobodan Stojkov, Dragan Sudžum

Pitanja za diskusiju:
1. Da li se metodologija primenjuje i u Sektorima PTISG drugih Distributivnih područja?
2. Koji je procenat nesaglasnih mernih mesta u DP Novi Sad?
3. Koliki je procenat nesaglasnih mernih mesta u celoj Elektrodistribuciji? (procena)

Questions to discuss:
1. Does the methodology apply in the PTISG sectors of other Distribution areas?
2. What is the percentage of non-consensual metering points in DP Novi Sad?
3. What is the percentage of non-consensual metering points in the entire Distribution Company? (assessment)

R-6.04 **ANALIZA POSTUPANJA ODS-A PRI PRESTANKU REZERVNOG SNABDEVANJA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU NOVI SAD ZA 2021 GODINU**
ANALYSIS OF THE DSO CONDUCT IN THE CASE OF CESSATION OF LAST RESORT SUPPLY IN THE NOVI SAD DISTRIBUTION AREA FOR 2021

Autori / *Authors*: Slobodan Stojkov, Branislav Radović, Dragan Sudžum

Pitanja za diskusiju:
1. Kako će na proces opisan u ovom radu uticati okončanje procesa razdvajanja _ODS-a i EPS-a (formalno pravno i tehnološki)?
2. Da li može da se pretpostavi uzrok ovako velikom procentu netačnih navoda u EPS-ovom nalogu?

Questions to discuss:
1. *How will the process described in this work be affected by the completion of the unbundling (deregulation) process DSO and EPS (formally legally and technologically)?*
2. *Can you guess the cause of such a large percentage of incorrect allegations in EPS's account?*

I-6.05 **OCENA UTICAJA COVID-19 NA PRIHOD OD PRISTUPA ODS-A DISTRIBUTIVNOG PODRUČJA NOVI SAD ZA 2020. I 2021. GODINU**
EVALUATION OF THE IMPACT OF COVID-19 PANDEMIC ON THE INCOME FROM THE DSO ACCESS OF THE NOVI SAD DISTRIBUTION AREA FOR 2020. AND 2021.

Autori / *Authors*: Milana Lolić, Srđan Pavlović

U radu se daje ocena uticaja Covid-19 na isporuku električne energije, a samim tim i na prihod od pristupa sistemu Elektrodistribucije Srbije (EDS), DP Novi Sad za 2020. i 2021. godinu. Na osnovu analize je zaključeno je da je Covid- 19 uticao na smanjenje isporuke kod kategorija srednji napon, niski napon i široka potrošnja zbog smanjenja privrednih aktivnosti. Zatim, autor smatra da su za kategoriju domaćinstvo veći uticaj imali drugi faktori i da Covid-19 nije imao značajan uticaj. Na kraju, konstatuje se da je uticaj Covid-19 bio najveći u 2020. godini sa padom potrošnje oko 5% za privredne potrošače u kategorijama srednji i niski napon i široka potrošnja ostali.

The paper assesses the impact of Covid-19 on electricity delivery, and therefore on the revenue from access to the system of The Electricity Distribution Company of Serbia (EDS), distribution area (DP) Novi Sad for 2020 and 2021. Based on the analysis, it was concluded that Covid-19 influenced a reduction in delivery in medium voltage, low voltage and broad consumption due to a decrease in economic activity. The author also believes that for the household category, other factors had a greater impact and that Covid-19 did not have a significant impact. In the end, it noted that the impact of Covid-19 was highest in 2020. with a decline in consumption of about 5% for commercial consumers in the medium and low voltage and broad consumption (other) category.

Pitanja za diskusiju:
1. Na grafiku 3 prikazano je kretanje isporuke aktivne energije za kategoriju široke potrošnje domaćinstva, gde je evidentan pad u period 2016 - 2019, a zatim skok potrošnje 2020. i 2021. godine. Međutim, autori zaključuju da je taj skok rezultat drugih uticaja, a ne Covid-19. Ipak, bilo bi očekivano da pod uticajem Covid-19 dođe do porasta potrošnje u domaćinstvima zbog zatvaranja, izolacije, većeg boravka kod kuće, rada od kuće i slično, što se i vidi na grafiku. Zašto su autori zaključili da Covid-19 nije imao uticaja i koji su to drugi faktori po njima doveli do značajnog povećanja potrošnje?
2. Na grafiku 5 vidi se kontinualni pad potrošnje u javnoj rasveti 2016 - 2021, za oko 30%. S obzirom da broj svetlećih tela svakako raste velikom izgradnjom u zemlji, kako autori objašnjavaju ovako značajan i kontinualni pad?

Questions to discuss:
1. *Graph 3 shows the movement of active energy delivery for the household consumption category, where there has been a sharp decline in 2016 -2019, followed by an increased demand in 2020 and 2021. However, the authors conclude that the increase was due to other impacts, not Covid-19. Nevertheless, it would be expected that under the impact of Covid-19 there would be an increase in domestic demand due to the lock-down, isolation, longer stay at home, work from home and similar, as shown in the graph. Why did the authors conclude that Covid-19 had no impact and what other factors to their belief led to a significant increase in demand?*
2. *Graph 5 shows a continuous decline in public lighting spending in 2016 - 2021, by about 30%. Since the number of glowing bodies is certainly growing with rapid construction in the country, how do the authors explain such a significant and continuous decline?*

R-6.06 **UTICAJ OTVARANJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA CIJENE ZA KOMERCIJALNO SNABDIJEVANJE U REPUBLICI SRPSKOJ U 2021. GODINI**
THE IMPACT OF THE OPENING OF THE ELECTRICITY MARKET ON PRICES FOR COMMERCIAL SUPPLY IN THE REPUBLIC OF SRPSKA IN 2021

Autori / *Authors*: Dunja Mirjanić, Željko Marković

U radu je na jasan način predstavljen put otvaranja tržišta električne energije u Bosni Hercegovini sa posebnim osvrtom na stanje tržišta električne energije u Republici Srpskoj. Kroz konkretne informacije i brojeve su pokazani uticaji ključnih parametara na formiranje trenutne cene električne energije, pre svega se misli na uticaj C02 i cene gasa. Ovi činioci iako ne predstavljaju direktnu komponentu u ceni proizvodnje električne energije proizvodnih kompanija u Bosni i Hercegovini itekako neposredno utiču na cenu električne energije na veleprodajnom i maloprodajnom tržištu celog regiona jugoistočna Evropa.

The paper clearly presents the way for the opening of the electricity market in Bosnia and Herzegovina with special focus on the state of the electricity market in Republika Srpska. Concrete information and numbers have shown the impact of key

parameters on the formation of the current electricity price, primarily referring to the impact of C02 and gas prices. These factors, although not a direct component in the price of electricity generation of production by production companies in Bosnia and Herzegovina, have a profound effect on the price of electricity in the wholesale and retail market of the entire Region of Southeast Europe.

Pitanja za diskusiju:
1. Bosna i Hercegovina za razliku od ostalih zemalja u regionu ipak ima konkurenciju kada su u pitanju proizvodjaci i snabdevaci, odnosno pruzaoci usluga balansiranja sistema. Tu se pre svega misli na tri velike proizvodne kompanije i EFT. Medjutim ta konkurencija nije dokazana u praksi. Da li mozete da sumirate u kratkim crtama konkretne razloge kasnjenja u deregulaciji energetskog sektora BiH i otvaranja tržišta za krajnje kupce u poredjenju sa drugim zemljama regiona koji imaju dominantne tržišne učesnike (dominantnog proizvodjača i snabdevača).
2. Šta je razlog neučešća velikih proizvodnih kompanija iz BiH (izuzev EPRS) na veleprodajnim i maloprodajnim tržištima susednih zemalja i zemalja regiona. Da li bi tim učešćem, s obzirom na zahteve regulacije cene za krajnje kupce, proizvodne kompanije iz BiH mogle da obezbede stabilnije poslovanje do potpunog otvaranja tržišta električne energije u BiH.
3. Da li smatrate da buduće organizovano tržište el.en u BiH može da bude likvidno bez market copuling procesa i da li su radjene analize u smislu kakav bi uticaj spajanja tržišta bio na cene el.en u BiH.

Questions to discuss:
1. *Bosnia and Herzegovina, unlike other countries in the region, still has competition when it comes to manufacturers and suppliers, as well as providers of system balancing services. This primarily refers to the three large production companies and EFT. But that competition has not been proven in practice. Can you summarize in short terms the specific reasons for the delayed deregulation of the B&H energy sector and the opening of the market for end customers compared to other countries in the region that have dominant market participants (the dominant producer and supplier).*
2. *What is the reason for the non-participation of large B&H production companies (except EPRS) in the wholesale and retail markets of neighbouring countries and countries in the region. Could this participation, given the requirements of price regulation for the end customers, B&H production companies ensure a more stable business until the full opening of the Electricity Market in B&H?*
3. *Do you believe that the future regulated market in B&H can be liquid without the market coupling process and have analyses been done in terms of what the impact of the merger of the market would be on the prices of el.en in B&H?*

R-6.07 TRENDOVI U VALIDACIJA KOORDINISANIH PREKOGRANIČNIH KAPACITETA
TRENDS IN COORDINATED CROSS - ZONAL CAPACITY CALCULATION VALIDATION

Autori / *Authors*: Predrag Vujović, Luka Strezoski

U radu se opisuje proces validacije koordinisanih prekograničnih kapaciteta, identifikuju problemi u predmetnom procesu i predlažu unapređenja istog.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li je autorima poznato koji su potencijalni pravci unapređenja procesa koordinisane validacije?
2. Da li su autori sagledavali kompleksnost implementacije predloženih unapređenja procesa lokalne validacije?

The paper describes the process of validation of coordinated cross-border capacities, identifies problems in the promotion of the same.

Questions to discuss:
1. Are the authors aware of the potential directions for improving the co-ordinated validation process?
2. Did the authors look at the complexity of implementing proposed improvements to the local validation process?

Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2:*
Regulacija, modeli regulacije, uloga regulatora, izmene i unapređenja
The Regulation, regulatory models, role of Regulators, changes and improvements

Stručni izvestilac / *Expert rapporteur*: dr Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad

I-6.08 **NAČIN PROVOĐENJA MJERODAVNOSTI REGULATORNE KOMISIJE ZA ENERGIJU U FEDERACIJI BIH U ELEKTROPRIVREDNOJ DJELATNOSTI DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PRIMJERU JP ELEKTROPRIVREDA HZ HB D.D. MOSTAR**
IMPLEMENTING THE COMPETENCIES OF THE ENERGY REGULATORY COMMISSION IN THE FEDERATION OF BIH IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION PROCESS – CASE STUDY FROM JP ELEKTROPRIVREDA HZ HB D.D. MOSTAR

Autori / *Authors*: Zorica Mandarić, Mijo Terkeš, Josip Baković

U radu su navedeni osnovni podaci o Regulatornoj komisiji za energiju u Federaciji BiH (FERK) i o distribuciji električne energije (OJ) u okviru JP Elektroprivreda HZ HB d.d. Mostar. Dalje su detaljno analizirani načini sprovođenja nadleznosti FERK na primeru OJ Distribucije električne energije..

The paper lists basic data on the Regulatory Commission for Energy in the Federation of B&H (FERK) and the distribution of electricity (OJ) within PE Elektroprivreda HZ HB d.d. Mostar. Further detailed ways of implementing FERK's jurisdiction, for example OJ Electricity Distribution.

Pitanja za diskusiju:
1. Vidi se da je JP Elektroprivreda HZ HB Mostar i dalje vertikalno organizovano preduzeće koje obavlja regulisane delatnosti (distribucija, javno i rezervno snabdevanje) i tržišne delatnosti (proizvodnja električne energije, prodaja el.energije na tržištu), što nije usaglašeno sa principima otvorenog tržišta i direktivama Evropske Unije (treći i četvrti paket). Da li se predviđa izdvajanje Distribucije električne energije iz JP Elektroprivrede?
2. Naveli ste da se uskoro očekuju izmjene zakonske regulative u smislu donošenja novog Zakona o energiji i regulaciji energetskih djelatnosti, donošenje novog Zakona o električnoj energiji i novog Zakona o korištenju OIE u Federaciji BiH , šta se očekuje kao novina u ovim novim zakonskim propisima?

Questions to discuss:
1. *PE Elektroprivreda HZ HB Mostar is still a vertically organized company that performs regulated activities (distribution, public and reserve supply) and market activities (electricity production, electricity sales on the market), which is not in line with the principles of the open market and directives of the European Union (third and fourth packages). Is the extraction of electricity distribution stipulated from PE Elektroprivreda?*

Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3:*
Učesnici tržišta električne energije, modeli snabdevanja i modeli tržišta
Electricity market participants, supply models and market models

Stručni izvestioci / *Expert rapporteurs*: Bratislav DŽOMBIĆ, Windvision, dr Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad

R-6.09 **MODELI FUNKCIONISANJA AGREGATORA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE**
MODELS OF THE FUNCTIONING OF AGGREGATORS IN THE ELECTRICITY MARKET

Autori / *Authors*: Dunja Grujić, Milos Kuzman

Pitanja za diskusiju
1. Koji tip kupaca i proizvođača bi bili napogodniji da budu uključeni u agregaciju u Srbiji?
2. Kolikom minimalnom snagom svojih potrošača i proizvođača bi, po proceni autora, trebalo agregator u Srbiji da upravlja kako bi to imalo benefite na rad distributivnog sistema?
3. Koje tehničke zahteve je potrebno da kupac ili prozvođač ispune kako bi bili deo agregacije i da li je potrebno predložiti izmene drugih propisa u ovom smeru?

Questions to discuss:
1. *Which type of customers and manufacturers would be more suitable to be involved in aggregation in Serbia?*

2. *How much minimum power of its consumers and manufacturers should, according to the authors, be managed by the aggregator in Serbia in order to benefit from the operation of the distribution system?*
3. *What technical requirements do the customer or manufacturer need to meet in order to be part of the aggregation and should other regulations be proposed in this direction?*

R-6.10 **KUPAC-PROIZVOĐAČ IZ KATEGORIJE DOMAĆINSTVO NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI**
PROSUMER FROM THE HOUSEHOLD CATEGORY ON THE ELECTRICITY MARKET IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Autori / *Authors*: Jadranka Ristić

Pitanja za diskusiju:
1. Šta bi snabdevači mogli da urade u cilju motivisanja kupaca da postanu kupci-proizvođači?
2. Da li je regulativa o kupcima-proizvođačima u Srbiji dovoljno precizna i jasna krajnjim kupcima?
3. Da li se u Srbiji uočavaju prepreke širenju kupaca-proizviđača (kao što su neinformisanost, tehnički uslovi, finansije, administrativne procedure)?

Questions to discuss:
1. *What could suppliers do to motivate customers to become prosumers?*
2. *Is the regulation on prosumers in Serbia accurate and clear enough for end customers?*
3. *Are obstacles to the expansion of prosumers in Serbia (such as lack of information, technical conditions, finances, administrative procedures)?*

I-6.11 **DEREGULACIJA TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE I UTICAJ GLOBALNIH POREMEĆAJA NA NJEGOVO FUNKCIONISANJE**
DEREGULATION OF THE ELECTRICITY MARKET AND THE IMPACT OF GLOBAL CRISIS ON ITS FUNCTIONING

Autori: Authors: Dragana Barjaktarević, Negica Rajakov, Željko Marković, Aca Marković

U radu se daje kratak istorijat deregulacije i otvaranja tržišta električne energije u Evropskoj Uniji i Srbiji, sa kratkim opisom funkcionisanja tržišta u Srbiji. Posebno se razmatraju novine koje su donele izmene i dopune Zakona o Energetici i donošenje novog Zakon o obnovljivim izvorima 2021. godine. Na kraju, razmatra se uticaj globalnih poremećaja (Covid kriza, rat u Ukrajini) na funkcionisanje tršišta električne energije i izvode određeni zaključci i preporuke.

The paper provides a brief history of deregulation and the opening of the electricity market in the European Union and Serbia, with a brief description of the functioning of the market in Serbia. In particular are being disussed innovations which resulted in amendments to the Energy Law and the enactment of the new Law on Renewable Energy Sources in 2021. Finally, the impact of global disruptions (Covid crisis, war in Ukraine) on the functioning of electricity markets is discussed and certain conclusions and recommendations are drawn up.

Pitanja za diskusiju:
1. Koji deo energije utrošene na teritoriji Republike Srbije obezbeđuje EPS-a kao garantovani i komercijalni snabdevač, a koji deo energije drugi konkurentni snabdevači?
2. S obzirom na dominaciju EPS-a kao garantovanog i komercijalnog snabdevača, da li se može govoriti o funkcionalno otvorenom tržištu električne energije ili samo o regulatorno uređenim uslovima za funkcionisanje otvorenog tržišta u Republici Srbiji?
3. Da li je realno da se razvojem energetike dekarbonizuje proizvodnja električne energije u Srbiji do 2050. godine , u smislu napuštanja proizvodnje iz uglja?

Questions to discuss:
1. *What part of energy consumed on the territory of the Republic of Serbia is supplied by EPS as the guaranteed and commercial supplier, and what part of energy is supplied by other competitive suppliers?*
2. *Given the dominance of EPS as the guaranteed and commercial supplier, can we talk about a functionally open electricity market or only of regulated conditions for the functioning of the open market in the Republic of Serbia?*
3. *Is it realistic that the development of energy will decarbonize electricity production in Serbia by 2050, in terms of abandoning coal production?*

Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4:*
Distribuirani izvori energije u konkurentnim uslovima otvorenog tržišta
Distributed Energy Resources in competitive environment of open electricity market

Stručni izvestilac / *Expert rapporteur:* dr Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad

I-6.12 **DIREKTNI DALEKOVOD I NJEGOVA ULOGA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE**
DIRECT ELECTRICITY LINE AND ITS ROLE IN THE ELECTRICITY MARKET

Autori / *Authors*: Branislava Lepotić Kovačević, Ljiljana Hadžibabić, Aleksandar Kovačević

U radu se razmatra problematika direktnog dalekovoda kao instrumenta koji može da unapredi tržište električne energije u smislu povećanja izbora i konkurentnosti učesnika na tržištu , racionalizacije troškova i društvene koristi. Sa aspekta investitora, direktni dalekovod omogućava veći izbor investicionih modela, kako u proizvodne objekte, tako i u industrijske i druge objekte potrošača električne energije.

The paper discussest the problem of direct electricity lines as an instrument that can improve the electricity market in terms of increasing the options and competitiveness of market participants, rationalisation of costs and social benefits. From the investor's point of view, direct electricity supply enables a greater selection of investment models, both in generating facilities and in industrial and other facilities of electricity consumers.

Pitanja za diskusiju
1. Da li su autori upoznati sa nekom uspešnom realizacijom direktnog dalekovoda, kao referentnim primerom za predložene analize?
2. Da li se može uspostaviti veza između koncepta direktnog dalekovoda i koncepta zatvorenog distributivnog sistema?

Questions to discuss:
1. *Are the authors aware of any successful realization of direct electricity lines, as a reference example for proposed analyses?*
2. *Can a link be established between the concept of direct electricity lines and the concept of a closed distribution system?*

I-6.01

ANALIZA KRETANJA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE KRAJNJEG KUPCA NA OTVORENOM TRŽIŠTU U REPUBLICI SRBIJI U PERIDU 2014-2021. GODINE

ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF ELECTRICITY PRICES OF THE END CUSTOMER ON THE OPEN MARKET IN THE REPUBLIC OF SERBIA IN THE PERIOD 2014-2020.

Zoran Jeremić, JP EPS Beograd Srbija,
Milan Danilović, , JP EPS Beograd Srbija,
Milena Radivojević, JP EPS Beograd Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Struktira računa za električu energiju krajnjeg kupca na otvorenom tržištu sadrži parametre za obračun utrošene električne energije, parametre za obračun pristupa elektroenergetskom sistemu, takse i naknade.
Poseban akcenat je dat na analizu kretanja cene aktivne električne energije koja je u obuhvaćenom periodu obarala sve do tada relevantna predviđanja i ostvarene maksimume.Ovakvim promenama tržište je samo sebe razorilo, a krajnji kupci i snabdevači našli su se u potpuno drugačijem i nepredvidivom poslovnom okruženju za neposredno ugovaranje.
Jedna od predpostavki da otvaranjem tržišta električne energije krajnji kupac treba da ima određene benefite i povećanu sigurnost u snabdevanju, sada se dovelo u pitanje. U radu je prikazana zastupljenost aktivnih snabdevača na otvorenom tržištu električne energije u Republici Srbiji koja je direktno povezana sa trenutnim tržišnim promenama, kao i uloga rezervnog snabdevača u ovim promenama. Kao jedna do sada od najspecifičnijih godina za otvoreno tržište električne energije,posebno je obrađena i sagledana 2021.godina.
Cilj rada je da se detaljnije sagleda otvoreno tržište u posmatranom periodu i širi auditorijum upozna sa kretanjem cena na otvorenom tržištu električne energije za snabdevanje krajnjih kupaca.

Ključne reči: cena, tržište, krajnji kupac

ABSTRACT

The structure of the end customer´s electricity bills on the open market contains parameters for the calculation of consumed electricity, parameters for the calculation of access to the electricity system, fees and charges. Special emphasis was given to the analysis of the movement of the price of active electricity, which in the period covered all relevant forecasts and achieved maximums. With such changes, the market destroyed itself, and end customers and suppliers found themselves in a completely different and unpredictable business environment **for** direct contracting.
One of the assumptions that by opening the electricity market, the end customer should have certain benefits and increased security of supply, has now been called into question. The paper presents the representation of active suppliers on the open electricity market in the Republic of Serbia, which is directly related to current market changes, as well as the role of the backup supplier in these changes. As one of the most specific years for the open electricity market so far, 2020 has been specially treated and considered.
The aim of this paper is to look at the open market in more detail in the observed period and to acquaint the wider audience with the movement of prices on the open electricity market for the supply of end customers.

Key words: price, market, end customer

Kontakt informacije o autorima-zoran.m.jeremic@eps.rs;milan.danilovic@eps.rs;milena.radivojevic@eps.rs

I-6.02

USPON I PAD MALOPRODAJNIH TRŽIŠTA U EVROPI SA OSVRTOM NA SRBIJU

THE RISE AND FALL OF THE ELECTRICITY RETAIL MARKETS IN EUROPE, WITH EMPHASIS ON SERBIA

Pavle RADOJEVIĆ, Restart Energy d.o.o. Beograd, Srbija
Mladen APOSTOLOVIĆ, EFT Trade d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Maloprodajna tržišta električne energije doživela su svojesvrstan krah u drugoj polovini 2021. godine zbog rekordnih cena krajnjim kupcima, uzrokovanih različitim faktorima. Glavni razlozi na globalnom nivou su porast potražnje za gasom, hladna zima zbog koje su skladišta gasa iscrpljena, tempo oporavka potražnje za energijom širom Azije prouzrokavan post kovid krizom, što je direktno uticalo na veleprodajne cene. Nepripremljeni, i bez risk strategije za ovakve situacije, snabdevači su kako zbog sopstvene pasivnosti, neblagovremene nabavke unapred ugovorenih prodajnih količina po fiksnim cenama, odnosno ne pokrivanja prodatih pozicija od strane snabdevača, tako i zbog špekulacija i odluka snabdevača da nabavljenu električnu energiju prodaju umesto već ugovorenim potrošačima, na veleprodajnom tržištu po višestruko većim cenama, dovela je do lančane reakcije kolapsa većine malih i srednjih snabdevača električne energije širom Evrope, a kojoj je predhodilo nekontrolisano i često povećanje cena prema potrošačima kako bi ublažili negativne efekte svojih odluka. Iz ovog razloga su skoro sve evropske države, pa i Srbija, pribegle raznolikim merama za ublažavanje posledica enormno uvećanih cena za potrošače, kroz direktnu pomoć potrošačima i snabdevačima – ograničavanjem maksimalne prodajne cene uz istovremenu nadoknadu razlike u ceni do tržišne, preko subvencija rezervnim snabdevačima, zatim javnim preduzećima koja se bave snabdevanjem, kao i regulatornim merama u smislu privremenog smanjenja poreza. Sve mere koje su zabeležene širom Evrope, prezentovane su u ovom radu, sa posebnim akcentom na Srbiju. Nemogućnost slobodnog tržišta da adekvatno odgovori na ekstremne poremećaje, podvlači značaj upravljanja rizicima, planiranja, a posebno re-planiranja u elektroenergetskom sektoru. Kao ogledni primer i prikaz ozbiljnosti, širine i dubine ove krize, detaljnije je opisana situacija u Velikoj Britaniji. Na samom kraju rada su sublimirane aktivnosti koje su preduzimane radi prevazilaženja krize u snabdevanju, održavanja cenovnih nivoa na prihvatljivom nivou kako za domaćinstva tako i za privredu, a dat je prikaz negativnih efekata koje će ovo ostaviti na maloprodajna tržišta uz komentare o mogućem ublažavanju novonastale situacije.

Ključne reči: Rizik, Električna energija, Maloprodaja, Tržište

ABSTRACT

Retail electricity markets experienced in second half of 2021 a unique “collapse” due to record highs of endcustomers electricity prices, caused by various factors. The trouble stems from a global surge in a gas demand, following a cold winter that left gas storage facilities depleted, plus a rebound in post-lockdown energy demand across Asia, which directly inflicted to wholesale electricity prices. Unprepared, without risk strategy for such situations, suppliers are due to their own passivity, or untimely hedging of pre-agreed fix-price sales quantities, or their speculation and decision of suppliers to sell hedged electricity instead to already contracted consumers, at the wholesale market at higher prices, has led to a chain reaction of the collapse of most small and medium-sized electricity suppliers across Europe, which was preceded by uncontrolled and frequent price increases to mitigate the negative effects of their decisions. For this reason, almost all European countries, including Serbia, have resorted to various measures to mitigate the effects of enormously increased prices for consumers, through direct help to consumers and suppliers by limiting the maximum selling price while compensating the difference in price to market price, through subsidies to suppliers of last resort, then to public stateowned enterprises engaged in supply, as well as regulatory measures in terms of temporary tax reductions. All these measures, which have been observed across Europe, are presented in this article, with emphasis on Serbia. The problem of inability of the free market to adequately respond to extreme disturbances, underscores

the importance of risk management, planning, and especially re-planning in the electricity sector field. As a respectable example and presentation of the seriousness and depth of this crisis, the situation in Great Britain is described in more detail. At the end of the paper are sublimated activities undertaken to overcome the supply crisis, maintaining price levels at an acceptable level for both households and the economy, and an overview of the negative effects this will leave on retail markets with comments on the possible mitigation of the new unfavorable situation.

Key words: Electricity, Retail, Market, Price, Risk

Pavle RADOJEVIĆ – pavle.radojevic@restartenergy.rs, Mladen APOSTOLOVIĆ – mladen.apostolovic@eft-group.net

R-6.03

METODOLOGIJA GLOBALNE KONTROLE KLJUČNIH POSTUPANJA ODS-a NA MALOPRODAJNOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE

METHODOLOGY OF GLOBAL CONTROL OF KEY PROCEDURES OF DSO IN THE RETAIL ELECTRICITY MARKET

Branislav RADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Slobodan STOJKOV, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dragan SUDŽUM, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Funkcinisanje maloprodajnog tržišta karakteriše veliki broj korisnika sistema (mernih mesta), zatim značajan broj učesnika na tržištu i brojne postupke koji se mogu paralelno odvijati. Ispravnost rada svih učesnika na tržištu je neophodan uslov za funkcionisanje tržišta električne energije. Operator distributivnog sistema je ključni subjekt u funkcionisanju maloprodajnog tržišta električne energije. Brojnost kako korisnika distributivnog sistema tako i brojnost različitih mogućih postupaka koji se odvijaju usložnjavaju njihov nadzor i kontrolu. U radu se prezentuje razvijena metodologija globalne kontrole ključnih postupanja ODS-a. U radu su definisana ključna postupanja ODS-a koja su predmet kontrole.Metodologija je zasnovana na osnovnim operacijama sa skupovima nad mernim mestima. Operacije sa skupovima se sprovode na osnovu evidencija u bazama ODS-a i bazama snabdevača: o pripadnosti mernog mesta snabdevaču, o statusu mernog mesta i o elementima ugovora o snabdevanju. To omogućuje da se utvrde prvo razlike u bazama ODS-a i snabdevača o pripadnosti snabdevačima, zatim da se uvede status mernog mesta kao i na kraju razmatranje elemenata o ugovoru o snabdevanju, što sve omogućuje osnovanu pretpostavku o uzroku nesaglasnosti. Kvalitet metodologije je što obuhvata sva merna mesta koja su u bazama ODS-a i snabdevača i što se kontrolišu različiti postupci ODS-a nezavisno od toga kako je organizovano njihovo odvijanje u ODS-u. Razvijena metodologija omogućuje da se efikasno utvrde propusti, njihovi uzroci i shodno tome da se isti otklone , bez obzira ko je propust načinio ODS ili snabdevač. Prezentovana metodologija je razvijena i efikasno se primenjuje u Sektoru PTiSG u Novom Sadu.

Ključne reči: Operator distributivnog sistema, snabdevač, kontrola ključnih postupaka, nesaglasnost.

ABSTRACT

The functioning of the retail market is characterized by a large number of system users (metering points), then by a significant number of market participants and numerous procedures that can take place in parallel. The correctness of work of all market participants is a necessary condition for the functioning of the electricity market. Distribution system operator is a key subject in functioning of the retail electricity market. Both the number of distribution system users and the number of different possible procedures that take place complicate their supervision and control. The paper presents the developed methodology of global control of the key
procedures of DSO. The paper defines the key procedures of DSO that are subject to control. The methodology is based on basic set operations on metering points. Set operations are carried out on the basis of records in the DSO bases and the suppliers' bases: on the affiliation of the metering point to the supplier, on the status of the metering point and on the elements of supply contract. This enables first to determine the differences in the bases of DSO and of the suppliers about the affiliation to the suppliers, then to introduce the status of the metering point and finally to consider the elements of the supply contract, which all enables a reasonable assumption of the cause of inconsistency. The quality of the methodology is that it includes all metering points that are in the bases of DSO and of suppliers and that different procedures of DSO are controlled regardless of how their conducting in DSO is organized. The developed methodology enables the efficient determination of omissions, their causes and, consequently, their elimination, regardless of who has made the omission, DSO or the supplier. The presented methodology has been developed and is effectively applied in the PTiSG Sector in Novi Sad.

Key words: distribution system operator, supplier, key procedures control, inconsistency.

Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor PTiSG, Bulevar oslobođenja br. 100, Novi Sad, Srbija, mob 0648372050, branislav.radovic@ods.rs,
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Zrenjanin, Pančevačka 46, Zrenjanin, Srbija, slobodan.stojkov@ods.rs
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor PTiSG, Bulevar oslobođenja br. 100, Novi Sad, Srbija, dragan.sudzum @ods.rs

R-6.04

ANALIZA POSTUPANJA ODS-a PRI PRESTANKU REZERVNOG SNABDEVANJA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU NOVI SAD ZA 2021 godinu

ANALYSIS OF THE DSO CONDUCT IN THE CASE OF CESSATION OF LAST RESORT SUPPLY IN THE NOVI SAD DISTRIBUTION AREA FOR 2021

Slobodan STOJKOV, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Branislav RADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dragan SUDŽUM, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Zakonom o energetici u Republici Srbji je predviđena javna usluga rezervnog snabdevanja u čijoj realizaciji ključnu ulogu imaju Operator distributivnog sistema (ODS) i rezervni snabdevač. U ODS-u Sektoru PTiSG Novi Sad razvijena je metodologija postupanja operatora distributivnog sistema pri prestanku rezervnog snabdevanja. Razvijena je i programska podrška koja omogućava da se ima potpun nadzor i kontrola procesa tokom postupaja ODS-a pri prestanku rezervnog snabdevanja. U ovom radu su prezentovani rezultati detaljne anlize postupanja ODS-a pri prestanku rezervnog snabdevanja za 2021 godinu. Prezentovani su rezultati analize navoda iz dopisa rezervnog snabdevača o mernim mestima kojima je prestalo rezervno snabdevanje, u smislu postojanja osnova da ODS realizuje obustavu električne energije. Nakon toga izvršena je detaljna analiza postupanja svih ogranaka distributivnog područja Novi Sad. Posebnom pažnjom su analizirana merna mesta kod kojih nije realizovana obustava, detaljno su analizirani razlozi nerealizovanja obustave, izvršena je njihova tipizacija i u skladu sa njom izvršena je kvantifikacija. U zaključku su navedena zapažanja koja omogućuju poboljšanja u radu ODS-a i rezervnog snabdevača pri prestanku rezervnog snabdevanja.

Ključne reči: Operator distributivnog sistema, snabdevač, rezervno snabdevanje, obustva isporuke električne energije

ABSTRACT

The Law on Energy in the Republic of Serbia envisages the public service of last resort supply, in the implementation of which the Distribution System Operator (DSO) and the last resort supplier have a key role. The DSO Sector of PTiSG Novi Sad has developed the methodology for the actions of distribution system operator in the case of cessation of last resort supply. The software support that enables the complete supervision and control of the process in the course of the DSO conduct when the last resort supply ceases has also been developed. This paper presents the results of a detailed analysis of the DSO conduct in the case of cessation of last resort supply for 2021. The results of the analysis of the claims in the last resort supplier's letter on metering points where the last resort supply has been interrupted are presented, in terms of the existence of grounds for DSO to realize the suspension of electricity. After that, a detailed analysis of the conduct of all branches of the Novi Sad distribution area has been performed. The metering points with an unrealized suspension have been analysed with special attention, the reasons for not realizing the suspension have been analysed in detail, their typification has been performed and in accordance with it, the quantification has been performed. In the conclusion, the observations that enable improvements in the work of DSO and the last resort supplier in the case of a cessation of last resort supply have been stated.

Key words: distribution system operator, supplier, last resort supply, suspension of electricity supply

Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Zrenjanin, Pančevačka 46, Zrenjanin, Srbija,
mob 0648372302, slobodan.stojkov@ods.rs
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor PTiSG, Bulevar oslobođenja br. 100, Novi Sad, Srbija,
mob 0648372050, branislav..radovic@ods.rs,
EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Sektor PTiSG, Bulevar oslobođenja br. 100, Novi Sad, Srbija,
dragan.sudzum @epsdistribucija.rs

I-6.05

OCENA UTICAJA COVID-19 NA PRIHOD OD PRISTUPA ODS-a DISTRIBUTIVNOG PODRUČJA NOVI SAD ZA 2020 I 2021 GODINU

EVALUATION OF THE IMPACT OF COVID-19 PANDEMIC ON THE INCOME FROM THE DSO ACCESS OF THE NOVI SAD DISTRIBUTION AREA FOR 2020. AND 2021.

Milana Lolić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Srđan Pavlović, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Pandemija Covid-19 je od marta 2020. godine značajno uticala na privredu i celokupni život stanovništva. U radu se daje ocena uticaja Covid-19 na isporuku električne energije, a samim tim i na prihod od pristupa distributivnom sistemu Elektrodistribucije Srbije, distributivnog područja Novi Sad za 2020. i 2021. godinu. Analizirana je isporuka po kategorijama korisnika distributivnog sistema (DS) za period od 2016. do 2021. Na osnovu isporuke i njenih pokazatelja u periodu od 2016. do 2019. procenjena je isporuka za 2020. i 2021. pod uslovima da nije bilo Covid-19 pandemije. Analizom pokazatelja učešća višeg i nižeg tarifnog stava, odnosa aktivne energije i prekomerne snage i odnosa ukupne reaktivne energije i aktivne energije, utvrđene su obračunske veličine za obračun pristupa distrubitivnom sistemu za procenjene bilanse u uslovima bez Covid-19 pandemije. Na osnovu tako utvrđenih bilansa isporuke utvrđen je prihod od pristupa distributivnom sistemu za 2020. i 2021. za uslove bez Covid-19. Tako procenjeni prihod od pristupa je upoređen sa prihodima za ostvarene bilanse isporuke za 2020. i 2021. godine u uslovima Covid- 19. Radi korektne komparacije prihoda, u svim proračunama prihoda od pristupa distributivnom sistemu, primenjen je cenovnik od 17.09.2021.

Ključne reči: Operator distributivnog sistema, isporuka električne energije, prihod od pristupa distributivnom sistemu ODS-a, Covid-19, distributivno područje Novi Sad

SUMMURY

Since March 2020, the Covid-19 pandemic has significantly affected the economy and the entire life of the population. The paper evaluates the impact of Covid-19 on electricity supply, and therefore on the income from the DSO access of the Novi Sad distribution area for 2020 and 2021. The supply has been analyzed by categories of the system users for the period from 2016 to 2021. Based on the analysis of supply and its indicators in the period from 2016 to 2019, the supply for 2020 and 2021 has been estimated provided there was no Covid-19 pandemic. Based on the analyses of the participation indicators of higher and lower tariff rates, the ratio of active energy and excessive power and the ratio of total reactive energy and active energy the calculated values have been determined for the calculation access to the distribution system for the estimated balances in conditions without Covid- 19. On the basis of such determined balances of supply, the income from the DSO access has been determined for 2020 and 2021 for conditions without Covid- 19. The income from the access estimated in such way has been compared with the incomes for the realized supply balances for 2020 and 2021 in the conditions of Covid- 19. For the purpose of correct comparison of incomes, in all calculations of incomes from the access to the distribution system, the price list from September 17, 2021 has been applied.

Key words: distribution system operator, electricity supply, income from the access to DSO

Milana Lolić, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor Sektor za planiranje i analizu, Bulevar umetnosti br 12, Novi Beograd, Srbija, mob. 0600645262, email: milana.lolic@ods.rs,
Srđan Pavlović, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor Sektor za planiranje i analizu, Bulevar umetnosti br 12, Novi Beograd, Srbija, mob. 0668044818, email: srdjan.pavlovic@ods.rs

R-6.06

UTICAJ OTVARANJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA CIJENE ZA KOMERCIJALNO SNABDIJEVANJE U REPUBLICI SRPSKOJ U 2021. GODINI

THE IMPACT OF THE OPENING OF THE ELECTRICITY MARKET ON PRICES FOR COMMERCIAL SUPPLY IN THE REPUBLIC OF SRPSKA IN 2021

Dunja MIRJANIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
Željko MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U Republici Srpskoj, formalno-pravni uslovi za otpočinjanje procesa otvaranja tržišta električne energije su se stekli stupanjem na snagu Zakona o električnoj energiji, krajem 2007. godine i Pravilnikom o snabdijevanju kvalifikovanih kupaca i postupku promjene snabdjevača, koji je stupio na snagu krajem 2014. godine. Ipak do otpočinjanja stvarnog procesa otvaranja tržišta električne energije nije došlo sve do stupanja na snagu Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o snabdijevanju kvalifikovanih kupaca i postupku promjene snabdjevača, koji je stupio na snagu u martu 2019. godine.
U radu se najprije ispituju i analiziraju do sada sprovedene aktivnosti na liberalizaciji tržišta električnom energijom u Republici Srpskoj, a potom se analiziraju efekti otvaranja tržišta, uporedo sa eksternim kretanjima na tržištima okolnih zemalja, na razvoj cijena električne energije na komercijalnom snabdijevanju.
Na kraju se ispituje otpornost uspostavljenog tržišta električne energije u Republici Srpskoj i okruženju u uslovima poremećaja na tržištu izazvanim velikim društvenim poremećajima poput globalne COVID pandemije ili krizi izazvanoj ratom u Ukrajini.

Ključne reči: Liberalizacija tržišta električne energije, Republika Srpska, Elektroprivreda Republike Srpske, Unutrašnje tržište električne energije

ABSTRACT

In Republic of Srpska, the formal legal conditions for starting the process of opening the electricity market were met with the entry into force of the Law on Electricity in late 2007 and the Rulebook on Supplying Qualified Customers and the Procedure for Changing Suppliers, which entered into force in late 2014. However, the actual process of opening the electricity market did not begin until the Amendments to the Ordinance on the Supply of Qualified Customers and the Procedure for Changing Suppliers entered into force, in March 2019.
The paper first examines and analyses the activities carried out so far on the liberalization of the electricity market in Republic of Srpska, and then analyses the effects of market opening, along with external trends in the markets of neighbouring countries, on the development of electricity prices in commercial supply.
Finally, the resilience of the established electricity market in Republic of Srpska and the surrounding area in the conditions of market disturbances caused by major social disturbances such as the global COVID pandemic or the crisis caused by the war in Ukraine is examined.

Key words: Liberalization of the electricity market, Internal electricity market, Republic of Srpska, Electrical Industry of Republic of Srpska

R-6.07

ТРЕНДОВИ У ВАЛИДАЦИЈИ КООРДИНИСАНИХ ПРЕКОГРАНИЧНИХ КАПАЦИТЕТА

TRENDS IN COORDINATED CROSS - ZONAL CAPACITY CALCULATION VALIDATION

Предраг Р. ВУЈОВИЋ, TSCNET Services GmbH, Deutschland/Факултет Техничких Наука, Универзитет у Новом Саду, Србија
Лука В. СТРЕЗОСКИ, Департман за Енергетику, електронику и телекомуникације, Факултет Техничких Наука, Универзитет у Новом Саду, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Оператори преносних система су у обавези да, пре објаве коначних вредности, валидирају прекограничне капацитете до којих се дошло у процесима координисаних прорачуна преносних капацитета. Према ЕУ 2015/1222 предвиђена су два степена валидације. Координисана валидација се, за сада, своди на размену и консолидацију информација о расположивим тополошким мерама као и потенцијалима прерасподеле генераторске производње. Значајнији развој предвиђа се у наредним годинама. Локална валидација је већ неко време у центру пажње оператора преносних система као важан алат за сагледавање резултата координисаних прорачуна капацитета. Многобројни су фактори који се узимају у обзир, а један од доминантних који одређује оперативни ризик, представља минимални гарантовани ниво преносних капацитета. Актуелни модели оптималне конфигурације уклопног стања преносне мреже неретко резултују преоптерећењима преносних елемената неиспуњавајући на тај начин неопходни ниво сигруности система. Процена је да је ниво ризика аплициран у регионалним координацијама (иако још увек у развоју) значајно мањи од оног у актуелним процесима. То доводи до ниских прорачунатих капацитета те се јавила потреба за прелазним решењем у виду минималних гаранатованих нивоа прекограничних преносних капацитета. Дисбаланс могућег, према моделима и расположивим превентивно-куративним мерама с једне, и обавезујућих регулаторних захтева са друге стране, захтева солидну процедуру за процену мере њихове одрживости. Валидацијом се утврђује ниво могућих оперативних ризика уколико би оптимум алокација био одређен мрежним ограничењем минималног гарантованог капацитета. У случају да су процењени оперативни ризици довољно високи – потребно је прорачунати минималне неопходне корекције капацитета на одговарајућим мрежним елементима чиме би се осигурао прихватљив ризик сигурног рада електроенергетског система. У овом раду приказани су трендови у процесу валидације као и идеје за унапређење постојећих метода и превазилажење проблема у пракси. Циљ будућег истраживања аутора биће унапређење модела на основу закључака приказаног истраживања.

Ključne reči: валидација прекограничних капацитета, координисани прорачуни капацитета, оптималне (ре-)конфигурације преносне мреже

ABSTRACT

Transmission system operators (TSO) are obliged to validate cross border capacities obtained in coordinated regional processes. According to EU 2015/1222 two subsequent validation steps are foreseen. Coordinated validation comes first. Currently it comprises exchange and consolidation of information on available grid reconfiguration actions and generation (re-)dispatching potential. Considerable development is expected in the years to come. Local validation, on the other hand, has been in the focus of the TSOs since the beginning of coordination. It is often the only powerful tool for assessment of the outcomes of regional and cross-regional coordination capacity calculation process. Ongoing experimentation phases indicate that even after optimal grid configuration is achieved, critical network elements are often overloaded endangering n-1 grid security criterion. Even tough one would expect that higher coordination leads to more efficient utilisation of interconnected power grids, room for improvement is still quite wide. Observed conservatism in calculation models results with insufficient increase of capacity available for the market. Pragmatic measure for overcoming the blockage is found in requested minimum guaranteed capacity level. Misbalance between the possible, judging by provided

network models and available remedies, and the obligatory, given in the regulations, requires a solid procedure for assessment of sustainability of the latter. Operational risk TSOs might be exposed to, in case allocation results are driven by the network security constraints adjusted to meet the regulations, is the subject of the validation. If the risk is assessed as high enough, corrections of capacities might be required to ensure power system operation security. This paper presents trends in validation providing ideas for improvement and options to overcome difficulties observed in current development. One of the authors future research directions will be improvement of validation models, based on the conclusions from the presented research.

Key words: cross-zonal capacity calculation validation, coordinated capacity calculations, optimal reconfiguration of power system transmission grid

p.vujovic@tscnet.eu, +491741847095, lukastrezoski@uns.ac.rs, +381642675191

I-6.08

NAČIN PROVOĐENJA MJERODAVNOSTI REGULATORNE KOMISIJE ZA ENERGIJU U FEDERACIJI BIH U ELEKTROPRIVREDNOJ DJELATNOSTI DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PRIMJERU JP ELEKTROPRIVREDA HZ HB D.D. MOSTAR

IMPLEMENTING THE COMPETENCIES OF THE ENERGY REGULATORY COMMISSION IN THE FEDERATION OF BIH IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION PROCESS – CASE STUDY FROM JP ELEKTROPRIVREDA HZ HB D.D. MOSTAR

Zorica MANDARIĆ, Mijo TERKEŠ, Josip BAKOVIĆ, JP Elektroprivreda HZ HB d.d. Mostar, Bosna i Hercegovina

KRATAK SADRŽAJ

Regulatorna komisija za energiju u Federaciji BiH je utemeljena radi ostvarenja ciljeva elektroenergetskog sektora u Federaciji BiH i reguliranja tržišta električne energije u Federaciji BiH. Ciljevi elektroenergetskog sektora u Federaciji BiH su navedeni u članku 2. Zakona o električnoj energiji u Federaciji BiH.
Vezano za elektroprivrednu djelatnost distribuciju električne energije Regulatorna komisija za energiju u Federaciji BiH pored ostalog ima sljedeće mjerodavnosti:

- nadzor i reguliranje odnosa između proizvodnje, distribucije, opskrbe i kupaca električne energije, uključujući i trgovce električnom energijom
- donošenje metodologije i utvrđivanje tarifnih stavova, rokova i uvjeta za korištenje distribucijskih sustava
- donošenje metodologije za utvrđivanje naknade, rokova i uvjeta za priključak na distribucijsku mrežu
- davanje suglasnosti na iznos naknada za priključak na distribucijsku mrežu
- donošenje Općih uvjeta za isporuku električne energije i Mrežnih pravila distribucije
- donošenje metodologije za utvrđivanje količina i cijene za obračun električne energije na temelju neovlaštenje potrošnje.

U radu su navedeni osnovni podatci o Regulatornoj komisiji za energiju u Federaciji BiH i o Organizacijskoj jedinici Distribucija električne energije JP Elektroprivreda HZ HB d.d. Mostar a zatim su obrađeni načini provođenja navedenih mjerodavnosti od strane Regulatorne komisije za energiju u Federaciji BiH na primjeru Organizacijske jedinice Distribucija električne energije JP Elektroprivreda HZ HB d.d. Mostar stavku po stavku.

Ključne riječi: Zakon o električnoj energiji, Regulatorna komisija, Distributer, mjerodavnosti i njihovo provođenje

ABSTRACT

The Energy Regulatory Commission in the Federation of BiH was established to achieve the goals of the electricity sector in the Federation of BiH and to regulate the electricity market in the Federation of BiH. The objectives of the electricity sector in the Federation of BiH are specified in Article 2. of the Law on Electricity in the Federation of BiH.
Regarding the process of electricity distribution in the electric power industry, the Energy Regulatory Commission in the Federation of BiH has the following competencies:

- supervision and regulation of relations between generation, distribution, supply, and electricity consumers, including the electricity traders
- the adoption of methodology for designing and determining of the distribution tariffs, defining deadlines, and conditions for the use of distribution systems
- the adoption of methodology for determining charges, deadlines, and conditions for the connection to the distribution network
- approving the charges for the connection to the distribution network
- the adoption of the General Conditions for the Electricity Supply and the Distribution Grid Codes
- the adoption of the methodology for determining the quantities and prices for the calculation of the unauthorized consumption of electricity.

This paper provides the basic data on the Energy Regulatory Commission in the Federation of BiH and the Organizational Unit of Electricity Distribution in JP Elektroprivreda HZ HB d.d. Mostar. Then the modality of implementation of the above competencies of the Energy Regulatory Commission in the Federation of BiH is discussed on the example of the Organizational Unit of Electricity Distribution in JP Elektroprivreda HZ HB d.d. Mostar.

Key words: Electricity Law, The Energy Regulatory Commission, Electricity Distribution, competencies, implementation

Kontakt informacije: zorica.mandaric@ephzhb.ba; mijo.terkes@ephzhb.ba; josip.bakovic@ephzhb.ba

R-6.09

MODELI FUNKCIONISANJA AGREGATORA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE

MODELS OF THE FUNCTIONING OF AGGREGATORS IN THE ELECTRICITY MARKET

Dunja GRUJIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Republika Srbija
Miloš KUZMAN, Udruženje za pravo energetike Srbije, Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Poslednjih godina došlo je do ubrzane tranzicije distributivnog elektroenergetskog sistema iz pretežno pasivnog u aktivan pre svega usled porasta broja proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora priključenih na distributivni sistem. Pored toga, izmenama i dopunama Zakona o energetici definisani su novi korisnici distributivnog sistema, među kojima i kupci-proizvođači i skladištari čije se masovnije priključivanje na distributivni sistem očekuje u narednom periodu. Kao bitan novi učesnik na tržištu prepoznat je i agregator koji pruža uslugu objedinjavanja proizvodnje i potrošnje električne energije u cilju dalje prodaje, kupovine ili aukcija na tržištu električne energije.

U ovom radu biće analizirani mogući modeli poslovanja agregatora, postojeća zakonska regulativa i preduslovi koji su potrebni za njihovo funkcionisanje na tržištu Republike Srbije. Takođe, u radu će biti predstavljene i dobre međunarodne prakse u ovoj oblasti. Pored toga razmatraće se efikasni načini objedinjavanja proizvodnje i potrošnje električne energije, između ostalog krajnjih kupaca i proizvođača, od strane agregatora.

Na kraju rada biće razmatran uticaj agregatora na poslovanje operatora distributivnog sistema pred kojim stoje brojni izazovi. Neki od ovih izazova vezani su i za upravljanje sistemom i promene tokova snaga usled priključenja značajnog broja novih korisnika sistema.

Ključne reči: agregatori, upravljanje proizvodnjom i potrošnjom električne energije, energetska efikasnost, obnovljivi izvori električne energije

ABSTRACT

In recent years, there has been an accelerated transition of the distribution power system from predominantly passive to active, primarily due to a rise in the number of electricity producers from renewable sources connected to the distribution system. In addition, amendments to the Law on Energy determined new users of the distribution system, including prosumers and electricity storage operators, whose mass connection to the distribution system is expected in the coming period. Aggregator has been recognized as an important new market participant, providing a service for the merging of electricity production and consumption in order to further sell, purchase or auction in the electricity market.

In this work possible business models of aggregators, existing legal regulations and preconditions needed for their functioning on the market of the Republic of Serbia, shall be analyzed. Also, good international practices in this area will be presented in the work. In addition, efficient ways of merging the production and consumption of electricity, including final customers and producers, by aggregators, will be discussed.

At the end of the work, the impact of the aggregators on the operations of the distribution system operator will be discussed, with a number of challenges ahead. Some of these challenges are related to system management and changes in power flows due to the connection of a significant number of new system users.

Key words: aggregators, managing electricity production and consumption, energy efficiency, renewable electricity sources

Kontakt informacije o autorima: dunja.grujic@ods.rs, milos.kuzman@upes.rs

R-6.10

KUPAC-PROIZVOĐAČ IZ KATEGORIJE DOMAĆINSTVO NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI

PROSUMER FROM THE HOUSEHOLD CATEGORY ON THE ELECTRICITY MARKET IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Jadranka RISTIĆ, Javno preduzeće „Elektroprivreda Srbije“ Beograd, Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U 2021. godini stupili su na snagu Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije i Uredba o kriterijumima, uslovima i načinu obračuna potraživanja i obaveza između kupca–proizvođača i snabdevača, kojima je definisan odnos kupca-proizvođača i snabdevača.

Na ovaj način stvoreni su preduslovi da domaćinstva koja proizvode električnu energiju iz obnovljivih izvora, i istu koriste za sopstvene potrebe, priključeni na distributivni sistem, da višak proizvedene električne energije isporuče u distributivnu mrežu, uz ugovorni odnos sa snabdevačem električne energije.

Ovaj rad detaljno opisuje kriterijume za zaključenje ugovora o potpunom snabdevanju sa neto merenjem kupca-proizvođača iz kategorije Domaćinstvo, kao i obračun neto merenje. Takođe, opisani su i uslovi za sticanje statusa kupac-proizvođač sa neto merenjem i na konkretnom primeru prikazani su benefiti za kupca-proizvođača u kategoriji domaćinstvo.

Cilj rada je podrška domaćinstvima za investiranje u obnovljive izvore energije.

Ključne reči: obnovljivi izvori, kupac-proizvođač, domaćinstvo, snabdevanje

ABSTRACT

In 2021, the Law on the Use of Renewable Energy Sources and the Decree on Criteria, Conditions and Manner of Calculating Receivables and Liabilities between prosumer and supplier came into force, which defined the relationship between prosumer and supplier.

In this way, preconditions have been created for households that produce electricity from renewable sources, and use it for their own needs, connected to the distribution system, to deliver the excess produced electricity into the distribution network, with a contractual relationship with the electricity supplier.

This paper describes in detail the criteria for concluding a contract for complete supply with net metering of the prosumer from the Household category, as well as the calculation of net metering. Also, the conditions for acquiring the status of prosumers with net metering are described, and the benefits for the prosumers in the household category are shown in a specific example.

This paper aims to support households to invest in renewable energy sources.

Key words: renewable sources, prosumers, household, supply

Kontakt informacije o autoru:
jadranka.ristic@eps.rs

I-6.11

DEREGULACIJA TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE I UTICAJ GLOBALNIH POREMEĆAJA NA NJEGOVO FUNKCIONISANJE

DEREGULATION OF THE ELECTRICITY MARKET AND THE IMPACT OF GLOBAL CRISIS ON ITS FUNCTIONING

Dragana BARJAKTAREVIĆ, Negica RAJAKOV Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija
Željko MARKOVIĆ, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija
Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Deregulacija tržišta energije podrazumeva prepuštanje prometa robe i usluga delovanju tržišnih zakonitosti. U oblasti električne energije može se govoriti o deregulaciji onog dela tržišta koje se smatra otvorenim, odnosno u delu gde se cena električne energije slobodno formira.
Proces regulatorne reforme, koji je započet pre više od tri decenije, uveo je konkurenciju u segment privrednih delatnosti koje su ranije bile kontrolisane od strane monopola, preduzeća u državnoj svojini, vlade ili vladinih agencija, a sa ciljem da se ohrabre novi privredni subjekti da aktivno učestvuju na tržištu energije. Vremenom, usled pronalaženja odgovarajućeg balansa po pitanju regulisanog i deregulisanog dela tržišta električne energije, pojavili su se novi izazovi koji su zahtevali odgovarajuće redizajniranje postojećeg tržišta.
Promene izazvane tranzicijom elektroenergetskog sektora zbog potreba za dekarbonizacijom proizvodnje električne energije uslovljavaju pojavu novih učesnika na ovom tržištu, kao i uspostavljanje novih odnosa. To zahteva od učesnika na ovom tržištu da usklade svoje ponašanje shodno izmenjenim zahtevima. Sa druge strane promene izazvane velikim društvenim poremećajima stavljaju na test spremnost za dekarbonizacijom i u velikoj meri unose poremećaje i u funkcionisanje samog tržišta električne energije. Sve navedeno predstavlja svojevrstan izazov za dizajn tržišta električne energije.
U radu se najpre ispituje uspostavljanje odgovarajućih mehanizama koji treba da omoguće neometano funkcionisanje tržišta električne energije i s tim u vezi, se ispituju propisani uslovi za uspostavljanje tržišta energije. Dalje se daje osvrt na usklađivanje domaćih propisa sa propisima EU, kao i na institucionalne mehanizme za funkcionisanje ovog tržišta.
Na kraju se ispituje otpornost internog tržišta električne energije u Srbiji u uslovima poremećaja na tržištu izazvanim velikim društvenim poremećajima poput globalne COVID pandemije ili krizi izazvanoj ratom u Ukrajini.

Ključne reči: regulatorna reforma, deregulacija, tržište električne energije, institucionalni mehanizmi za funkcionisanje tržišta električne energije, usklađivanje propisa Republike Srbije sa propisima EU, energetska kriza.

ABSTRACT

Deregulation of the energy market implies leaving the trade of goods and services to the operation of market laws. In the field of electricity, we can talk about deregulation of that part of the market that is considered open, i.e. in the part where the price of electricity is freely formed.
The regulatory reform process, which began more than three decades ago, has introduced competition into the segment of economic activities previously controlled by monopolies, state-owned enterprises, government, or government agencies, with the aim of encouraging new businesses to actively participate in the energy market. Over time, due to finding the right balance in terms of regulated and deregulated part of the electricity market, new challenges have emerged that required appropriate redesign of the existing market.
The changes caused by the transition of the electricity sector due to the need for decarbonization of electricity production condition the emergence of new participants in this market, as well as the establishment of new relationships. This requires market participants to adjust their behavior to the changed requirements. On the other hand, the changes caused by major social disturbances put the readiness for decarbonization to the test and to a

large extent bring disturbances to the functioning of the electricity market itself. All the above is a challenge for the design of the electricity market.
The paper first examines the establishment of appropriate mechanisms that should enable the smooth functioning of the electricity market, and in this regard, examines the prescribed conditions for the establishment of the energy market. The following is a review of the harmonization of domestic regulations with EU regulations, as well as the institutional mechanisms for the functioning of this market.
Finally, the resilience of the internal electricity market in Serbia and in the region and EU, in the conditions of market disturbances caused by major social disturbances such as the global COVID pandemic or the crisis caused by the war in Ukraine, is examined.

Key words: deregulation, electricity market, electricity market design, harmonization of the regulations of the Republic of Serbia with the regulations of the European Union, energy crisis.

I-6.12

DIREKTNI DALEKOVOD I NJEGOVA ULOGA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE

DIRECT ELECTRICITY LINE AND ITS ROLE IN THE ELECTRICITY MARKET

Branislava Lepotić Kovačević, Udruženje za pravo energetike Srbije
Ljiljana Hadžibabić, Udruženje za pravo energetike Srbije
Aleksandar Kovačević, Udruženje za pravo energetike Srbije

KRATAK SADRŽAJ

Očekuje se rast distribuirane proizvodnje energije i značajnije korišćenje obnovljivih izvora energije i visokoefikasne kogeneracije. Novi kapaciteti za proizvodnju električne energije treba da budu povezani sa objektima potrošača, što se može realizovati na sledeće načine: (1) preko prenosnog, distributivnog, odnosno zatvorenog distributivnog sistema električne energije, (2) povezivanjem direktnim dalekovodom izolovanog mesta proizvodnje i objekta potrošača električne energije ili (3) povezivanjem objekta proizvođača električne energije sa snabdevačem koji direktno snabdeva sopstvene prostorije, zavisna privredna društva i krajnje kupce.

U radu će biti analizirani propisi Republike Srbije koji se odnose na direktni dalekovod, značaj uloge direktnog dalekovoda za razvoj tržišta električne energije i uslovi za izgradnju direktnog dalekovoda.

Takođe, biće razmotrena potrebna terminološka pojašnjenja i eventualna ograničenja za povezivanje objekata proizvođača i potrošača električne energije direktnim dalekovodom, sa predlogom mogućih rešenja u skladu sa nacionalnim ciljevima razvoja tržišta električne energije i sigurnosti snabdevanja svih zainteresovanih kupaca.

Na kraju, biće sagledani efekti izgradnje direktnog dalekovoda na razvoj tržišta električne energije u uslovima razvoja distribuirane proizvodnje električne energije i trenutno ograničenih mogućnosti distributivnog sistema da integriše proizvodnju u svoj sistem, do postizanja adekvatnog stepena razvoja i fleksibilnosti distributivnog sistema.

Ključne reči: direktni dalekovod, pravo električne energije, tržište električne energije

ABSTRACT

Distributed energy generation, the use of renewable energy sources, and highly efficient cogeneration are expected to grow. These electricity generation facilities need to be connected to customers, which can be realized in the following ways: (1) by connecting electricity producers to the distribution or closed electricity distribution system with electricity consumers connected to these systems or (2) by connecting the isolated facility of the producer and the isolated facility of the consumer of electricity or (3) connecting the facility of the electricity producer with the supplier who directly supplies own premises, subsidiaries and end customers.

The paper is going to analyze the legislation of the Republic of Serbia related to direct electricity lines and the connection of producers and consumers to the distribution or closed distribution electricity system with a comparative consideration of conditions for connecting producers and consumers of electricity by distribution system, closed distribution system or direct electricity line.

Eventual obstacles to connecting electricity producers and electricity consumers facilities by direct electricity line will also be considered and potential solutions will be offered, in accordance with the national goals of the electricity market development and security of supply of all interested customers.

Finally, the effects of direct electricity line and distributed electricity generation on the development of the electricity market and the limited ability of the distribution system to integrate new generators into its system before achieving an adequate level of development and flexibility of the distribution system will be considered.

Key words: Direct electricity line, Electricity law, Distributed electricity generation, Electricity market

dr Branislava Lepotić Kovačević, predsednica Udruženja za pravo energetike Srbije, branislava.lepotickovacevic@upes.rs

Ljiljana Hadžibabić, samostalni konsultant za oblast regulacije u energetici, članica Udruženja za pravo energetike Srbije, ljiljana.hadzibabic@gmail.com

Aleksandar Kovačević, konsultant za oblast ekonomije energetike, član Udruženja za pravo energetike Srbije, kovac@beotel.net

INDEX AUTORA / AUTHORS INDEX

ALEMPIJEVIĆ Vladimir	32
ANASTASIJEVIĆ Ivan	63
ANĐELKOVIĆ Dimitrije	32
ANTIĆ Boris	59
APOSTOLOVIĆ Mladen	153
ARSENIJEVIĆ Miloš	81
BAČLIĆ Miroslav	78
BAKOVIĆ Josip	161
BARJAKTAREVIĆ Dragana	164
BONDOKIĆ Suzana	79
BOŠKOVIĆ Aleksandar	93
CINCAR-VUJOVIĆ Tatjana	121
CVETANOVIĆ Nikola	130, 134
CVETINOV Dragan	32, 56
CVETKOVIĆ Sunčica	77
CVIJIĆ Gordana	118
ČABARKAPA Radoš	138
ČOLIĆ Bojana	60
ČOLOVIĆ Nikola	77
ČOMIĆ Dušan	59
ČORBA Zoltan	57
ĆIRIĆ Božidar	77
ĆIRIĆ Zoran	38
DABIĆ Jelena	114
DANILOVIĆ Milan	152
DEAK Petar	121
DESPOTOVIĆ Stefan	108
DILPARIĆ Milica	114
DOBRIĆ Goran	114
DOČIĆ Miroslav	134
DRAKIĆ Ksenija	88
DUKANAC Đorđe	46, 120
ĐEKIĆ Saša	137
ĐIKIĆ Vladimir	61
ĐORIĆ Dragan	81
GEORGIJEVIĆ Nikola	138
GIRARD Sébastien	89
GLUŠAC Milan	119
GRBIĆ Maja	41, 42, 45
GRUJIĆ Dunja	110, 162
GUDŽEVIĆ Alen	33, 34
HADŽIBABIĆ Ljiljana	165
HRVIĆ Dejan	41
IKIĆ Marko	60
ISAILOVIĆ Miloš	83
JAGODIĆ Ivan	38
JANKOVIĆ Jelena	88
JANJIĆ Aleksandar	107
JASIKA Ranko	45
JEREMIĆ Zoran	152
JOVANOVIĆ Aleksandar	89
JOVANOVIĆ Gordana	78, 82
JOVANOVIĆ Sandra	40
JOVIĆ PIŠOT Danijela	118
KAČAR Dragan	93
KALABA Milan	80
KARTALOVIĆ Nenad	31
KATAN Boris	80
KATIĆ Vladimir	57, 62, 111
KEZUNOVIĆ Mladen	16
KLIMENTA Dardan	29
KNEŽEVIĆ Stanko	106
KOPRIVICA Mladen	92
KORDIĆ Saša	36
KORUNOVIĆ Lidija	63
KOVAČEVIĆ Aleksandar	166
KOVAČEVIĆ Uroš	31
KOVAČKI Neven	142
KRMAR Milica	40
KRNAJSKI Vladimir	61
KRSTIĆ Nikola	29, 105
KULIĆ Dušan	47
KUZMAN Milos	110, 162
LAKETIĆ Nikola	61
LATINOVIĆ Aleksandar	138
LAZAREVIĆ Zoran	47
LAZOVIĆ Željko	47
LEPOTIĆ KOVAČEVIĆ Branislava	166
LOLIĆ Milana	157
LUKIĆ Jelena	88
MAKSIMOVIĆ Zoran	121
MANDARIĆ Zorica	161

MARIĆ Radeta	117, 118, 131
MARJANOVIĆ Aleksandar	83
MARKOVIĆ Aca	164
MARKOVIĆ Željko	158, 164
MIHAJLOVIĆ Draginja	88
MIJAILOVIĆ Vladica	15, 115, 116
MIJUŠKOVIĆ Ognjen	108
MIKULOVIĆ Jovan	60
MILAD Sulaiman	111
MILANKO Milan	84
MILANKOV Radislav	56
MILANOV Ivan	136
MILANOVIĆ Jovica V.	13
MILENKOVIĆ Vladeta	31
MILIĆ Saša	138
MILIĆEVIĆ Radenko	85
MILOŠEVIĆ Nikola	84
MILOVANOVIĆ Miloš	58
MIRIĆ Radislav	40
MIRJANIĆ Dunja	158
MITROVIĆ Andrija	87
MITROVIĆ Zoran	59
MOHAMOUD Omer	111
NARANČIĆ Ivana	121
NAUMOVIĆ-VUKOVIĆ Dragana	31
NEDIĆ Goran	90
NEDOVIĆ Darko	118
NIKOLIĆ Aleksandar	121
NIKOLIĆ Branislava	118
NOVKOVIĆ Marko	47, 89
NJEGOVAN Uroš	83
OBRADOVIĆ Dušan	39
OBRADOVIĆ Stefan	45
OBRENIĆ Marko	112
PAVLOVIĆ Aleksandar	41, 42, 45
PAVLOVIĆ Petar	114
PAVLOVIĆ Srđan	156
PEJČIĆ Saša	134
PERIĆ Dragoslav	35
PERIŠIĆ Dana	136
PEROVIĆ Bojan	58
PERUNIČIĆ Branko	136
PETROVIĆ Bogdan	43
PETROVIĆ Miroljub	135
PICHER Patrick	89
POPOVIĆ Dušan	93
POPOVIĆ Željko	106, 142
POPOVIĆ ZDRAVKOVIĆ Brankica	37
POROBIĆ Milica	56
RADAKOVIĆ Zoran	47
RADIVOJEVIĆ Milena	152
RADOJEVIĆ Pavle	153
RADOSAVLJEV Miroslav	78
RADOSAVLJEVIĆ Dejan	121
RADOSAVLJEVIĆ Jordan	58
RADOVIĆ Branislav	155, 156
RAJAKOV Negica	164
RAJIĆ Tomislav	47, 49, 141
RANKOV Mirjana	40
RANKOVIĆ Aleksandar	115, 116
RELJIĆ Dejan	113
RISTIĆ Dragana	108
RISTIĆ Jadranka	163
RISTIĆ Mihajlo	38
RISTIĆ Vladan	108
RISTIĆ Zdravko	38
ROGAN Ratko	56
RUSSO Robert	104
RUŽIĆ Milan	40
SALAMON Dragutin	49
SAVIĆ Nataša	131
SIMIĆ Nikola	85
SNYDER Aaron	104
SPREMIĆ Siniša	30, 43
STANČIĆ Milorad	90
STANISAVLJEVIĆ Aleksandar	62
STANOJEVIĆ Vesna	117
STEVIĆ Jelena	117
STOJANOVIĆ Branko	141
STOJANOVIĆ Miodrag	29, 31
STOJANOVIĆ Nenad	31
STOJANOVIĆ Zoran	83
STOJKOV Slobodan	155
STREZOSKI Luka	85, 87, 159
STREZOSKI Vladimir	113
SUDŽUM Dragan	155,156

ŠĆIBAN Marko 40
ŠEJAT Predrag 91
ŠILJKUT Vladimir 138
ŠKILJEVIĆ Dražen 79
ŠOŠIĆ Darko 141
ŠUŠNICA Nikola 37
TANASKOVIĆ† Miladin 35
TASIĆ Dragan 29, 105
TATALOVIĆ Aleksandar 61
TERKEŠ Mijo 161
TORLAK Željko 136
TRIVIĆ Biljana 140
VASOVIĆ Valentina 88
VEJNOVIĆ Nataša 80
VEKIĆ Marko 57
VELIMIROVIĆ Jelena 143, 144
VELIMIROVIĆ Lazar 132, 133, 143
VIDOVIĆ Predrag 112, 113
VLADISAVLJEVIĆ Đorđe 91
VLAISAVLJEVIĆ Dušan 138
VLAISAVLJEVIĆ Milica 33, 34
VOJNOVIĆ Nikola 113
VRANIĆ Petar 143
VRCELJ Nada 37
VUČINIĆ Nebojša 108
VUČKOVIĆ Dejan 36, 81
VUJIĆ Dobrivoje 131
VUJOVIĆ Ivan 92
VUJOVIĆ Predrag 159
VUKAŠINOVIĆ Jovan 58
VUKOBRAT Nemanja 85
VUKOTIĆ Dušan 77, 114
VULIĆ Zoran 135
ZDRAVKOVIĆ Miodrag 130
ZEKIĆ Edin 79
ŽIKIĆ Miljan 108, 136
ŽIVKOVIĆ Dejan 36
ŽIVKOVIĆ Goran 107

Za sve potrebne informacije o Savetovanju kontaktirajte / *For all information about the Conference please contact:*

Tehnički sekretarijat / *Technical Secretariat*

BBN Congress Management d.o.o.
Deligradska 9, 11000 Belgrade, Serbia
Tel: +381 (0)11 / 3629405, 2682318, 3629402, 3629403; Mob: +381 (0) 63 / 368594
E-mail: bbn.pco@gmail.com, bbn@bbn.co.rs; Web site: