



X SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
sa regionalnim učešćem
Srbija, Vrnjačka Banja, Hotel Zvezda
26-30. septembar 2016.

X CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION
with regional participation
Serbia, Vrnjacka Banja, Zvezda Hotel
September 26-30, 2016

ZBORNİK SADRŽAJA REFERATA
BOOK OF ABSTRACTS

Organizator:

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

Organized by:

CIRED National Committee of Serbia and Montenegro in cooperation with CIRED committee of Romania and other committees, companies and experts from the region

www.ciredserbia.org.rs

Supported by:



Izdavač / <i>Publisher:</i>	Nacionalni komitet CIRED Srbija CIRED Liaison Committee of Serbia Elektrovojvodina, 21000 Novi Sad Bulevar Oslobođenja 100, Tel/Fax: +381(0)21 528556 e-mail: cired.serbia@ev.rs, web: www.ciredserbia.org.rs
Glavni i odgovorni urednik: <i>Editor in Chief</i>	dr Zoran SIMENDIĆ
Priprema i tehnička obrada: <i>Prepress</i>	BBN Congress Management, Deligradska 9, 11000 Beograd Tel/Fax: +381(0)11 3629405, 3629402, 2682318 e-mail: bbn@bbn.co.rs, web: www.bbn.co.rs
Dizajn korica / <i>Cover Design:</i>	Bojana Marković
Štampa / <i>Printing Office:</i>	Štamparija Radunić
Tiraž / <i>Print run:</i>	400

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 10. Savetovanja o elektrodistributivnim mrežama Srbije.**

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 **10th Conference on Electricity Distribution in Serbia.**

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

S A D R Ź A J / C O N T E N T

SMART GRID FORUM

Moderator / Coordinator: dr Zoran SIMENDIĆ, ODS "EPS Distribucija" Beograd, Ogranak ED Sombor

Izveštaj Foruma	13
Forum Report	14

R-F.01

KAKO ZAISTA OVLADATI I UPRAVLJATI PODACIMA O ELEKTRODISTRIBUTIVNOM SISTEMU HOW TO REALLY MASTER AND CONTROL DATA OF ELECTRODISTRIBUTION POWER SYSTEM

S. SPAHIĆ, JP EPBiH-Sektor za strateški razvoj, <i>Bosnia & Herzegovina</i> , Đ. VOZEL, SI-King, <i>Slovenija</i> , S. SULJOVIĆ FAZLIĆ, JP EPBiH-Sektor za IKT, <i>Bosnia & Herzegovina</i> , D. PIHLJAK, JP EPBiH-Operator distributivnog sistema, <i>Bosnia & Herzegovina</i>	16
---	----

R-F.02

KOMPARATIVNA ANALIZA RAZLIČITIH METODA MASOVNOG PRIKUPLJANJA I MAPIRANJA GRAFIČKIH, TOPOLOŠKIH I ALFANUMERIČKIH PODATAKA O ELEMENTIMA DISTRIBUTIVNE MREŽE COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT METHODOLOGIES MASS GATHERING AND MAPPING GRAPHIC, TOPOLOGICAL AND ALPHANUMERIC DATA ENTITIES OF ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORK

V. STOJČIĆ, ODS "EPS Distribucija" Beograd, <i>Serbia</i>	17
---	----

R-F.03

ADMS U FUNKCIJI UPRAVLJANJA DISTRIBUTIVNOM MREŽOM U OKVIRU PROJEKTA SMART CITY NOVI SAD ADMS IN FUNCTION MANAGING DISTRIBUTION NETWORK WITHIN THE PROJECT SMART CITY NOVI SAD

M. POROBIĆ, G. JOVANOVIĆ, B. BOGDANOVIĆ, Ž. TANJGA, S. MANDIĆ ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, <i>Serbia</i>	18
--	----

R-F.04

PHOTOVOLTAIC PANELS MOUNTED IN NETWORKS 0, 4kV, A SOLUTION FOR REDUCING THE PURCHASE OF ELECTRICITY TO COVER INTERNAL TECHNOLOGICAL CONSUMPTION FOTONAPONSKI PANELI MONTIRANI NA 0,4KV MREŽAMA, REŠENJE ZA MANJU KUPOVINU ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA POKRIVANJE INTERNE TEHNOLOŠKE POTROŠNJE

Ioan RUSU, Electrica Serv, <i>Romania</i>	19
---	----

Stručna komisija 1 / Expert Committee 1: **KOMPONENTE MREŽA POWER LINES ELEMENTS**

Predsednik komisije / Chairman: Prof. dr Dragan TASIĆ, Elektronski fakultet Niš, *Serbia*

Izveštaj STK 1	19
EC 1 Report	27

Preferencijalna tema 1 / Preferential Subject 1:

Savremene konstrukcije elemenata elektrodistributivnih mreža u gradskom i ruralnom području
Modern power lines elements construction in urban and rural environment

R-1.01

TROFAZNI TRANSFORMATOR SA NAMOTANIM DELTA JEZGROM THREE PHASE TRANSFORMERS WITH IRON COIL CORE

S. JOVIĆ, V. STANOJEVIĆ, V. MARKOVIĆ, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, <i>Serbia</i>	35
---	----

R-1.02

STRUJNI TRANSFORMATOR KAO SISTEM ZA NAPAJANJE ELEKTRONSKOG MERNOG SKLOPA CURRENT TRANSFORMER APPLIED AS SUPPLYING SYSTEM FOR ELECTRONIC MEASURING EQUIPMENT

K. KASAŠ-LAZETIĆ, D. HERCEG, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad N. PETROVIĆ, d.o.o. "Energobull", Novi Sad, T. PAPIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Beograd, M. PRŠA, Novi Sad, <i>Serbia</i>	36
--	----

R-1.03

JEDNOSTAVNO I EFIKASNO REŠENJE ZA SANACIJU NAPONSKIH PRILIKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SIMPLE AND EFFECTIVE SOLUTION FOR REHABILITATION OF CONDITIONS FOR VOLTAGE REGULATIONS IN DISTRIBUTION NETWORK

A. LIMEZ, Energo-Group d.o.o, Istočno Sarajevo, A. SIMOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, <i>Bosnia & Herzegovina</i>	37
---	----

I-1.04

SAVREMENI UREĐAJI U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI / MODERN DEVICES IN DISTRIBUTION NETWORK

D. OBRADOVIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, <i>Serbia</i>	39
--	----

I-1.05

POLUPROVODNIČKI TRANSFORMATOR KAO REŠENJE ZA PAMETNE DISTRIBUTIVNE MREŽE SEMICONDUCTOR TRANSFORMER AS A SOLUTION FOR SMART DISTRIBUTION NETWORK

Đ. MARJANOVIĆ, Visoka tehnička škola strukovnih studija Požarevac, Z. JEREMIĆ, EPS Snabdevanje, <i>Serbia</i>	40
---	----

I-1.06	UTICAJ KONSTRUKCIJE I USLOVA POLAGANJA NA STRUJNO OPTEREĆENJE KABLOVSKOG VODA THE INFLUENCE OF THE DESIGN AND LAYING CONDITIONS ON THE CURRENT RATING OF CABLES	
	A. ĐORĐEVIĆ, J. STANOJEVIĆ, Global Substation Solutions, Serbia	40
I-1.07	KABLOVSKI PRIBOR ZA 72,5KV I TRANSFORMATORE I POSTROJENJA SA IZOLATORIMA SA SPOLJNIM KONUSOM TRANSFORMER AND SWITCHGEAR OUTER CONE BUSHINGS AND CABLE CONNECTION EQUIPMENT FOR 72,5 Kv	
	J. GERLITZ, G. WEISS, Nexans Power Accessories Germany GmbH, Germany	41
	<u>Preferencijalna tema 2 / Preferential Subject 2:</u> Pouzdanost, dijagnostika i strategija održavanja komponenti elektrodistributivnih mreža <i>Reliability, diagnosis and strategy for power lines elements maintenance</i>	
R-1.08	POJAVA PRENAPONSKIH IMPULSA PRI MANIPULACIJAMA RASTAVLJAČEM U GASOM IZOLOVANOM POSTROJENJU TS 110/35 kV „VREOCI“ / OVERVOLTAGE DURING MANIPULATION ON SWITCH DISCONNECTOR IN GAS INSULATED SUBSTATION “NOVI KALENIC” 35/20KV	
	D. RISTIVOJEVIĆ, Ogranak „RB Kolubara“, Površ. kopovi, S. VUKOVIĆ, „RB Kolubara“, Ogranak Projekt, V. PAJIĆ, Ogranak „RB Kolubara“, Površ. kopovi, Serbia	41
R-1.09	INDEKSIRANJE STANJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA KAO ALAT UPRAVLJANJA RESURSIMA POWER TRANSFORMER CONDITION INDEXING AS A ASSET MANAGEMENT TOOL	
	D. ILIĆ, J. LAZIĆ, V. VASOVIĆ, B. PEJOVIĆ, Đ. JOVANOVIĆ, J. LUKIĆ, S. MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, Serbia	42
R-1.10	STRUKTURA JEDNOPOLNIH „H“ ŠEMA TRANSFORMATORSKIH STANICA VISOKI/SREDNJI NAPON U „EPS DISTRIBUCIJA“ I PREDLOZI ZA NJIHUVU REKONSTRUKCIJU / STRUCTURE OF SINGLE LINE DIAGRAM OF HV/MV SUBSTATIONS IN “EPS DISTRIBUCIJA” AND PROPOSALS FOR THEIR RECONSTRUCTION	
	D. PERIĆ, Vipos, Valjevo, M. TANASKOVIĆ, ODS “EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, V. KRNAJSKI, JP „Elektromreža Srbije“, Beograd, Serbia	43
I-1.11	REKONSTRUKCIJA TS 20/0,4kV TIPA “LIMENA - BLINDIRANA” U UŽEM GRADSKOM JEZGRU NA PODRUČJU OGRANKA ARANĐELOVAC / RECONSTRUCTION OF TS 20 / 0,4 kV TYPE “TIN” IN THE CENTER OF CITY ON THE AREA BRANCH ARANĐELOVAC	
	D. PETROVIĆ, G. ŽIVKOVIĆ, JP EPS, Tehnički odsek Aranđelovac I. MIHAJLOVIĆ, ODS „EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, ogranak Aranđelovac, Serbia	44
I-1.12	REMONT 110 kV SF6 POSTROJENJA / OVERHAUL OF 110 kV SF6 SWITCHGEAR	
	M. AKSENTIJEVIĆ, N. STOJANOVIĆ, S. MEĐO, ODS “EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, Serbia	45
R-1.13	ANALIZA SADRŽAJA GASOVA RASTVORENIH U ULJU – ZNAČAJ U DIJAGNOSTICI POGONSKOG STANJA TRANSFORMATORA DISSOLVED GAS ANALYSIS – IMPORTANCE IN DIAGNOSTIC OF TRANSFORMER CONDITION	
	V. VASOVIĆ, D. MIHAJLOVIĆ, J. JANKOVIĆ, K. DRAKIĆ, J. LUKIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, Serbia	46
R-1.14	NAČINI SANACIJE TEMELJA DALEKOVODNIH STUBOVA UGROŽENIH KLIZIŠTIMA METHODS OF RECONSTRUCTION THE FOUNDATIONS OF TRANSMISSION TOWERS THREATENED BY LANDSLIDES	
	DŽ. IMŠIROVIĆ, A. TOKIĆ, I. BEGIĆ, „Elektroprenos BiH” a.d. Banja Luka, Operativno područje Tuzla, Bosna & Hercegovina	47
	<u>Preferencijalna tema 3 / Preferential Subject 3:</u> Modelovanje i testiranje elemenata elektrodistributivnih mreža / <i>Design and testing of power lines elements</i>	
R-1.15	NORMALNI I HAVARIJSKI POGON U KABLOVSKOJ MREŽI 110 kV NORMAL AND EMERGENCY OPERATION IN CABLE NETWORK 110 kV	
	M. TANASKOVIĆ, PD “Elektrodistribucija Beograd”, Beograd, Serbia	48
R-1.16	IZBOR OPTIMALNOG PRESEKA 110 kV KABLA U GRADSKOM PODRUČJU I ANALIZA OPRAVDANOSTI PRIMENE CROSS BONDING-A / SELECTION OF THE OPTIMAL 110 kV CABLE CROSS SECTION IN CITY AREAS AND ANALYZES JUSTIFICATION OF THE USAGE CROSS-BONDING	
	I. MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, JP Elektromreža Srbije, M. BOROVIĆ, JP Elektromreža Srbije, I. MILANOV, Elektroistok projektni biro, Beograd, Serbia	49
R-1.17	SOPSTVENE I MEĐUSOBNE IMPEDANSE ELEKTROENERGETSKIH KABLOVA SELF AND MUTUAL IMPEDANCES OF POWER CABLES	
	M. STOJANOVIĆ, D. TASIĆ, N. CVETKOVIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Serbia	50

R-1.18		
PRIMENA MODERNIH FEM SOFTVERA ZA ODREĐIVANJE OTPORA UZEMLJENJA, NAPONA DODIRA I NAPONA KORAKA / APPLICATION OF MODERN FEM SOFTWARE TOOLS FOR DETERMINING EARTHING RESISTANCE, TOUCH VOLTAGE AND STEP VOLTAGE		
S. STANIŠIĆ, Informatika a.d, Z. RADAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, <i>Serbia</i>	.....	51
I-1.19		
TIPIZACIJA DOPUNSKIH UZEMLJIVAČA STUBOVA ZA SREDNJENAPONSKE DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE IZVEDENE GOLIM PROVODNICIMA / STANDARDIZATION OF SUPPLEMENTARY EARTHED POLES FOR MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD DISTRIBUTION LINES PERFORMED BY BARE CONDUCTORS		
M. OBRADOVIĆ, D. JOVANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o Beograd, Đ. GLIŠIĆ, <i>Serbia</i>	.....	52
I-1.20		
DODATNA OPREMA I MERNI UREĐAJI ZA DIJAGNOSTIKU STANJA METALOKSIDNIH ODVODNIKA PRENAPONA SREDNJEG I VIŠOKOG NAPONA / ADDITIONAL EQUIPMENT AND MEASURING INSTRUMENTS FOR DIAGNOSTICS OF THE STATUS OF METAL OXIDE MEDIUM ANDHIGH VOLTAGE SURGE ARRESTORS		
V. OSTRAČANIN, EPS, Tehnički centar Kraljevo, S. ĐUROVIĆ, ODS EPS distribucija, ogranak Kraljevo, D. ČETENOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Čačak, <i>Serbia</i>	.....	52
I-1.21		
ISPITIVANJE PRIBORA ZA NN SKS PREMA VAŽEĆIM EVROPSKIM STANDARDIMA I PROBLEMI KOD PRIMENE U SRBIJI / TESTING ACCESSORIES FOR LV ABC APPLICABLE TO EUROPEAN STANDARDS AND PROBLEMS WITH APPLICATION IN SERBIA		
M. PETROVIĆ, ODS EPS distribucija, ogranak Jagodina, <i>Serbia</i>	.....	53
<u>Preferencijalna tema 4 / Preferential Subject 4:</u>		
Uticaj mrežnih komponenti na životnu sredinu / <i>Influence of power lines elements on the environment</i>		
R-1.22		
NIVOI NEJONIZUJUĆIH ZRAČENJA U OKOLINI TRANSFORMATORSKIH STANICA 110/X kV LEVELS OF NON-IONIZING RADIATION IN VICINITY OF 110/X kV SUBSTATIONS		
M. GRBIĆ, D. HRVIĆ, A. PAVLOVIĆ, M. PETROVIĆ, B. VULEVIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, <i>Serbia</i>	.....	54
R-1.23		
IZBOR STUBOVA U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SA EKOLOŠKOG ASPEKTA CHOICE OF TOWERS IN ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORKS REGARDING ECOLOGICAL ASPECT		
A. MITROVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, K. KASAŠ-LAŽETIĆ, N. ĐURIĆ, D. KLJAJIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad M. PRŠA, Novi Sad, <i>Serbia</i>	.....	54
R-1.24		
DEKONTAMINACIJA PCB KONTAMINIRANIH ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U PD ELEKTROVOJVODINA DECONTAMINATION OF PCB CONTAMINATED POWER TRANSFORMERS IN PD ELEKTROVOJVODINA		
J. LUKIĆ, K. DRAKIĆ, N. KOVAČEVIĆ, J. JANKOVIĆ, S. MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd D. VORGIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Beograd, D. MATIĆ, JP EPS, Beograd, <i>Serbia</i>	.....	55
R-1.25		
REGENERACIJA OSTARELIH TRANSFORMATORSKIH ULJA DOMAĆIM SORBENTIMA U CILJU PRODUŽENJA ŽIVOTNOG VEKA TRANSFORMATORA / OIL RECLAMATION PROCESSES WITH DOMESTIC SORBENT APPLIED IN POWER TRANSFORMER LIFE MANAGEMENT		
J. JANKOVIĆ, K. DRAKIĆ, V. VASOVIĆ, J. LUKIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, J. PLANOJEVIĆ, Proces projekt inženjering, Đ. JANAČKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu Tehnološko-Metalurški fakultet, Đ. VELJOVIĆ, Univerzitet u Beogradu Tehnološko-Metalurški fakultet, <i>Serbia</i>	.....	56
I-1.26		
TRANSPORT ENERGETSKIH TRANSFORMATORA / POWER TRANSFORMERS TRANSPORT		
M. RISTIĆ, I. JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, B. TASIĆ Energoremont Beograd, Z. RISTIĆ, PEP, Beograd. D. VUKSANOVIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, <i>Serbia</i>	.....	57
I-1.27		
MERENJE NIVOVA BUKE ENERGETSKIH TRANSFORMATORA MEASURING THE NOISE LEVEL OF POWER TRANSFORMERS		
M. RISTIĆ, I. JAGODIĆ, I. BULATOVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, J. LAZIĆ, Institut Nikola Tesla, Beograd Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, D. VUKSANOVIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, <i>Serbia</i>	.....	58
I-1.28		
ISPITIVANJE NIVOVA ELEKTRIČNIH I MAGNETSKIH POLJA NISKIH UČESTANOSTI: JEDAN PRIMER ODREĐIVANJA MERNE NESIGURNOSTI / TESTING OF LOW FREQUENCY ELECTRIC AND MAGNETIC FIELD LEVELS – ONE EXAMPLE OF DETERMINING MEASUREMENT UNCERTAINTY		
B. VULEVIĆ, M. GRBIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, <i>Serbia</i>	.....	58

Stručna komisija 1 / Expert Committee 1:	KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE I ELEKTROMAGNETNA KOMPATIBILNOST POWER QUALITY AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY	
Predsednik komisije / Chairman:	Prof. dr Vladimir KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Serbia	
Izveštaj STK 2		59
EC 2 Report		66
<u>Preferencijalna tema 1 / Preferential Subject 1:</u>		
Kvalitet isporučene električne energije (kvalitet napona) – viši harmonici, fliker, propadi napona, skokovi napona, kratki prekidi i drugi poremećaji u napajanju potrošača – uzroci, proširivanje, imunitet, eliminisanje, iskustva / <i>Quality of delivered power (voltage quality) - higher harmonics, flicker, voltage sags, short breaks and other deviations in consumer supply – causes, expansion, immunity, elimination</i>		
R-2.01		
KAKO POSTIĆI PRESTIŽNU POUZDANOST I KVALITET U ISPORUCI ELEKTRIČNE ENERGIJE HOW TO REACH THE PRESTIGIOUS RELIABILITY AND QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY		
D. ČOMIĆ, D. CVETINOV, M. POROBIĆ, Ž. TANJGA, S. MILIVOJEV, „EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, ODS „EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, ogranak Novi Sad, Serbia		74
R-2.02		
ANALIZA POKAZATELJA KVALITETA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U DEES SRBIJE ANALYSIS OF POWER DELIVERY QUALITY INDICATORS IN DEES SERBIA		
M. BAČLIĆ, ODS „EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, Distributivno područje Novi Sad, M. RADIĆ, JP EPS Beograd, Tehnički centar, Novi Sad, Ž. POPOVIĆ, ODS „EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, Ogranak "ED Subotica", Subotica, Serbia		75
R-2.03		
INTERAKCIJA MREŽE I KORISNIKA NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE NETWORK AND USER INTERACTION ON POWER QUALITY		
J. ČARNIĆ, EPS, Distributivno područje Novi Sad, Novi Sad, R. MILANKOV, EPS, Distributivno područje Novi Sad, pogon Zrenjanin, Kikinda, M. RADOSAVLJEV, EPS, Distributivno područje Novi Sad, Novi Sad, Serbia		76
R-2.04		
ANALIZA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DEREGULISANOM ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU ANALYSIS OF THE QUALITY OF ELECTRICITY IN THE DEREGULATED POWER SYSTEM		
B. ČUPIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd, A. MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Ž. MARKOVIĆ, Elektroprivreda Srbije, Beograd, B. GRUJIČIĆ, B. ARSIĆ, Elektromreže Srbije, Beograd, Serbia		77
R-2.05		
KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U INDUSTRIJSKOM SEKTORU / POWER QUALITY IN INDUSTRIAL SECTOR		
I. RAMLJAK, J.P “Elektroprivreda HZ-HB” d.d., Mostar, Bosnia and Herzegovina		78
R-2.06		
PROBLEMATIKA MERENJA NAPONA U SREDNJENAPONSKOJ MREŽI SA SLOŽENOPERIODIČNIM NAPONOM ISSUES OF VOLTAGE MEASUREMENTS AT MEDIUM VOLTAGE NETWORK WITH NON-SINUSOIDAL VOLTAGE		
D. ČOMIĆ, ODS „EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad, D. PEJIĆ, Z. MITROVIĆ, B. ANTIĆ, P. SOVLJ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia		79
R-2.07		
MERENJE VIŠIH HARMONIKA NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU MEASURING HIGHER HARMONICS AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN NOVI SAD		
V. A. KATIĆ, Z. ČORBA, D. MILIĆEVIĆ, B. DUMNIĆ, B. POPADIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet Novi Sad, Serbia		81
R-2.08		
ANALIZA INDUKOVANE ELEKTROMOTORNE SILE U FAZNIM PROVODNICIMA DISTRIBUTIVNOG NADZEMNOG VODA USLED POJAVE JEDNOFAZNOG ZEMLJOSPOJA NA VISOKONAPONSKOM PRENOSNOM VODU ANALYSIS OF INDUCED ELECTROMOTIVE FORCE IN PHASE CONDUCTORS OF DISTRIBUTION OVERHEAD LINE CAUSED BY PHASE-TO-GROUND FAULT ON HIGH VOLTAGE TRANSMISSION OVERHEAD POWER LINE		
M. GRBIĆ, A. PAVLOVIĆ, D. SALAMON, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Serbia		82
<u>Preferencijalna tema 2 / Preferential Subject 2:</u>		
Uređaji i metode za merenje i monitoring kvaliteta električne energije (dijagnostičke metode, oprema, postupci i sl.) <i>Devices and methods for measuring and monitoring power quality (diagnostic methods, equipment, steps, etc.)</i>		
R-2.09		
PRIKAZ FAMILIJE TERENSKIH INSTRUMENATA SOPSTVENOG RAZVOJA ZA REGISTRACIJU KVALITETA ELEKTRICNE ENERGIJE TROFAZNE MREŽE OD 0.4KV (PO STANDARDU EN50160) SA MOGUĆNOŠĆU DALJINSKOG OCITAVANJA PREKO GPRS VEZE / INTRODUCING THE OUTDOOR DEVICE FAMILY DEVELOPED BY OUR COMPANY THAT CAN LOG THE POWER QUALITY OF A 0,4 KV THREE-PHASE NETWORK VIA GPRS TELEMETERING (EN 50160)		
I. ČASAR, Villbek D.o.o., Segedin, K.PALUŠEK, Palušek inženjering, Segedin, Hungary		83
R-2.10		
PRIMENA SEMONT SISTEMA ZA MONITORING EM POLJA VISOKIH FREKVENCIJA U OKOLINI TRAFOSTANICE 110/x kV “NOVI SAD 7” / THE SEMONT SYSTEM UTILIZATION FOR HIGH-FREQUENCY EMF MONITORING IN VICINITY OF 110/x kV “NOVI SAD 7” POWER SUBSTATION		
G. NEDIĆ, Elektroprivreda Srbije, Novi Sad, D. ANTIĆ, D. KLJAJIĆ, N. ĐURIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia		84

Preferencijalna tema 3 / Preferential Subject 3:

Domaća i evropska tehnička regulativa o kvalitetu električne energije (standardizacija, tehnički propisi i postupci)
Domestic and European power quality technical regulations (standardization, technical regulations and methods)

R-2.11

KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE I PROPISI / POWER QUALITY AND REGULATIONS

R. MILANKOV, EPS, Distributivno područje Novi Sad, pogon Zrenjanin, Kikinda, Serbia 85

Preferencijalna tema 5 / Preferential Subject 5:

Uticaj nedovoljnog kvaliteta na rad potrošača (tehnički problemi, energetska efikasnost, pouzdanost, finansijski efekti, odnosi sa potrošačima...) / *Influence of insufficient quality to consumers operating – voltage sags, short breaks and other deviations in consumer supply – causes, expansion, immunity, elimination*

R-2.12

ANALIZA UTICAJA KVARA KOMPENZACIJE REAKTIVNE SNAGE NA RAD MODERNIH ELEKTRONSKIH DVOSMERNIH BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE / ANALYSIS OF IMPACT OF REACTIVE POWER COMPENSATION MALFUNCTION ON WORKING OF MODERN STATIC ELECTRICITY METERS

B. HOLIK, ODS „EPS Distribucija“ Beograd, S. MARČETA, ODS „EPS Distribucija“ Beograd, ogranak Novi Sad, Serbia 86

R-2.13

**GREŠKE AUTOMATSKE REGULACIJE NAPONA SA PRIMERIMA
ERRORS OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION WITH EXAMPLES**

S. SPREMIĆ, J. P. EPS, Tehnički centar N.Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Novi Sad, Serbia 86

Preferencijalna tema 6 / Preferential Subject 6:

Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, elektromagnetna kompatibilnost
Over-voltage and over-voltage protection in power distribution networks, electromagnetic compatibility

R-2.14

PROBLEMI U RADIJALNOJ MREŽI SREDNJEG NAPONA SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM NASTALI USLED FEROREZONANSE / PROBLEMS IN RADIAL MEDIUM VOLTAGE NETWORKS WITH ISOLATED NEUTRAL POINT CAUSED BY FERRORESONANCE

S. MILORADOVIĆ, M. STANKOVIĆ, P.D. "Termoelektrane i kopovi Kostolac" d.o.o., Kostolac, Serbia 87

R-2.15

PROBLEM ZAŠTITE 35 KV POSTROJENJA SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM U PLANINSKOM PODRUČJU OD PRENAPONA / AN OVERVOLTAGE PROTECTION PROBLEM OF THE 35 KV SUBSTATION WITH INSULATED NEUTRAL CONNECTED TO OVERHEAD LINE IN MOUNTAINOUS REGIA

M. SAVIĆ, R. KOVAČIĆ, M. ŽARKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Beograd, Serbia,
M. MIJIĆ, Elnos BL, Banja Luka, M. BANJANIN, Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu, Istočno Sarajevo, Bosnia and Herzegovina ... 89

Preferencijalna tema 8 / Preferential Subject 8:

Priključenje i rad malih elektrana (distribuiranih generatora) i drugih obnovljivih izvora električne energije i kvalitet električne energije (Tehnička preporuka 16 i sl.) / *Small power plants and other renewable energy sources work and attachment (distributed generators) and power quality*

R-2.16

**ANALIZA UTICAJA SOLARNE ELEKTRANE NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTIVNE MREŽE
ANALYSIS OF SOLAR POWER PLANT IMPACT ON DISTRIBUTION NETWORK POWER QUALITY**

H. SALKIĆ, A. BIJEDIĆ, A. SOFTIĆ, JP EP BiH Elektrodistribucija Tuzla, Tuzla, Bosnia and Herzegovina 90

R-2.17

ZAJEDNIČKI UTICAJ FOTONAPONSKIH SISTEMA I ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA NA HARMONIJSKO IZOBLIČENJE STRUJA U URBANIM DISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA / SIMULTANEOUS IMPACT OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AND ELECTRIC VEHICLES ON HARMONIC DISTORTION OF CURRENTS IN URBAN DISTRIBUTION SYSTEMS

D. TOVILOVIĆ, N. RAJAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Serbia 91

R-2.18

**REGULACIJA NAPONA U NISKONAPONSKIM MREŽAMA SA DISTRIBUIRANOM PROIZVODNJOM
VOLTAGE REGULATION AT LOW VOLTAGE NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION**

I. DIMITRIJEVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Direkcija za upravljanje DEES, Novi Sad,
S. SPREMIĆ, J.P. EPS, Tehnički centar N. Sad, Sektor održavanja EEO VN i MM, Novi Sad, Serbia 92

R-2.19

**TEHNIČKI USLOVI PRIKLJUČENJA I MULTILEVEL INVERTORI U DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE
TECHNICAL CONNECTION CONDITIONS AND MULTI LEVEL INVERTORS IN DISTRIBUTED ENERGY SOURCES**

N. SAVIĆ, V. A. KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia 93

I-2.20

**UGRADNJA NN ORMANA ZA KOMPENZACIJU U CILJU POPRAVKE FAKTORA SNAGE NA KONZUMNOM PODRUČJU
TS 110/35/10 KV „BEOGRAD 18 – RALJA“ / INSTALLING LV CABINET FOR COMPENSATION WITH A GOAL OF FIXING CAPACITY FACTOR AT THE CONSUMPTION AREA OF PRIMARY STATION 110/35/10 KV "BELGRADE 18 - RALJA"**

D. VUKOTIĆ*, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, N. VRCELJ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“ a.d. Beograd,
R. TODOROVIĆ, A. MILOJKOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia 94

I-2.21

KVALITET ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNOM SISTEMU SRBIJE DO 2014. GODINE

QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY IN DISTRIBUTION SYSTEM IN 2014 TO SERBIAN

M. RISTIĆ, D. ILIĆ, I. JAGODIĆ, G. BJELAJAC, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd,	
R. MAKSIMOVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije-Ogranak RB Kolubara, Beograd, Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, Serbia	95

Stručna komisija 3 / Expert Committee 3 **UPRAVLJANJE I ZAŠTITA MANAGEMENT AND PROTECTION**

Predsednik komisije / Chairman: mr Dušan VUKOTIĆ, ODS "EPS Distribucija" Beograd, Serbia

Izveštaj STK 3	95
EC 3 Report	101

R-3.01

OPTIMALNA STRATEGIJA ZA UNAPREĐENJE POUZDANOSTI U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

OPTIMAL STRATEGY FOR HIGHER RELIABILITY IN DISTRIBUTION NETWORKS

Ž. POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, EPS Distribucija,	
S. KNEŽEVIĆ, B. BRBAKLIC, Schneider Electric DMS NS, Serbia	107

I-3.02

UTICAJ AUTOMATIZACIJE ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NA POVEĆANJE NJENE POUZDANOSTI NA KONZUMNOM PODRUČJU VOJVODINE / RELIABILITY IMPACT OF POWER DISTRIBUTION AUTOMATION IN THE CONSUMPTION AREA OF VOJVODINA

A. BOŠKOVIĆ, B. RADMILOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o, Serbia	108
--	-----

I-3.03

PREPORUKE PRI DEFINISANJU OPREME ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE SN MREŽOM

RECOMMENDATIONS IN THE DEFINITION OF EQUIPMENT FOR REMOTE CONTROL MV NETWORK

V. MIJATOVIĆ, M. RADUNOVIĆ, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Serbia	109
--	-----

R-3.04

AUTOMATIZACIJA SN MREŽE KROZ UGRADNJU PREKIDAČA (REKLOZERA) - REALIZACIJA I FUNKCIONALNOST ZAŠTITE / THE AUTOMATIZATION OF SN NETWORK THROUGH INSTALLATION OF CIRCUIT BREAKER (RECLOSER) - REALIZATION AND PROTECTION FUNCTIONALITY

S. MANDIĆ, S. MILIVOJEV, M. POROBIĆ, EPS distribucija doo Beograd, Ogranak ED Novi Sad, Novi Sad, Serbia	110
--	-----

R-3.05

USKLAĐIVANJE ZAŠTITE I LOKALNE AUTOMATIKE PAMETNIH MREŽA 20 kV SA RADOM TEHNIKE ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA / ALIGNMENT OF PROTECTION AND LOCAL AUTOMATIC SMART GRID 20 kV WITH THE WORK TECHNIQUES OF EARTHING SWITCHES

M. RADUNOVIĆ, V. MIJATOVIĆ, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Serbia	111
--	-----

R-3.06

KARAKTERISTIČAN DOGAĐAJ PRI RADU ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA / SPECIFIC EVENT IN CASE OF SHUNT OPERATION

D. CVETINOV, Ž. TANJGA, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogranak „ED Novi Sad“, Novi Sad, Serbia	112
--	-----

R-3.07

INTEGRACIJA INDIKATORA PROLASKA KVARA U OKVIRU SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA (SDU) GRADA BEOGRADA

INTEGRATION OF FAULT PASSEGE INDECATORS (FPIS) WITHIN SCADA SYSTEM OF DCC "BELGRADE"

D. VUKOTIĆ, G. ŽIVADINOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia	113
---	-----

R-3.08

PRIMENA "TOUCHSCREEN" TEHNOLOGIJE U SISTEMIMA ZA LOKALNI NADZOR I UPRAVLJANJE ELEKTROENERGETSKIM OBJEKTIMA / USAGE OF TOUCHSCREEN TECHNOLOGY IN SYSTEMS FOR LOCAL MONITORING AND CONTROL OF POWER STATION

D. VOJNOVIĆ, „EPS Distribucija“ d.o.o, N. JEMUOVIĆ, A. CAR, Institut „Mihajlo Pupin – Automatika“ Beograd,	
M. KUZMANOVIĆ, G. JOVANOVIĆ, M. MALETIN, „EPS Distribucija“ d.o.o, Serbia	114

I-3.09

ISKUSTVA SA MODIFIKACIJAMA U PODSTANICAMA KOJE KORISTE TEHNOLOGIJU PROCESNE SABIRNICE (ČVRSTA VLAKNA) / SUBSTATION RETROFIT EXPERIENCES USING PROCESS BUS (HARD FIBER) TECHNOLOGY

S. SHOARINEJAD, Araz Energy, Azerbaijan, J. SECO, J. CARDENAS, GE Digital Energy, Spain	115
---	-----

R-3.10

RASPODELA STRUJE JEDNOFAZNOG ZEMLJOSPOJA DUŽ SREDNENAPONSKOG NADZEMNOG VODA / DETERMINATION OF SINGLE PHASE TO GROUND FAULT CURRENT DISTRIBUTION ALONG OVERHEAD TRANSMISSION LINE

N. MUČALICA, S. LOLIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia	115
--	-----

R-3.11

PRORAČUN STRUJE KVARA PRI POJAVI NESIMETRIČNOG OPTEREĆENJA U OKVIRU SNDM GRADA BEOGRADA / FAULT CURRENT CALCULATION ON THE OCCURRENCE OF AN ASYMMETRICAL LOAD WITHIN THE MVNDN OFF CITY OF BELGRADE

G. ŽIVADINOVIĆ, D. VUKOTIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia	116
---	-----

R-3.12	MEĐUSOBNA ZAVISNOST UPRAVLJANJA I KOMUNIKACIONE INFRASTRUKTURE U OPERATIVNOM RADU DC 110/35kV MUTUAL INTERDEPENDENCE BETWEEN OPERATIONAL WORK AND COMMUNICATION INFRASTRUCTURE IN DC 110 / 35kV M. JOVANOVIĆ, Z. JOVANOVIĆ, „EPS distribucija“, d.o.o Beograd, Serbia	117
R-3.13	TELEKOMUNIKACIONI PODSISTEM U OKVIRU SISTEMA ZA AUTOMATIZACIJU ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NA KONZUMNOM PODRUČJU VOJVODINE / TELECOMMUNICATION SUBSYSTEM WITHIN POWER DISTRIBUTION NETWORK AUTOMATIZATION SYSTEM IN THE CONSUMPTION AREA OF VOJVODINA S. DUBAČKIĆ, A. BOŠKOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o, Serbia	118
R-3.14	PRAĆENJE IZGRADNJE DISTRIBUTIVNIH TRAFOSTANICA PRIMENOM WEB ORIJENTISANOG SOFTVERA CONSTRUCTION SUPERVISION OF DISTRIBUTION SUBSTATIONS BY WEB ORIENTED SOFTWARE V. PUSTAHIIJA, R. GRAOVAC, V. JOVANOVIĆ, Energoprojekt ENTEL a.d, Serbia	119
R-3.15	ANALIZA GUBITAKA PO DELOVIMA KONZUMA ODS KORIŠĆENJEM GIS TEHNOLOGIJE ANALYSIS OF LOSSES WITHIN DSO CONSUMPTION AREAS BY USING GIS TECHNOLOGY J. STEVIĆ, V. STOJIČIĆ, ODS „EPS Distribucija“, Beograd, Serbia	120
Stručna komisija 4 / Expert Committee 4		
	DISTRIBUIRANA PROIZVODNJA I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTED PRODUCTION AND EFFICIENT USE OF POWER Predsednik komisije / Chairman: dr Željko POPOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" Beograd, Serbia	
Izveštaj STK 4		120
EC 4 Report		126
Preferencijalna tema 1 / Preferential Subject 1:		
Integracija distribuiranih izvora električne energije / Integration of distributed power sources		
R-4.01	UTICAJ DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE NA GUBITKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI INFLUENCE OF DISTRIBUTED GENERATION ON ELECTRICAL ENERGY LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORK M. ŠARIĆ, A. ČOLAKOVIĆ, N. RAHIMIĆ, A. BOLOBAN, JP EP BiH d.d. Sarajevo, Podružnica „Elektrodistribucija“ Mostar, Bosnia & Herzegovina	132
R-4.02	UTICAJ VISOKOG NIVOVA PENETRACIJE VARIJABILNIH PV DISTRIBUIRANIH IZVORA NA NAPONSKE PRILIKE NISKONAPONSKE MREŽE / THE IMPACT OF VARIABILITY PV DISTRIBUTED SOURCE ON VOLTAGE CONDITIONS OF LOW VOLTAGE NETWORK J. GAJOVIĆ, S. MIJALLOVIĆ, EPCG, FC Distribucija, Montenegro	133
R-4.03	MODELOVANJE I PRORAČUN KRATKIH SPOJEVA DISTRIBUTIVNIH MREŽA S DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA ZASNOVANIM NA TROFAZIM INVERTORIMA / MODELING AND SHORT-CIRCUIT ANALYSIS OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH LARGE NUMBER OF THREE-PHASE INVERTER BASED DISTRIBUTED GENERATORS L. STREZOSKI, V. KATIĆ, B. DUMNIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia	134
R-4.04	ANALIZA RADA ELEKTROENERGETSKIH DISTRIBUTIVNIH NISKONAPONSKIH MREŽA SA PRIKLJUČENIM MIKRO I MINI SOLARNIM ELEKTRANAMA NA PODRUČJU OPŠTINE TEŠANJ-BIH / ANALYSIS OF ELECTRICAL ENERGY DISTRIBUTION LOW VOLTAGE NETWORKS WITH CONNECTED MICRO AND MINI SOLAR POWER PLANT IN THE MUNICIPALITY TEŠANJ- BIH S. JUSIĆ, F. BEGOVIĆ, JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo, Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, Bosnia & Herzegovina	135
R-4.05	POVEĆANJE KAPACITETA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE ZA INTEGRACIJU DISTRIBUIRANIH GENERATORA / INCREASE OF ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK CAPACITY FOR INTEGRATION OF DISTRIBUTED GENERATION A. BOSOVIĆ, N. HASANSPIHIĆ, M. MEHOVIĆ, M. MUSIĆ, JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo, Bosnia & Herzegovina	136
R-4.06	SKLADIŠTENJE ENERGIJE KAO PODRŠKA INTEGRACIJI VETROELEKTRANA U ELEKTROENERGETSKI SISTEM ENERGY STORAGE IN SUPPORT TO THE INTEGRATION OF WIND POWER SYSTEM J. STANOJEVIĆ, Global Substation Solutions, Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, M. MITROVIĆ, WSP | Parsons Brinckerhoff, A. ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Serbia,	137
R-4.07	ANALIZA TEHNO-EKONOMSKIH USLOVA IZGRADNJE I OCENA OPRAVDANOSTI ULAGANJA U SOLARNE FOTONAPONSKE ELEKTRANE U REPUBLICI SRBIJI / THE INVESTMENT JUSTIFICATION ESTIMATE AND THE TECHNO-ECONOMIC ASPECTS ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT CONSTRUCTION IN REPUBLIC OF SERBIA D. MILIČEVIĆ, B. DUMNIĆ, B. POPADIĆ, Z. ČORBA, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad B. JANKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak "ED Zrenjanin", Serbia	138

R-4.08	KOMPARATIVNA ANALIZA EKONOMIČNOSTI INTERMITENTNIH OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U USLOVIMA SLOBODNOG TRŽIŠTA / COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ECONOMIC BENEFITS OF INTERMITTENT RENEWABLE ENERGY SOURCES IN COMPLIANCE WITH THE FREE MARKET	
	J. KUŠIĆ, JP Elektromreža Srbije, Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Serbia	139
R-4.09	TEHNIČKI I EKONOMSKI ASPEKTI MOGUĆNOSTI IZGRADNJE MALE HIDROELEKTRANE NA RIJECI FOJNICI-OPŠTINA VISOKO-BIH TECHNICAL AND ECONOMICAL ASPECTS OF THE SMALL HIDRO POWER PLANT CONSTRUCTION POSSIBILITIES ON RIVER FOJNICA-MUNICIPALITY VISOKO-BIH	
	S. JUSIĆ, E. HRNJIĆ, JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo – Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, BiH	140
I-4.10	INTELIGENTNO UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA / INTELLIGENT MANAGEMENT OF DISTRIBUTION GRIDS	
	D. RIESENBERG, "Bilfinger Maueil GmbH", T. LINNEMANN, Germany	141
	<u>Preferencijalna tema 2 / Preferential Subject 2:</u> Efikasno korišćenje električne energije i upravljanje opterećenjem / Efficient use of power and load management	
R-4.11	MOGUĆNOSTI UŠTEDE ENERGIJE KONTROLOM RASHLADNOG SISTEMA ENERGETSKIH ULJNIH TRANSFORMATORA POSSIBILITY OF ENERGY SAVINGS BY THE CONTROL OF THE COOLING SYSTEM OF OIL-IMMERSED POWER TRANSFORMERS	
	Z. RADAKOVIĆ, U. RADOMAN, N. ĐORĐEVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Serbia	141
R-4.12	GENERALNI MATEMATIČKI MODEL ZA PRORAČUN EKONOMSKOG PRESEKA KABLOVA ZA PRIKLJUČENJE VETROELEKTRANA NA ELEKTROENERGETSKI SISTEM / GENERAL MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATION OF THE ECONOMIC CROSS SECTION OF CABLES FOR CONNECTING WIND FARMS ON THE ELECTRIC POWER SYSTEM	
	A. ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Serbia	142
I-4.13	POLAGANJE KABLOVA U TERMIČKI NEPOVOLJNIM SREDINAMA INSTALLATION OF POWER CABLES IN THE THERMAL INHOSPITABLE	
	D. MALEŠEVIĆ, Z. JANKOVIĆ, ZP „Elektrokrajina“ a.d. Banja Luka, M. ZELJKOVIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Bosnia i Hercegovina	143
R-4.14	OPTIMALNO UPRAVLJANJE POTROŠNJOM I SKLADIŠTENJEM ENERGIJE U PAMETNIM SISTEMIMA SA DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE / OPTIMAL CONTROL OF ENERGY CONSUMPTION AND STORAGE SYSTEMS WITH U SMART DISTRIBUTED ENERGY SOURCES	
	D. KOTUR, J. MIKULOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Srbija	144
R-4.15	OPTIMALNO UPRAVLJANJE POTROŠNJOM U PRISUSTVU FOTONAPONSKE ELEKTRANE I SKLADIŠTENJA ENERGIJE OPTIMAL DEMAND MANAGEMENT IN THE PRESENCE OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT AND ENERGY STORAGE	
	V. DURKOVIĆ, Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Montenegro; Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Serbia N. RAJAKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Serbia	145
R-4.16	DEKOMPOZICIJA DNEVNOG DIJAGRAMA POTROŠNJE ZA POTREBE UPRAVLJANJA POTROŠNJOM DECOMPOSITION OF DAILY LOAD DIAGRAM FOR MANAGING CONSUMPTION	
	A. JEVTIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Ž. JEVTIĆ, B. NIJEMČEVIĆ, EPS Distribucija Beograd, Serbia	145
	<u>Preferencijalna tema 3 / Preferential Subject 3:</u> Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojlilima Smart meters and systems use for remote control and reading of meters	
R-4.17	TEORIJA GRUBIH SKUPOVA KAO ALAT ZA OTKRIVANJE KRADE KUPACA ELEKTRIČNE ENERGIJE ROUGH SET THEORY AS A TOOL FOR FRAUD DETECTION OF ELECTRICITY CUSTOMERS	
	J. SPIRIĆ, Leskovac, S. STANKOVIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Tehnički centar Niš, Srbija M. DOČIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Serbia	147
R-4.18	IZMEŠTANJE MERNIH MESTA NA REGULACIONU LINIJU KAO JEDAN OD NAČINA ZA SMANJENJE NETEHNIČKIH GUBITAKA MEASURING POINT RELOCATION AT THE REGULATORY LINE AS A WAY TO REDUCE LOSSES SHORT CONTENT	
	S. SIMENDIĆ, N. KRKLJUŠ, M. VUKAS, L. GAJDOBRANSKI, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Ogr. Elektrodistribucija Sombor, R. NIKOLIĆ, "JP Elektroprivreda Srbije Tehnički centar Novi Sad Odsek za tehničke usluge Sombor, Serbia	147
R-4.19	EFEKTI IZMJEŠTANJA MJERNIH MJESTA / EFFECTS OF RELOCATION MEASURING POINTS	
	G. RADIĆ, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Dobo“ a.d. Dobo, P. KUNDAČINA, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Hercegovina“ a.d. Trebinje, D. MILIĆEVIĆ, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Dobo“ a.d. Dobo D. MURATOVIĆ, M "ERS" MP a.d. Trebinje, Bosnia & Hercegovina	148

R-4.20 DIJAGRAM TOKA AKTIVNOSTI NA SMANJENJU GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE DIAGRAM OF FLOW OF ACTIVITIES FOR REDUCING ELECTRIC POWER LOSSES S. SARIĆ, JP Elektroprivreda Srbije Tehnički centar Novi Sad Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica, B. SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd Ogranak Elektrodistribucija Sremska Mitrovica, <i>Serbia</i>	149
R-4.21 PRIMENA TERMOVIZIJSKE KAMERE I NJEN UTICAJ U CILJU LOCIRANJA NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE I SMANJENJA NE TEHNIČKIH – KOMERCIJALNIH GUBITAKA KOD KORISNIKA KOJI SE NAPAIAJU IZ TS 10/0,4kV LJUBIĆ SELO / APPLICATION OF THERMAL IMAGERS AND ITS IMPACT IN ORDER TO LOCATE UNAUTHORIZED USE OF ELECTRICITY AND REDUCING NON TECHNICAL - COMMERCIAL LOSSES FOR THE USER WHO IS CONNECTED TO TS 10 / 0.4 KV LJUBIC VILLAGE M. RADOSAVLJEVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, <i>Serbia</i>	150
R-4.22 EFEKTI ANALIZE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U OTKRIVANJU NEOVLAŠĆENE POTROŠNJE I ANALIZA GUBITAKA NA OSNOVU NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE EFFECTS ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE DETECTION OF UNAUTHORIZED CONSUMPTION ANALYSIS AND LOSSES ON THE BASIS OF UNAUTHORIZED USE OF ELECTRICITY R. ĐORĐEVIĆ, S. TUCAKOVIC, D. VASIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, <i>Serbia</i>	151
R-4.23 MODELOVANJE DEJSTVA STALNOG MAGNETA / MODELLING OF PERMANENT MAGNET EFFECT Lj. MLADENOVIĆ, ODS doo Beograd – ogranak Elektrodistribucija Zaječar, D. RAPAĆ, JP Elektroprivreda Srbije – Tehnički centar Niš – Odsek za tehničke usluge Zaječar, <i>Serbia</i>	152
Stručna komisija 5 / <i>Expert Committee 5</i> PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH SISTEMA DISTRIBUTION SYSTEMS PLANNING Predsednik komisije / <i>Chairman:</i> dr Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet Niš, <i>Serbia</i>	
Izveštaj STK 5	152
EC 5 Report	155
<u>Preferencijalna tema 1 / <i>Preferential Subject 1:</i></u> Ravnoteža između različitih kriterijuma pri planiranju distributivne mreže / <i>Balance between different criteria in distribution network planning</i>	
R-5.01 EFIKASNI ALGORITAM ANALIZE TOKOVA SNAGA, MODIFIKOVANI ALGORITAM TOKOVA SNAGA NAHMAN I PERIĆ EFFICIENT POWER FLOW ALGORITHM, MODIFIED ALGORITHM NAHMAN AND PERIĆ B. STOJANOVIĆ, M. MOSKOVLJEVIĆ, Tehnički opitni centar, T. RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, <i>Serbia</i>	158
R-5.02 PROGRAM ZA PROVERU POVEZANOSTI ENERGETSKOG SISTEMA / PROGRAMME FOR POWER SYSTEM CONNECTIVITY CHECKING T. RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerzitet Beograd, B. STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar, <i>Serbia</i>	159
R-5.03 PRORAČUN NESIMETRIČNIH TOKOVA SNAGA AKTIVNIH TROFAZNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA ASYMMETRICAL POWER FLOW CALCULATION OF ACTIVE THREE-PHASE DISTRIBUTION NETWORKS V. C. STREZOSKI, N. R. VOJNOVIĆ, P. M. VIDOVIĆ, Univerzitet Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, <i>Serbia</i>	160
R-5.04 UTICAJ NAČINA MODELOVANJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA NA PRORAČUN TOKOVA SNAGA INFLUENCE OF MODELING DISTRIBUTION NETWORK ON LOAD FLOW D. MILOŠEVIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla i Elektrotehnički fakultet u Beogradu, N. VRCELJ, N. ŠUŠNICA, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, V. STANOJEVIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, <i>Serbia</i>	161
R-5.05 UPOREDNA ANALIZA HEURISTIČKIH METODA REKONFIGURACIJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA COMPARATIVE ANALYSIS OF HEURISTIC METHODS OF DISTRIBUTION NETWORK RECONFIGURATION D. ŠOŠIĆ, P. STEFANOV, Elektrotehnički fakultet Univerzitet Beograd, <i>Serbia</i>	162
<u>Preferencijalna tema 2 / <i>Preferential Subject 2:</i></u> Minimalni zahtevi energetske efikasnosti pri planiranju / <i>Minimal energy efficiency requirements in distribution networks</i>	
R-5.06 PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA U SVETLU EVROPSKE DIREKTIVE O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI DISTRIBUTION NETWORK PLANNING IN THE LIGHT OF THE EUROPEAN DIRECTIVE ON ENERGY EFFICIENCY A. JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, <i>Serbia</i>	163
R-5.07 ANALIZA EFEKATA UGRADNJE FIKSNE KOMPENZACIJE NA NISKONAPONSKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA ANALYSIS OF THE EFFECTS OF APPLICATION OF FIXED COMPENSATION ON THE LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK M. BEČIĆ, F. HIDIĆ, JP EP BiH Podružnica ED Zenica, S. ĐEKIĆ, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, <i>Bosnia & Hercegovina</i>	164

R-5.08		
PREDLOG MERA ZA SMANJENJE TEHNIČKIH GUBITAKA U SREDNJENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI 10 kV		
PROPOSED MEASURES FOR TECHNICAL LOSSES REDUCTION IN MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK 10 kV		
D. ČETENović, V. MIJAILOVIĆ, A. RANKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Čačak, Serbia	.....	164
<i>Preferencijalna tema 3 / Preferential Subject 3:</i>		
Upravljanje životnim ciklusom opreme u uslovima neizvesnosti		
<i>Asset life cycle management in uncertain environment</i>		
R-5.09		
VIŠEKRITERIJUMSKO PLANIRANJE AKTIVNOSTI NA ODRŽAVANJU NADZEMNE MREŽE		
MULTICRITERIA ACTIVITY PLANING FOR GROUND NETWORK MAINTENANCE		
B. KOJIĆIĆ, Istraživačko-razvojni centar "Alfatec", Niš, A. JANJIĆ, Elektronski Fakultet, Univerzitet Niš, Serbia	.....	165
<i>Preferencijalna tema 4 / Preferential Subject 4</i>		
Optimizacija distributivne infrastrukture za novi tip potrošača / <i>Distribution infrastructure optimization for a new consumer type</i>		
R-5.10		
MIKRO MREŽE U ENERGETSKOM SISTEMU SRBIJE: MOGUĆNOSTI I IZAZOVI		
MICROGRIDS IN POWER INDUSTRY OF SERBIA: POSSIBILITIES AND CHALLENGES		
D. STEVANOVIĆ, EPS, Zaječar, A. JANJIĆ, Univerzitet Niš, Elektronski fakultet, Serbia	.....	166
Stručna komisija 6 / <i>Expert Committee 6</i>		
TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE I DEREGULACIJA		
ELECTRICITY MARKET AND DEREGULATION		
Predsednik komisije / <i>Chairman:</i>	dr Nenad KATIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Serbia	
Izveštaj STK 6	.....	166
EC 6 Report	.....	169
R-6.01		
REDIZAJN TARIFA KATEGORIJE DOMAĆINSTVO / REDISIGN OF TARIFF FOR HOUSEHOLD CATEGORY		
S. AGANOVIĆ, FERK Mostar, E. AGANOVIĆ, NOSBIHB Sarajevo, Bosnia & Hercegovina	.....	171
R-6.02		
ZNAČAJ DANA SA VELIKIM DOGAĐAJEM NA DEREGULISANOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE		
AN IMPORTANCE OF MAJOR EVENT DAY IN DEREGULATED ELECTRICITY MARKET		
J. V. SPIRIĆ, Leskovac, M. DOČIĆ, J. SPIRIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Serbia	.....	172
R-6.03		
POKAZATELJI POUZDANOSTI I MOGUĆNOST PRIMENE PODSTICAJNIH ŠEMA NA POVEĆANJE POGONSKE SPREMNOSTI – STUDIJA SLUČAJA TS 110/35 kV/kV „BEOGRAD 10 – MISLOĐIN“		
RELIABILITY INDICES AND APPLICABILITY OF INCENTIVES METHODS TO IMPROVE AVAILABILITY – CASE STUDY WITH SUBSTATION 110/35 Kv “BELGRADE 10 - MISLODJIN”		
M. MINIĆ, Ž. MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, EPS Beograd, A. MARKOVIĆ, Agencija za energetiku, Beograd, Serbia	.....	173
R-6.04		
REDUKCIJA GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE KORIŠĆENJEM ADMS OPTIMIZACIONIH APLIKACIJA		
POWER LOSSES REDUCTION USING ADVANCED DMS FUNCTIONS		
J. KATIĆ, Schneider Electric DMS, Novi Sad, N. KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet Novi Sad, Serbia	.....	173
R-6.05		
OBRAČUN DEBALANSA PROIZVOĐAČA U SISTEMU PODSTICAJA		
SETTLEMENT OF PRODUCERS DEBALANCE IN INCENTIVE SYSTEM		
N. KRULJ, S. RIKALO, D. MURATOVIĆ, J. LAŽETIĆ, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Matično preduzeće a.d. Trebinje, B & H	.....	174
R-6.06		
ISKUSTVA SA SNABDEVANJEM POTROŠAČA PRI OTVARANJU TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U SRBIJI		
EXPERIENCE WITH CONSUMER SUPPLY IN REFERENCE WITH THE OPENING OF THE POWER MARKET IN SERBIA		
N. MILOŠEVIĆ, “EPS distribucija” Beograd – ogranak Subotica, N. KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet Novi Sad, Serbia	.....	175
INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS	.....	176

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



Izveštaj Forum Smart Grid

FORUM SMART GRID

Moderator: dr ZORAN SIMENDIĆ

ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

dr Aleksandar BOŠKOVIĆ

ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd

Za X Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama u organizaciji CIRED-SRBIJA, FORUM SMART GRID dostavljeno je ukupno 6 radova, od kojih 4 pripadaju grupi referata.

Preferencijalne teme za FORUM SMART GRID su:

1. Standardizacija i procesi planiranja
2. Analiza i upravljanje savremenim Smart Grid sistemima (operativno planiranje, regulacija napona, razmena podataka, novi sistemi usluga)
3. Telekomunikacija i upravljanje podacima
4. Regulative za priključenje malih elektrana i dosadašnja iskustva u njihovom radu

Za prvu preferencijalnu temu prihvaćena su dva rada u kategoriji referata. Druga preferencijalna tema razmatrana je takođe u dva rada u kategoriji referata. Za treću preferencijalnu temu nije bilo prihvaćenih radova. Četiri rada, koji su okarakterisani kao referati, odnose se na petu preferencijalnu temu.

IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVEŠTILACA

Preferencijalna tema 2:

Analiza i upravljanje savremenim Smart Grid sistemima (operativno planiranje, regulacija napona, razmena podataka, novi sistemi usluga)

Stručni izveštajac: Zoran SIMENDIĆ, P.D. Elektrovojvodina Novi Sad "ED Sombor", Sombor, Srbija

R-F.01 KAKO ZAISTA OVLADATI I UPRAVLJATI PODACIMA O ELEKTRODISTRIBUTIVNOM SISTEMU KAKO ZAISTA OVLADATI I UPRAVLJATI PODACIMA O ELEKTRODISTRIBUTIVNOM SISTEMU

Autori: S. SPAHIĆ, JP EPBiH-Sektor za strateški razvoj, BiH
Đ. VOZEL, SI-King, Slovenija
S. SULJOVIĆ FAZLIĆ, JP EPBiH-Sektor za IKT, BiH
D. PIHLJAK, JP EPBiH-Operator distributivnog sistema, BiH

U radu je, u pogledu vladanja i upravljanja podacima o elektrodistributivnom sistemu, ukazano na veliki značaj poznavanja infrastrukture, ustrajavanja na jedinstvenom i nadogradivom rešenju za kompletnu distribuciju, maksimalnog korišćenja svakog uložnog truda na prikupljanju podataka i omogućavanja dostupnih alata za evidentiranje objekata.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva su vasa iskustva u primeni GPS uređaja za prikupljanje podataka o elektrodistributivnim objektima i vodovima?
2. Na koji način planirate povezivanje Integrisane baze podataka sa SCADA/DMS/OMS sistemom?

R-F.02 KOMPARATIVNA ANALIZA RAZLIČITIH METODA MASOVNOG PRIKUPLJANJA I MAPIRANJA GRAFIČKIH, TOPOLOŠKIH I ALFANUMERIČKIH PODATAKA O ELEMENTIMA DISTRIBUTIVNE MREŽE

Autor: V. STOJČIĆ, PD "EPS Distribucija", d.o.o.Beograd, Srbija

U radu je GIS predstavljen kao osnova za sprovođenje ideje SMART GRID-a u distributivnom preduzeću. Ukazano je na potrebu kontinuiranog unosa grafičkih podataka u GIS bazu i kontinuirano prikupljanje podataka o novoj mreži i o izmenama na postojećoj distributivnoj mreži.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način treba rešiti pitanje procedure potrebne u poslovima masovnog prikupljanja nedostajućih podataka o mreži, a na koji proceduru ažuriranja promena na područjima gde su već prikupljeni podaci o mreži?
2. Kako treba rešiti problem potrebe za različitim prikazima – jedan sa tačnim pozicijama trasa vodova i drugi sa jasnim raspletom vodova?

**R-F.03 ADMS U FUNKCIJI UPRAVLJANJA DISTRIBUTIVNOM MREŽOM U OKVIRU PROJEKTA SMART CITY
NOVI SAD ADMS U FUNKCIJI UPRAVLJANJA DISTRIBUTIVNOM MREŽOM U OKVIRU PROJEKTA
SMART CITY NOVI SAD**

Autori: M. POROBIĆ*, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija
G. JOVANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Novi Sad, Srbija
B. BOGDANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija
Ž. TANJGA, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija
S. MANDIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija

U radu je kratko opisano korišćenje SN SCADA i ADMS sistema u PDC Novi Sad. Zajedno sa WALL DISPLAY-om sistem pruža niz prednosti u upravljanju elektroenergetskom mrežom, što se vidi na primeru jedne incidentne situacije kada je sistem pokazao svoju pravu vrednost. Sve to je potkrepljeno podacima o poboljšanja pokazatelja pouzdanosti SAIFI i SAIDI.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li jedan dispečer može koristiti ceo raspoloživi WALL DISPLAY (2x5 monitora) za svoje šeme, ukoliko onom drugom to nije potrebno?
2. Da li se može proceniti koliko je poboljšanje pokazatelja pouzdanosti rezultat uvođenja ADMS i SCADA sistema, a koliko drugih ulaganja u elektroenergetski sistem (zamena stare i dotrajale opreme, remont, izgradnja alternativnih pravaca napajanja...)
3. Koje DMS funkcije koriste dispečeri u svom svakodnevnom operativnom radu, a koje zaposleni na poslovima analize i pripreme?
4. Da li je izgled simbola u ADMS-u standardizovan i sa čime?

Preferencijalna tema 4:

Benefiti korišćenja Smart Grid sistema

Stručni izvestilac: Zoran SIMENDIĆ, P.D. Elektrovojvodina Novi Sad "ED Sombor", Sombor, Srbija

**R-F.04 PHOTOVOLTAIC PANELS MOUNTED IN NETWORKS 0,4KV, A SOLUTION FOR REDUCING THE
PURCHASE OF ELECTRICITY TO COVER INTERNAL TECHNOLOGICAL CONSUMPTION**

Autor: Ioan RUSU, Electrica Serv, Romania

Rad prikazuje mogućnosti primene fotonaponskih panela u 0,4 kV distributivnoj mreži. Pored električnih rad se bavi i mehaničkim problemima postavljanja panela.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko je postavljeno fotonaponskih panela u Rumuniji i kolike snage. Od toga koliko u vlasništvu distribucije na njenim objektima?
2. Da li je operator distributivnog sistema doneo preporuke ili uputstva o postavljanju?
3. Da li već ima iskustava sa održavanjem fotonaponskih panela?



Forum Smart Grid Report

FORUM SMART GRID

Moderator: dr ZORAN SIMENDIĆ

ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

dr Aleksandar BOŠKOVIĆ

ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd

For X Conference on Electricity Distribution organized by CIREC Serbia, FORUM SMART GRID, a total of 6 papers were submitted, out of which 4 belong to the group of reports.

Preferential subjects for FORUM SMART GRID are:

1. Standardization and planning processes
2. Analysis and management of state of the art Smart Grid systems (operational planning, voltage regulation, data exchange, new service systems)
3. Telecommunication and data management
4. Regulations for connecting small power plants, and the past experience in their operation

Two papers were accepted for the first preferential subject in the category of reports. The second preferential subject was also considered in two papers. No papers were accepted for the third preferential subject. Four papers, in the category of reports refer to the fifth preferential subject.

REFEREES' REPORTS

Preferential subject 2:

Analysis and management of state of the art Smart Grid systems (operational planning, voltage regulation, data exchange, new service systems)

Referee: Zoran SIMENDIĆ, P.D. Elektrovojvodina Novi Sad "ED Sombor", Sombor, Srbija

R-F.01 HOW TO REALLY MASTER AND CONTROL DATA OF ELECTRODISTRIBUTION POWER SYSTEM

Authors: S. SPAHIĆ, JP EPBiH-Sektor za strateški razvoj, BiH
Đ. VOZEL, SI-King, Slovenija
S. SULJOVIĆ FAZLIĆ, JP EPBiH-Sektor za IKT, BiH
D. PIHLJAK, JP EPBiH-Operator distributivnog sistema, BiH

In terms of mastering and managing data on the electricity distribution system, the paper emphasizes the great importance of being familiar with the infrastructure, of persisting on a single and upgraded solution for the entire electricity distribution, of making maximum efforts for the purpose of data acquisition and providing accessible tools for entry of plants into the register.

Questions for discussion:

1. What kind of experience do you have in implementation of GPS devices for data acquisition concerning electricity distribution plants and lines?
2. In what way do you plan to connect the Integrated databases with the SCADA/DMS/OMS system?

R-F.02 COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT METHODOLOGIES MASS GATHERING AND MAPPING GRAPHIC, TOPOLOGICAL AND ALPHANUMERIC DATA ENTITIES OF ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORK

Author: V. STOJČIĆ, PD "EPS Distribucija", d.o.o. Beograd, Serbia

In the paper, GIS is presented as the basis for conducting the SMART GRID idea within an electricity distribution company. It emphasizes the need for continuous entry of graphic data into the GIS database and for continuous data acquisition concerning the new grid, as well as changes in the existing electricity distribution grid.

Questions for discussion:

1. How to handle the procedure required in jobs dealing with mass acquisition of outstanding grid data and how to deal with the updating procedure in regions where grid data have already been acquired?
2. How to deal with the issue concerning the need for different presentations – the former with accurate items for power line routes and the latter with clear power line arrangement?

R-F.03 ADMS IN FUNCTION MANAGING DISTRIBUTION NETWORK WITHIN THE PROJECT SMART CITY NOVI SAD

Authors: M. POROBIĆ*, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Serbia
G. JOVANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Novi Sad, Serbia
B. BOGDANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Serbia
Ž. TANJGA, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Serbia
S. MANDIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Serbia

The paper briefly describes the implementation of MV SCADA and ADMS system at PDC Novi Sad. Together with the WALL DISPLAY, the system provides many advantages in electricity distribution management, which can be seen in the example of breakdown when the system proved its actual value. All is supported by data on improved reliability indicators SAIFI and SAIDI.

Questions for discussion:

1. Can one dispatcher use the whole available WALL DISPLAY (2x5 monitors) for his/her schematic diagrams, if the other dispatcher does not require it?
2. Can it be assessed to what extent are the improved reliability indicators the result of introducing the ADMS and SCADA system, and to what extent are they the result of other investments in the electric power system (replacement of old and worn out equipment, overhauls, construction of alternative supply routes...)?
3. Which DMS functions are used by dispatchers in their daily operational work, and which of them are used by employees doing jobs concerning the analysis and preparation?
4. Is the ADMS symbol image standardized and in what way?

Preferential subject 4:

Benefits of applying Smart Grid systems

Referee: Zoran SIMENDIĆ, P.D. Elektrovojvodina Novi Sad "ED Sombor", Sombor, Serbia

R-F.04

PHOTOVOLTAIC PANELS MOUNTED IN NETWORKS 0.4KV, A SOLUTION FOR REDUCING THE PURCHASE OF ELECTRICITY TO COVER INTERNAL TECHNOLOGICAL CONSUMPTION

Author:

Ioan RUSU, Electrica Serv, Romania

The paper demonstrates the possibilities provided by applying the 0.4kV photovoltaic panel in electricity distribution. In addition to electricity issues, the paper also deals with mechanical issues concerning the installation of panels.

Questions for discussion:

1. How many photovoltaic panels have been installed in Romania, and what are their outputs? How many of them belonging to electricity distribution are installed in their plants?
2. Has the distribution system operator issued any recommendations or guidelines for the installation thereof?
3. Is there already any experience regarding the maintenance of photovoltaic panels?



KRATKI SADRŽAJI REFERATA / ABSTRACTS

R-F.01

KAKO ZAISTA OVLADATI I UPRAVLJATI PODACIMA O ELEKTRODISTRIBUTIVNOM SISTEMU

Sead SPAHIĆ, JP EPBiH-Sektor za strateški razvoj, BiH

Đana VOZEL, SI-King, Slovenija

Sanela SULJOVIĆ, JPEPBiH, Sektor za IKT, BiH

Damir PIHLJAK, JP EPBiH, Operator distributivnog sistema, BiH

U radu su opisana interesantna iskustva JP EP BiH-Operatora distributivnog sistema, u rješavanju problema ovladavanja podacima o elektrodistributivnom sistemu kako kao cjeline, tako i svih njegovih elemenata. Naime, Distribucija je godinama pokušavala da „jednom i zaista“ ovlada (atributivnim i geolokacijskim) podacima o elektrodistributivnom sistemu kojim upravlja ali nikada nismo uspjeli pronaći adekvatnu metodologiju i organizaciju rada te obezbijediti potrebne alate da to zaista i napravimo. Nakon višegodišnjih pokušaja i formiranja više „Baza tehničkih podataka“ za koje smo na kraju uvijek zaključivali da imaju određene manjkavosti (ili su podaci koje smo prikupljali bili nedostadni ili smo nakon prolaska određenog vremenskog perioda sumnjali u njihovu vjerodostojnost i ažurnost), prije nekoliko godina smo se opredjelili za metodološki drugačiji pristup. Kroz rad su predstavljeni najinteresantniji detalji primijenjene metodologije i opredjeljenja kao i alata korištenih za uspostavu integrisane baze tehničkih podataka (DEEO)

Ključne riječi: informacija, tehničke karakteristike, snimanje, izvor podataka, nastanak događaja, nadležnost, pristup podacima. integrisana baza podataka, GPS uređaj, pretraživanje, eds (elektrodistributivni sistem).

HOW TO REALLY MASTER AND CONTROL DATA OF ELECTRODISTRIBUTION POWER SYSTEM

The paper describes an interesting experience of EP BiH - Distribution System Operator, in solving the problem of collecting and managing data on the electrical power system as a whole and all of its elements. The Power Distribution has been for years attempting to "once and truly" overmaster (attributive and geolocation) data on the electrical power distribution system, but we never find an adequate methodology and work organization as well as to provide the necessary tools to actually do that. After years of trying and making various "technical database" which would always proved deficient (or the data that we gathered was insufficient or we are after a certain period of time doubted their authenticity and accuracy), a few years ago we opted for a different approach methodology. The paper presents the most interesting details of the methodology applied as well as the tools used for the establishment of an integrated technical database (DEEO).

Key words: information, technical characteristics, collecting information, data sources, accruals, competence, access to data. integrated database, GPS device, search.

KOMPARATIVNA ANALIZA RAZLIČITIH METODA MASOVNOG PRIKUPLJANJA I MAPIRANJA GRAFIČKIH, TOPOLOŠKIH I ALFANUMERIČKIH PODATAKA O ELEMENTIMA DISTRIBUTIVNE MREŽE

Vladimir STOJČIĆ, ODS "EPS Distribucija" Beograd, Srbija

U radu je data komparativna analiza različitih metodologija masovnog prikupljanja grafičkih, topoloških i alfanumeričkih podataka o entitetima distributivne elektroenergetske mreže svih naponskih nivoa proistekla iz višegodišnjeg iskustva rada u toj oblasti. Opisano je i analizirano vremensko trajanje postupaka od pripreme potrebnih podataka za izlazak na snimanje mreže i prikupljanja novih i nedostajućih podataka o distributivnoj mreži svih naponskih nivoa. Prikazana je i vremenska zavisnost trajanja postprocesiranja od upotrebene metodologije snimanja mreže na terenu od prenosa prikupljenih podataka do vizualizacije prikupljenih podataka u GIS ili CAD softveru. Prikazana je i zavisnost trajanja prikupljanja podataka na terenu od samog obima zahtevanih podataka. Prikazane su i metode unosa podataka u GIS kao i procesi koji su potrebni za uspostavljanje inicijalnog stanja u GIS softveru. Analizirani su troškovi svake metode prikupljanja podataka i njihova zavisnost od broja ekipa, sastava ekipa, metode snimanja, obima prikupljenih podataka, upotrebe opreme (GPS) i angažovanja sopstvenih i spoljnih resursa. Analizirana je i tačnost i preciznost prikupljenih podataka i njihova zavisnost od metodologije snimanja kao i analiza grešaka u mapiranju mreže. Analizirani su i rezultati snimanja i njihova upotrebljivost u proračunima u planiranju i optimizaciji mreže, analizi potrošnje, kao i analizi netehničkih i tehničkih gubitaka kao i navigaciji dispečerskih ekipa i evidenciji kvarova.

Ključne reči: GIS, CAD, GPS.**COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT METHODOLOGIES MASS GATHERING AND MAPPING GRAPHIC, TOPOLOGICAL AND ALPHANUMERIC DATA ENTITIES OF ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORK**

The paper presents a comparative analysis of different methodologies of massive gathering of graphic, topological and alphanumeric data entities of electric power distribution networks of all voltage levels, stem from many years of experience working in this field. The paper describes and analyzes the duration of proceedings from preparing the necessary data for recording networks to collecting new and missing data on the distribution network of all voltage levels. It also displays the time dependence of duration of post-processing on used methodology of network recording on the field from transfer of collected data to the visualization of the collected data into a GIS or CAD software. The dependence of the duration of the field data collection on the scope of the required data is shown. The paper also presents methods of entering data into the GIS as well as processes which are necessary to establish the initial state in GIS software. We analyzed the costs of each method of data collection and their dependence on the number of teams, team composition, methods of recording, the volume of data collected, the use of equipment and engagement of own and external resources. The analysis of the accuracy and precision of the collected data and their dependence on the methodology of recording and analysis of errors in the network mapping. We analyzed the results of the recording and their usability in calculations of planning and network optimization, analysis of consumption, as well as the analysis of technical and non-technical losses as well as navigation of dispatching teams and records of failures.

Key words: GIS, CAD, GPS.

**ADMS U FUNKCIJI UPRAVLJANJA DISTRIBUTIVNOM MREŽOM
U OKVIRU PROJEKTA SMART CITY NOVI SAD**

M. POROBIĆ, G. JOVANOVIĆ, Ž. TANJGA, S. MANDIĆ
ODS "EPS Distribucija" d.o.o., Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija

U okviru projekta Smart City Novi Sad i integracije VN i SN SCADA sistema u okviru DMS softvera unapređen je sistem nadzora, kontrole i upravljanja distributivnom mrežom grada Novog Sada i okolnih naselja. Objekti koji su imali prioritet pri uvođenju u SN SCADA sistem su mesta normalno otvorenih tačaka u mreži kao i mesta na izvodima sa velikim brojem kvarova. Upravljanje objektima u toku planiranih i neplaniranih radova je olakšano.

Obezbeđivanje besprekidnog napajanja kupaca električnom energijom nije moguće ni sa tehničkog, ni sa ekonomskog stanovišta. Potreba, zadatak ali i izazov svih tehničkih lica koji učestvuju u projektu Smart City Novi Sad je poboljšanje vrednosti pokazatelja pouzdanosti u isporuci električne energije na zadovoljavajući nivo. Povećanje vrednosti pomenutih pokazatelja su krajnji cilj sa tehničke, ali i ekonomske perspektive upravljanja distributivnom mrežom.

U okviru ADMS prikaza, koji se koriste za dispečersko upravljanje, predstavljeni su svi bitni rasklopni elementi, njihovi statusi i merene veličine posmatranog EEO kako bi brzina i tačnost upravljanja bile zadovoljavajuće. Pored prikaza jednopolnih šema EEO, poseban značaj ima i jedinstven prikaz kompletne distributivne mreže Novog Sada bez EEO u pripadajućim pogonima, sa svim upravljivim i neupravljivim objektima na šemi električnih veza EEO kao i iste šeme na geografskoj podlozi. U okviru modernizacije dispečerskog centra ED "Novi Sad" u primenu je ušao video zid. Prikaz električnih veza objekata distributivne mreže u okviru ADMS softvera prikazuje se na video zidu. Na ovaj način je znatno olakšana vizuelna navigacija kroz distributivnu mrežu u odnosu na prikaz iste na monitoru personalnog računara. Daljinski upravljivi objekti su grafički uočljiviji.

Prva faza projekta obuhvata 48 objekata tipa TS SN/NN, linijske rastavljače snage, reklozere kao i daljinski upravljive lokatore kvara. U nastavku projekta lista EEO se proširuje za 28 objekata pri čemu se deo nalazi u okviru pogona Bečej. Nova verzija ADMS sadrži integraciju dosadašnja dva razdvojena prikaza distributivne mreže grada Novog Sada i pogona Bečej u jedan, prikazan kao logička šema električnih veza na geografskoj podlozi.

Ulaganjem u mrežu poboljšava se kvalitet isporuke električne energije krajnjim potrošačima u zakonskim i tehničkim okvirima, uz poštovanje društveno odgovornih normi.

Ključne reči: ADMS, pokazatelji pouzdanosti, upravljanje distributivnom mrežom.

ADMS IN FUNCTION MANAGING DISTRIBUTION NETWORK WITHIN THE PROJECT SMART CITY NOVI SAD

Within the project Smart City Novi Sad and integration of HV and MV SCADA systems in DMS software, the system for control and monitoring of distribution network of the city Novi Sad and surrounding are improved. Objects of priority in the introduction of the MV SCADA control system are those, which state in the network are normally open as well as feeders with large number of failures. Controlling of objects becomes easier during planned and unplanned works in the network.

Uninterrupted electricity supply of customers is not possible from technical or economical point of view. Necessity, task and challenge for all technical staff involved in the project Smart City Novi Sad is improvement of reliability indicators in delivery of electricity supply. Improvement of these parameters is the final goal for technical and economical perspective of monitoring the distribution network.

In the single line diagram in ADMS, used for dispatch control, essential elements of network are presented with their statuses and measured values in purpose of gaining speed and accuracy for controlling the network. Beside single line diagram of EEO, there is a view of the complete distribution network of Novi Sad with all objects, monitored or manually guided, on the logical scheme and on scheme on geographical base. Last year, as the modernization of dispatching center of ED "Novi Sad", a video wall was installed and brought it into use. Video wall shows schemes of electrical connections of objects in the distribution network implemented in ADMS software. This view enables much easier visual navigation through distribution network in regards to the same view on the monitor of the personal computer. EEO with remote control function are marked and easily visible.

The first phase of the project includes 48 objects such as substation MV/LV, power line disconnections, reclosers and remote-fault locators. Next phase of project includes 28 new objects where the part of them is located within the Bečej subsidiary. The new

version of ADMS software merge two separated view of distribution network of the city Novi Sad and Bečej presented in a single line scheme on the geographical background.

Investments in the network improve the quality of electricity supply to final consumers in terms of legal and technical, but in socially responsible norms.

Key words: ADMS, reliability indicators, control of distribution network.



PHOTOVOLTAIC PANELS MOUNTED IN NETWORKS 0, 4KV, A SOLUTION FOR REDUCING THE PURCHASE OF ELECTRICITY TO COVER INTERNAL TECHNOLOGICAL CONSUMPTION

Ing. Ioan RUSU

Electrica Serv, SISE Muntenia Nord, Romania

Distribution operators work at voltage level 0,4-110kV by take over electricity from National Grid (SEN) and direct from zonal power plants for feeding final customers. In electricity distribution system 0,4-110kV there are technical power losses and also internal energy consumption for relays, electric motors etc., forming total internal energy consumption (IEC) of distribution operator. The electricity for cover IEC must buy and pay by distribution operator and complete the financial balances, respectively the monthly profit. An optimal solution to reduce electricity acquisition for cover IEC is to use photovoltaic panels in 0,4kV network of distribution operators.

Keywords: power losses, photovoltaic panel, 0,4kV network.



Stručna komisija 1: KOMPONENTE MREŽA

Predsednik komisije: Prof. dr Dragan TASIĆ, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

Za X Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama u organizaciji CIRE-SRBIJA, Stručnoj komisiji 1 "ELEMENTI ELEKTRODISTRIBUTIVNIH MREŽA" dostavljen je ukupno 28 radova, od kojih 16 pripadaju grupi referata, a preostalih 12 tehničkim informacijama.

Preferencijalne teme za Stručnu komisiju 1 su:

1. Savremene konstrukcije elemenata elektrodistributivnih mreža u gradskom i ruralnom području.
2. Pouzdanost, dijagnostika i strategija održavanja elemenata elektrodistributivnih mreža.
3. Modelovanje i testiranje elemenata elektrodistributivnih mreža.
4. Uticaj elemenata elektrodistributivnih mreža na životnu sredinu.
5. Elementi za smart grid (smartgrids).

Za prvu preferencijalnu temu prihvaćeno je sedam radova, od kojih su tri referata i četiri informacije. Druga preferencijalna tema je razmatrana u sedam radova, od kojih pet pripadaju kategoriji referata, a dva informacijama. Sedam radova, od kojih su četiri okarakterisani kao referati i tri kao informacije, odnose se na treću preferencijalnu temu. Za četvrtu preferencijalnu temu prihvaćeno je sedam radova, od toga četiri referata i tri informacije, dok za petu preferencijalnu temu nije bilo prijavljenih radova.

IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVEŠTILACA

Preferencijalna tema 1:

Savremene konstrukcije elemenata elektrodistributivnih mreža u gradskom i ruralnom području

Stručni izveštilac: Ljiljana FUNDUK, ODS EPS Distribucija, Beograd, Srbija

R-1.01 TROFAZNI TRANSFORMATOR SA NAMOTANIM DELTA JEZGROM

Autori: S. JOVIĆ, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

U radu su predstavljeni transformatori sa delta jezgrom. Navedene su njihove osnovne prednosti i mane. Pogodni su za izradu distributivnih transformatora manjih snaga. Imaju manje gubitke u odnosu na klasične konstrukcije. Proizvodnja transformatora sa delta jezgrom je već počela u nekim zemljama.

Pitanje za diskusiju:

1. Koliko bi ovakva konstrukcija trebalo da bude jeftinija u nabavci od klasične, s obzirom na manji utrošak materijala?

R-1.02 STRUJNI TRANSFORMATOR KAO SISTEM ZA NAPAJANJE ELEKTRONSKOG MERNOG SKLOPA

Autori: K. KASAŠ-LAŽETIĆ, D. HERCEG, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
N. PETROVIĆ, d.o.o. „Energobull“, Novi Sad
T. PAPIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o Beograd, Beograd
M. PRŠA, Novi Sad, Srbija

U ovome radu je pokazano da se strujni transformator može koristiti za napajanje elektronskog mernog sklopa. Prikazana su ispitivanja dva slična strujna transformatora, sa torusnim jezgrom od magnetski mekog materijala, uske histerezisne petlje, na koje je namotan namotaj sa više otepa. Prvi model strujnog transformatora je bio sa otepcima na 25, 50, 75 i 100 zavojaka, dok je drugi imao 100, 150 i 200 zavojaka. Meren je napon na namotaju transformatora, i ustanovljeno je pri kojoj jačini struje i pri kom broju zavojaka je napon na priključcima transformatora dovoljan za napajanje mernog sklopa, a kad napajanje preuzima baterija. Osim toga, određeno je i pod kojim uslovima dolazi do zasićenja feromagnetskog jezgra. Na osnovu svega toga je definisan pootreban broj zavojaka transformatorskog namotaja.

Pitanje za diskusiju:

1. Rad obrađuje praktičnu primenu strujnog transformatora za napajanje elektronike registracionog uređaja korišćenjem indukovano napona na krajevima sekundarnog namotaja. Kakvi će se efekti pojaviti u slučajevima ekstremno velikih struja primara (npr. kratki spojevi) i da li to može dovesti do problema u napajanju elektronike?

R-1.03 JEDNOSTAVNO I EFIKASNO REŠENJE ZA SANACIJU NAPONSKIH PRILIKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Autori: A. LEMEZ, Energo-Group d.o.o, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina
A. SIMOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Bosna i Hercegovina

U ovom radu prikazan je novi sistem, samoupravljivi regulator energije „sistem VROT-18“, koji je namijenjen za upravljanje naponskim prilikama u niskonaponskoj mreži, simetriranju opterećenja duž voda gde se ugrađuje, za eliminisanje povratne struje po neutralnom provodniku za potrošače priključene iza uređaja „sistema VROT-18“, za poboljšanje uslova rada zaštite, kao i selektivnosti zaštite, te je namenjen i za zaštitu potrošača od previsokog napona kod kratkih spojeva između faznog i neutralnog provodnika. Naročito bitno je da se odlikuje velikim stepenom prenosa maksimalne snage po niskonaponskom vodu. Primena sistema povećava energetska efikasnost i omogućava uštede u investiranju

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su uređaji opisani u radu već negde ugrađivani i ako jesu koliko godina su u radu i kakva su iskustva u dosadašnjoj eksploataciji?
2. Da li postoje neka negativna iskustva?
3. Osim navedenog standard EN 50160 koji se odnosi na kvalitet električne energije, koje standarde u smislu drugih ispitivanja zadovoljava opisani uređaj?

I-1.04 SAVREMENI UREĐAJI U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Autor: D. OBRADOVIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

U radu je prikazano kako je primena savremenih materijala i uređaja u elektrodistributivnoj delatnosti unapredila zaštitu životne sredine, pouzdanost i povećala uštede. Prikazani su vakuumski prekidači, SF6 oprema, silikon-kompozitni izolatori, suvi transformatori, i dr.

Pitanje za diskusiju:

1. Koji su podaci iz prakse što se tiče pouzdanosti i ušteda (npr. koliko je smanjen broj kvarova vakuumskih u odnosu na malouljne prekidače)?

I-1.05 POLUPROVODNIČKI TRANSFORMATOR KAO REŠENJE ZA PAMETNE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Autori: Đ. MARJANOVIĆ, Visoka tehnička škola strukovnih studija Požarevac
Z. JEREMIĆ, EPS Snabdevanje, Srbija

Savremeni Smart grid distributivni sistemi i sve veći broj distribuiranih izvora priključenih na distributivnu mrežu, podstiču na razmišljanje o upotrebi nove vrste transformatora razvijene na bazi energetske elektronike pod nazivom Solid State Transformer (SST). Osnovne karakteristike SST-a su da nemaju jezgro ni namotaje, da imaju samoregulaciju napona i mogućnost da otklone probleme kvaliteta električne energije. U ovom radu je predstavljena osnovna struktura i moguće konfiguracije SST-a, njegova funkcionalnost i primenljivost u distributivnoj mreži. Izvršeno je i upoređenje SST sa klasičnim energetskim transformatorom u nameri da se ukaže na prednosti i mane SST-a.

Pitanja za diskusiju:

1. Kolike su snage do sada razvijenih SST-a?
2. Kakva su iskustva autora sa praktičnom primenom SST-a?

I-1.06 UTICAJ KONSTRUKCIJE I USLOVA POLAGANJA NA STRUJNO OPTEREĆENJE KABLOVSKOG VODA

Autori: A. ĐORĐEVIĆ, J. STANOJEVIĆ, Global Substation Solutions, Srbija

U radu je analiziran uticaj konstrukcije kabla, kao i uslova polaganja na mogućnost njegovog strujnog opterećenja. Za proračun strujnog opterećenja korišćen je matematički model koji obuhvata proračun temperature provodnika, odnosno njegove električne otpornosti, termičkih otpora i električnih gubitaka elemenata kabla. Demonstrirana je primena predstavljenog modela na primeru praktičnog kablovskog sistema. Rad je koristan kao informacija osobama koje se bave planiranjem i projektovanjem, jer na jednom mestu opisuje sve faktore koji utiču na određivanje prenosne moći kablovskog voda 35kV.

Pitanje za diskusiju:

1. Na koji način se rešava problema smanjene prenosne moći kablovskih vodova zbog grupnog polaganja na izlasku iz transformatorske stanice?

I-1.07 KABLOVSKI PRIBOR ZA 72,5KV I TRANSFORMATORE I POSTROJENJA SA IZOLATORIMA SA SPOLJNIM KONUSOM

Autori: J. GERLITZ, G. WEISS, Nexans Power Accessories Germany GmbH, Germany

Ekonomski aspekti napajanja, kod obnovljivih izvora energije, postaju sve važniji. S obzirom na to da se očekuje da će naponski nivoi vetroelektrana većih snaga dostići 72,5kV neophodno je da se, zbog ograničenog prostora, povezivanje opreme vrši na optimalan način. Zbog toga se u radu ukazuje na razvoj novog sistema za povezivanje opreme na 72,5kV, kako bi se zadovoljile potrebe za većom snagom vetroelektrana, kao i potrebe kupaca, poboljšala efikasnost i fleksibilnost sistema i pojednostavio postupak instaliranja. Autori konstatuju da postrojenja za naponski nivo od 72,5kV mogu biti kompaktna kao i ona za srednji napon. U radu se navodi da razvoj novog konusa F tipa može ostvariti efikasnu vezu provodnog izolatora i spoljašnjeg razvoda, kao i opreme za povezivanje kabla napona 72,5kV.

Preferencijalna tema 2:

Pouzdanost, dijagnostika i strategija održavanja elemenata elektrodistributivnih mreža

Stručni izvestilac: Mr Miodrag STOJANOVIĆ, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

R-1.08 POJAVA PRENAPONSKIH IMPULSA PRI MANIPULACIJAMA RASTAVLJAČEM U GASOM IZOLOVANOM POSTROJENJU TS 110/35 kV „VREOCI“

Autori: D. RISTIVOJEVIĆ, Ogranak „RB Kolubara“, Površ. Kopovi, S. VUKOVIĆ, „RB Kolubara“ Ogranak Projekt
V. PAJIĆ, Ogranak „RB Kolubara“, Površ. Kopovi, Srbija

U radu je obrađena veoma interesantna tema. Autori ukazuju da se pri manipulacijama rastavljačem u SF6 postrojenjima, zbog višestrukog paljenja i gašenja električnog luka formiraju impulsi trajanja reda nanosekundi dosta visokog gradijenta, što predstavlja veliki nedostatak postrojenja u SF6 tehnici. Ukazano je na posledice koje izaziva pojava ovih prenapona, kao i na zahteve za sprovođenje adekvatnih mera za sprečavanje negativnih posledica ove pojave.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja oprema je korišćena pri merenjima i na koji način su izvršena merenja?
2. Da li su autori pronašli još neku referencu koja se bavi ovom temom?

R-1.09 INDEKSIRANJE STANJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA KAO ALAT UPRAVLJANJA RESURSIMA

Autori: D. ILIĆ, J. LAZIĆ, V. VASOVIĆ, B. PEJOVIĆ, Đ. JOVANOVIĆ, J. LUKIĆ, S. MILOSAVLJEVIĆ
Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, Srbija

U radu je predstavljena ideja uprošćenog prikaza stanja energetskog transformatora uvođenjem indeksa zdravlja - numeričke vrednosti kojom se kvantifikuje trenutno stanje. Autori su uspešno objasnili potrebu za novim načinima vrednovanja stanja opreme, kao preduslova za primenu tehnike održavanja prema stanju. Naravno, primena ove tehnike u Srbiji je, po mišljenju samih autora, tek u povelju, budući da je potrebna obimnija dijagnostika, kao i povezivanja rezultata sa obimom radova na održavanju.

Pitanje za diskusiju:

1. Na koji način su dobijeni težinski koeficijenti u Tabeli 1?

R-1.10 STRUKTURA JEDNOPOLNIH „H“ ŠEMA TRANSFORMATORSKIH STANICA VISOKI/SREDNJI NAPON U „EPS DISTRIBUCIJA“ I PREDLOZI ZA NJIHUVU REKONSTRUKCIJU

Autori: D. PERIĆ, Vipos, Valjevo
M. TANASKOVIĆ, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd
V. KRNAJSKI, JP „Elektromreža Srbije“, Beograd, Srbija

Najveći broj TS sa H šemom izgrađen je sedamdesetih godina prošlog veka i predstoji im rekonstrukcija, kako zbog stanja opreme, tako i zbog moguće drugačije uloge u elektroenergetskom sistemu Srbije. Pri rekonstrukciji i izboru novih jednopolnih šema, kao jedan od kriterijuma za izbor, svakako se mora uvažiti pouzdanost TS 110/35 kV. Proračunom pouzdanosti za H šeme razmatrane su četiri grupe: 1) simetrične šeme (HS) sa po dva dalekovodna i transformatorska i jednim spojnim poljem, 2) šeme za prvu fazu gradnje (HM – "H minus") sa jednim transformatorskim i dva dalekovodna (DV) polja, 3) šeme sa dograđenim trećim vodom – zbog nemogućnosti izgradnje nove TS (HP – "H plus") sa dva transformatorska polja i sa tri DV polja i 4) šeme sa dva poprečna spojna polja (HD – "H duplo") sa po dva DV, dva transformatorska i dva poprečna spojna polja. Zbog poređenja različitih šema, pored proračuna pokazatelja pouzdanosti, šeme su rangirane prema postupku zasnovanom na Pareto višekriterijumskoj optimizaciji. Kao kriterijum korišćeni su prekid tranzita, prekid pune snage i koeficijent cene opreme, koji daje približnu ocenu investicionih troškova cele TS.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako su autori odredili koeficijent cene opreme?
2. Da li koeficijent cene opreme može da pruži realnu ocenu investicionih troškova cele TS?

I-1.11 REKONSTRUKCIJA TS 20/0,4kV TIPa "LIMENA - BLINDIRANA" U UŽEM GRADSKOM JEZGRU NA PODRUČJU OGRANKA ARANDELOVAC

Autori: D. PETROVIĆ, G. ŽIVKOVIĆ, JP EPS, Tehnički odsek Aranđelovac
I. MIHAJLOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, ogranak Aranđelovac, Srbija

Autori ističu da je na području Ogranka Aranđelovac prisutno više objekata TS 20/0,4kV tipa "limena - blindirana" u užem gradskom jezgru. Transformatorske stanice su starije gradnje, proizvedene 70-ih godina prošlog veka, sa dotrajalom konstrukcijom (građevinskim delom) i dotrajalom rasklopnom opremom na srednjenaponskoj strani. Nakon redovnih pregleda transformatorskih stanica 20/0,4kV došlo se do saznanja o lošem stanju u kojem se SN rasklopna oprema nalazi. Zbog toga se u radu izlaže rešenje koje je izabrano za rekonstrukciju TS 20/0,4 kV. Autori ukazuju na prednosti rešenja sa ugradnjom SN bloka izolovanog SF6 gasom.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko je vremenski trajala rekonstrukcija jedne TS 20/0,4 kV?
2. Da li je pre izbora predloženog rešenja rekonstrukcije TS 20/0,4kV vršena tehno-ekonomska analiza mogućih tehničkih rešenja i ako jeste šta je ona sve obuhvatala?

I-1.12 REMONT 110 kV SF6 POSTROJENJA

Autori: M. AKSENTIJEVIĆ, S. MEĐO, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd
N. STOJANOVIĆ, JP EPS Beograd, Srbija

U radu je opisan postupak remonta metalom oklopljenih postrojenja izolovanih SF₆ gasom koja su u eksploataciji u mreži 110kV EDB. Data je konfiguracija predmetnih postrojenja i sadržaj remonta koji je sproveden. Izvršeni radovi su obavljeni na osnovu ranije poznatih podataka, ali i na osnovu nepravilnosti uočenih po ispitivanju i otvaranju postrojenja. Osim provere, merenja i ispitivanja radnih parametara na rasklopnoj opremi, posebnu pažnju predstavljaju radovi na otklanjanju kvarova na instalaciji SF₆ gasa. Imajući u vidu da se u Srbiji u skorijoj budućnosti očekuje ugradnja više ovakvih postrojenja, od značaja će biti publikovanje iskustava tokom održavanja i eksploatacije istih.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su u određenim gasnim zonama čistoća i vlažnost SF₆ gasa bili ispod dozvoljenih vrednosti? Ako jesu, u kojim?
2. Da li su na ovim postrojenjima uočeni eventualni problemi na strujnim mernim transformatorima, imajući u vidu da kod klasičnih postrojenja na otvorenom mogu predstavljati element sa većom verovatnoćom otkaza?

R-1.13 ANALIZA SADRŽAJA GASOVA RASTVORENIH U ULJU – ZNAČAJ U DIJAGNOSTICI POGONSKOG STANJA TRANSFORMATORA

Autori: V. VASOVIĆ, D. MIHAJLOVIĆ, J. JANKOVIĆ, K. DRAKIĆ, J. LUKIĆ
Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, Srbija

Kod uljem punjenih transformatora gasnohromatografska analiza ulja predstavlja jedno od najvažnijih ispitivanja koje se koristi prilikom utvrđivanja pogonskog stanja transformatora. Ovom tehnikom je omogućeno pravovremeno otkrivanje kvarova u transformatoru, čime se izbegavaju veće havarije i iznenadni i neplanirani ispadi. Principi tumačenja rezultata dobijenih gasnohromatografskom analizom ulja zasnivaju se na činjenici da na povišenim temperaturama i prilikom električnog pražnjenja dolazi do degradacije izolacionog ulja. Analiza sadržaja gasova rastvorenih u ulju, vrlo je često prvi pokazatelj da je u transformatoru

prisutan kvar, ali i kolika je ozbiljnost kvara. Prilikom tumačenja rezultata gasnohromatografske analize, izmerene koncentracije gasova u ulju moraju se posmatrati zajedno, odnosno računanjem karakterističnih odnosa gasova. Izvođenje zaključaka o tipu kvara posmatranjem koncentracije nekog gasa individualno lako može dovesti do greške. Ukoliko se na osnovu rezultata analize sadržaja gasova u ulju dobija atipična šifra kvara, u zavisnosti od vrste gasova prisutnih u ulju, test gasiranja ulja može dosta pomoći u otklanjanju sumnje da li je u transformatoru prisutan kvar ili je samo reč o afinitetu ulja da izdvaja gasove u uslovima blagog grejanja na temperaturama koje nisu po definiciji u opsegu temperatura kvarova

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko informacija o radu relejne zaštite doprinosi zaključcima do kojih dovodi gasnohromatografska analiza ulja?
2. Koliki su troškovi ove analize?

R-1.14 NAČINI SANACIJE TEMELJA DALEKOVODNIH STUBOVA UGROŽENIH KLIZIŠTIMA

Autori: DŽ. IMŠIROVIĆ, A. TOKIĆ, I. BEGIĆ,
„Elektroprenos BiH“ a.d. Banja Luka, Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina

U radu se ukazuje na problem i daje rešenje načina sanacije temelja stubova dalekovoda. Zavisno o dinamici i intenzitetu kliznih procesa, sama stubna mesta, odnosno temelji trpe sile i naprezanja koja prouzrokuju pomeranja temelja, kao i deformacije na konstrukciji samog stuba. Autori pokazuju da ne treba vršiti sanaciju sanaciju čitavog klizišta, niti napuštati trasu dalekovoda već da se problem može rešiti sprovođenjem sanacionih aktivnosti na temelju i konstrukciji samog stuba.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je posle sprovođenja sanacionih aktivnosti na temelju i konstrukciji samog stuba dolazilo do pojave klizišta terena? Ako jeste da li su vršena ispitivanja saniranih temelja i kakvi su rezultati tih ispitivanja?
2. Od čega zavise i koliki su troškovi sanacije temelja i konstrukcije stuba?

Preferencijalna tema 3:

Modelovanje i testiranje elemenata elektrodistributivnih mreža

Stručni izvestilac: Vladimir ŠILJKUT, JP EPS

R-1.15 NORMALNI I HAVARIJSKI POGON U KABLOVSKOJ MREŽI 110 kV

Autori: M. TANASKOVIĆ, PD "Elektrodistribucija Beograd", Beograd, Srbija

Od uvođenja VN kablova u energetske sistem Srbije (EDB Beograd) stvoreni su uslovi da stručnjaci Srbije koriste i primenjuju inostrana iskustva u eksploataciji visokonaponskih kablova. Tokom izrade projektno dokumentacije, nabavke i polaganja VN kablova stručnjaci Srbije su ovladali ovom materijom i dali svoj doprinos u razvoju visokonaponskih kablova. Nastali su mnogi radovi koji su objavljeni u IEEE i drugim časopisima i skupovima. Proizvedeni su i prvi domaći 110kV kablovi sa XLPE izolacijom kao i prateći kablovski pribor, osvojene su nove metode istraživanja efekata nastalih u izolacionom sistemu kabla, dati su novi prilazi u mogućnostima bolje eksploatacije kablova i pribora, uvođenje monitoringa, dijagnostike i sl. Ovaj rad je nastavak procesa rada na visokonaponskoj kablovskoj mreži. Referat posmatra strujno opterećenje 110kV kablova položenih u zemlju, u snopu (troughu). Bilo bi dobro da u nekom od narednih radova da vezu ili komentar opterećenja kablova položenih u zemlji i kablova koji delom idu kroz vazduh.

Pitanje za diskusiju:

1. Prema rezultatima proračuna vrednost dozvoljenog strujnog opterećenja u zimskom period dobijena metodom konačnih elemenata se znatno razlikuje od vrednosti dobije po IEC I VDE, dok se u letnjem period te vrednosti malo razlikuju. Da li autor može da objasni značajnu razliku koja se javlja za proračune u zimskom period?

R-1.16 IZBOR OPTIMALNOG PRESEKA 110 kV KABLA U GRADSKOM PODRUČJU I ANALIZA OPRAVDANOSTI PRIMENE CROSS BONDING-A

Autori: I. MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, JP Elektromreža Srbije
M. BOROVIĆ, JP Elektromreža Srbije
I. MILANOV, Elektroistok projektni biro, Beograd, Srbija

Autori ističu da na izbor tipa i preseka provodnika kabla utiče više tehničkih i ekonomskih faktora. Kako je razvoj kablovske mreže naponskog nivoa 110 kV neminovan u većim gradovima na teritoriji Republike Srbije, postavlja se pitanje da li je prihvatljivo odlučiti se za samo jedan tip kabla i poprečni presek provodnika koji bi se koristio u gradskim sredinama za napajanje dve transformatorske stanice 110/x kV. Odluka bi se mogla doneti tek nakon detaljne analize dozvoljenih strujnih opterećenja podzemnih vodova, koji bi bili sačinjeni od kablova tipa XHE 49-A, različitih poprečnih preseka aluminijumskih provodnika. Zbog toga je u radu vršena analiza trajno dozvoljene struje kablova postavljenih u snopu za slučaj kada je izvršena transpozicija kablova (cross bonding), kao i za slučaj kada nije primenjena transpozicija kablova.

Pitanje za diskusiju:

1. Da li se rešenje koje autori predlažu može smatrati optimalnim ili jednim od prihvatljivih?

R-1.17 SOPSTVENE I MEĐUSOBNE IMPEDANSE ELEKTROENERGETSKIH KABLOVA

Autori: M. STOJANOVIĆ, D. TASIĆ, N. CVETKOVIĆ
Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

U radu su izložene metode za proračun sopstvene i međusobnih impedansi elektroenergetskih kablova. Razmatran je slučaj proračuna polaganja VN kablova u ravnoj formaciji što se u praksi ređe koristi. No slučaj je interesantan za praksu gde ne može da se izbegne polaganja kablova u snopu (trouglu) i ovi proračuni su od posebne važnosti. Bilo bi dobro da autori u nekom budućem radu daju uporedne rezultate proračuna za oba slučaja polaganja kablova (u ravni i u snopu).

Pitanje za diskusiju:

1. Da li su autori imali numeričkih poteškoća kod izračunavanja sopstvenih i međusobnih impedansi za primer prikazan u radu?

R-1.18 PRIMENA MODERNIH FEM SOFTVERA ZA ODREĐIVANJE OTPORA UZEMLJENJA, NAPONA DODIRA I NAPONA KORAKA

Autori: S. STANIŠIĆ, Informatika a.d., Z. RADAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

U radu je prikazan deo mogućnosti koje pruža primena programa zasnovanih na metodi konačnih elemenata (finite element method – FEM) za određivanje raspodele potencijala u okolini uzemljivača - izvedene veličine iz raspodele potencijala su otpor uzemljenja, napon dodira i napon koraka. Kao ilustracije softvera baziranog na FEM metodi, izvršeno je modelovanje sledećih elementarnih uzemljivača: cevnog u homogenom tlu, konturnog u homogenom tlu i konturnog u dvoslojnom tlu. Pored toga, analiziran je i mrežni uzemljivač sa cevima, kao realan uzemljivač u transformatorskim stanicama 11/0.4 kV, koji se instalira u urbanim sredinama, sa kablovskom mrežom.

Pitanje za diskusiju:

1. Da li postoje bitne razlike u rezultatima proračuna primenom FEM metode i približnih formula koje se koriste u praksi?

I-1.19 TIPIZACIJA DOPUNSKIH UZEMLJIVAČA STUBOVA ZA SREDNJENAPONSKE DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE IZVEDENE GOLIM PROVODNICIMA

Autori: M. OBRADOVIĆ, D. JOVANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o Beograd
Đ. GLIŠIĆ

Ovim radom dat je prikaz tipizacije dopunskih uzemljivača stubova sa blok temeljom bez armature od metala i blok temeljom sa armaturom od metala za srednjenaponske distributivne nadzemne vodove izvedene golim provodnicima, a sve u cilju izmena i dopuna Teničke preporuke broj 9 Direkcije za distribuciju električne energije JP EPS.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori vršili neke proračune ili merenja (otpornost uzemljivača, raspodela potencijala i sl.) za uzemljivače koje predlažu?
2. Da li autori imaju praktična iskustva sa ovakvim uzemljivačima?

I-1.20 DODATNA OPREMA I MERNI UREĐAJI ZA DIJAGNOSTIKU STANJA METALOKSIDNIH ODVODNIKA PRENAPONA SREDNJEG I VISOKOG NAPONA

Autori: V. OSTRAČANIN, EPS, Tehnički centar Kraljevo, Srbija
S. ĐUROVIĆ, ODS EPS distribucija, ogranak Kraljevo, Srbija
D. ČETENOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Čačak, Srbija

U rad je dat opis metaloksidnih odvodnika prenapona, način njihovog priključenja i pregled metoda za nadzor njihovog stanja. Ukazuje se da je neophodno insistirati da se uz odvodnike prenapona isporučuju i uređaji koji direktno daju uvid u stanje odvodnika prenapona, a po mogućstvu i da vrše dijagnostiku.

Pitanje za diskusiju:

1. Koliko bi isporuka uređaja koji direktno daju uvid u stanje odvodnika prenapona, odnosno vrše monitoring, povećala cenu odvodnika prenapona.

I-1.21 ISPITIVANJE PRIBORA ZA NN SKS PREMA VAŽEĆIM EVROPSKIM STANDARDIMA I PROBLEMI KOD PRIMENE U SRBIJI

Autori: M. PETROVIĆ, EPS ED Jagodina, Srbija

Rad daje pregled osnovnih standarda za pribor, kao i pregled metoda za ispitivanje NN SKS. Autor ukazuje da ne postoje valjani dokazi da pribor koji se proizvodi u Srbiji ispunjava potrebne standarde, navodeći da proizvođači nemaju dovoljno opremljene fabričke laboratorije, gde bi sprovodili rutinske testove u toku proizvodnje, kao i da ne postoji odgovarajuća akreditovana domaća laboratorija.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su potrebna ispitivanja i prema SRPS EN 50483-4 i prema NF C 33-020 ako se u tehničkim specifikacijama za javne nabavke jasno razdvajaju zahtevi za konstrukciju i zahteve za ispitivanja?
2. Da li bi bilo potrebno da se namontiran element pribora za NN SKS označi pečatom sa brojem i licencom montera koji je taj element pribora montirao?

3. Da li se elementi pribora za NN SKS mogu koristiti više puta npr. montaža-demontaža-montaža?

Preferencijalna tema 4:

Uticaj elemenata elektrodistributivnih mreža na životnu sredinu

Stručni izvestilac: Prof. dr Dragan TASIĆ, Elektronski fakultet, Niš

R-1.22 NIVOI NEJONIZUJUĆIH ZRAČENJA U OKOLINI TRANSFORMATORSKIH STANICA 110/X kV

Autori: M. GRBIĆ, D. HRVIĆ, A. PAVLOVIĆ, M. PETROVIĆ, B. VULEVIĆ
Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, Srbija

U radu su analizirani nivoi nejонizujućih zračenja industrijske frekvencije, koji se javljaju u okolini transformatorskih stanica 110/x kV. Analiza je zasnovana na rezultatima merenja jačine električnog polja i magnetne indukcije u okolini nekoliko transformatorskih stanica pomenutog naponskog nivoa. U cilju procene izloženosti stanovništva nejонizujućem zračenju, dobijeni rezultati su upoređeni sa referentnim graničnim nivoima propisanim u Republici Srbiji. Cilj sprovedene analize je donošenje opštih zaključaka o nivoima nejонizujućih zračenja koji se mogu javiti u okolini pomenutih transformatorskih stanica, kao i ocenjivanje usaglašenosti ovih nivoa sa nacionalnom regulativom iz oblasti zaštite stanovništva od nejонizujućih zračenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori pokušali da proračunaju vrednosti jačine električnog polja i magnetne indukcije na nekim od mesta gde su vršili merenja i da ih uporede sa izmerenim vrednostima?

R-1.23 IZBOR STUBOVA U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SA EKOLOŠKOG ASPEKTA

Autori: A. MITROVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad
K. KASAŠ-LAŽETIĆ, N. ĐURIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
D. KLJAJIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
M. PRŠA, Novi Sad, Srbija

Rad se bavi određivanjem raspodele električnog i magnetnog polja u prostoru oko faznih provodnika najčešće korišćenih distributivnih stubova u našoj zemlji. Ispitivanje je rađeno za šest različitih tipova distributivnih stubova koji nose oznake B1 LSP-24N, C2, E6, EN-20, NL-13 i SA LSP-24. Zbog upoređivanja rezultata posmatran je isti naponski nivo (20 kV), jednako strujno opterećenje (350 A) i fazni provodnici istih poprečnih preseka (Al/Ce 95/15 mm²). Pri tome je smatrano da je najniži fazni provodnik svake konfiguracije postavljen na visinu od šest metara iznad zemlje. Svi proračuni su izvršeni numerički, koristeći COMSOL Multiphysics 3.5a računarski programski paket. Proračunom je pokazano da svi stubovi sa svojim konfiguracijama faznih provodnika zadovoljavaju ograničenja o nejонizujućim zračenjima, odnosno da su maksimalne vrednosti modula vektora jačine električnog polja manje od 2000 V/m, a maksimalne vrednosti modula vektora magnetne indukcije su manje od 40 μT za svaki ispitani distributivni stub.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori pokušali da izvrše proračun primenom približnih relacija za raspodelu jačine električnog polja i magnetne indukcije i ako jesu kolika su odstupanja u odnosu na rezultate dobijene numeričkim proračunom?
2. Da li su autori u mogućnosti da rezultate svojih proračuna uporede sa eksperimentalnim rezultatima?

R-1.24 DEKONTAMINACIJA PCB KONTAMINIRANIH ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U PD ELEKTROVOJVODINA

Autori: J. LUKIĆ, K. DRAKIĆ, N. KOVAČEVIĆ, J. JANKOVIĆ, S. MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, Srbija
D. VORGIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Beograd, Srbija
D. MATIĆ, JP EPS, Beograd, Srbija

Problem u eksploataciji PCB kontaminiranih transformatora postaje posebno ozbiljan ukoliko je transformator neispravan, ima loše karakteristike izolacionog sistema i curi, jer tada je povećan rizik od zagađenja okolnih medijuma (zemljišta, vode, živog sveta), havarije transformatora i ekološkog akcidenta. Značajan je broj transformatora u elektroenergetskom sistemu koji ima neki od nabrojanih problema. Često su izraženi problemi pregrevanja izolacije (termički kvarovi u bakarnim namotajima, na kontaktima regulatora napona, u magnetnom kolu...), gubitka izolacionih svojstava papirno-uljnog dielektrika usled povišene ovlaženosti ili prisustva elektro-provodnih kontaminanta koji nastaju degradacijom sumpornih jedinjenja u izolacionom ulju, te je za neke transformatore primena postupka dekontaminacije hitna, u cilju smanjenja rizika eksploatacije. Proces PCB dekontaminacije u osnovi mora da bude tehnološki projektovan tako da se u limitiranom vremenu transformator nakon dekontaminacije vrati u pogon. To podrazumeva da data tehnologija treba da zadovolji sledeće: 1) dekontaminaciju transformatora na licu mesta u periodu kada je moguće isključenje u limitiranom vremenskom periodu, što zahteva postrojenje odgovarajućeg kapaciteta, 2) postizanje visokog stepena konverzije PCB-a radi efikasne dekontaminacije uzimajući u obzir moguć efekat „povratnog curenja PCB“ i porast koncentracije PCB u ulju tokom dalje eksploatacije transformatora, što se ispituje minimum nakon tri meseca pogona, 3) dubinsko prečišćavanje dekontaminiranog ulja i povratak izolacionih svojstava ulju, kao tečnom dielektriku radi vraćanja transformatora u eksploataciju, što zahteva postojanje terenske laboratorije za optimizaciju procesa i kontrolu kvaliteta PCB dekontaminiranog ulja. U

radu su prezentovani rezultati dekontaminacije PCB kontaminiranih transformatora izvršene procesom dehlorinacije ulja pomoću mobilnog postrojenja

Pitanje za diskusiju:

1. Koliki su troškovi dekontaminacije PCB kontaminiranih transformatora i od čega oni zavise?

R-1.25 REGENERACIJA OSTARELIH TRANSFORMATORSKIH ULJA DOMAĆIM SORBENTIMA U CILJU PRODUŽENJA ŽIVOTNOG VEKA TRANSFORMATORA

Autori: J. JANKOVIĆ, K. DRAKIĆ, V. VASOVIĆ, J. LUKIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd
J. PLANOJEVIĆ, Proces projekt inženjering, Srbija
Đ. JANAČKOVIĆ, Đ. VELJOVIĆ, Univerzitet u Beogradu Tehnološko-Metalurški fakultet, Srbija

Tokom eksploatacije transformatora dolazi do postepenog pogoršanja karakteristika izolacionog ulja. Zbog toga, neophodno je vršiti redovnu periodičnu kontrolu, kako bi se utvrdila brzina promena vrednosti karakteristika, procenio budući radni vek ulja i pravovremeno donela odluka o primeni odgovarajuće korektivne mere. U radu se ukazuje da se procesima regeneracije ulja adsorbentima iz ostarelog ulja uklanjaju produkti starenja a kao rezultat dobijaju se ulja sa karakteristikama u klasi kvaliteta novih ulja. Prezentovan je perkolacioni postupak regeneracije odabranih ulja domaćim adsorbentom sepiolitom („Sorb Ultra“), u laboratorijskim uslovima i na terenu. Sepiolit poseduje veliku poroznost i veliku specifičnu površinu, što ga čini adekvatnim za datu primenu.

Rezultati laboratorijske regeneracije ulja perkolacionim postupkom, na odabranim uljima transformatora T1 (ulje manjeg stepena ostarelosti) i T2 (za ulje većeg stepena ostarelosti), pokazali su visoku efikasnost sepiolita u uklanjanju produkata starenja iz ulja, kao i da se jednako dobri rezultati regeneracije ulja postižu jednostepenim perkolacionim postupkom sa 12 prolaza i to: 12% adsorbenta (za ulje manjeg stepena ostarelosti T1), dok je za ulje većeg stepena ostarelosti (T2) 20% adsorbenta u odnosu na masu ulja. Analizom rezultata nakon regeneracije mešavine otpadnih ulja na terenu, zaključeno je da je, primenom domaćeg sorbenta sepiolita postignut visok efekat regeneracije i dobijeno je ulje čije karakteristike zadovoljavaju kriterijum kvaliteta novih ulja.

Pitanje za diskusiju:

1. Da li autori imaju "povratne podatke" iz eksploatacije transformatora kod kojih je izvršena regeneracija ostarelih transformatorskih ulja, npr. da li je ista brzina starenja regenerisanog ulja kao i kod novih ulja, da li dodati adsorbenti utiču na eksploatacione karakteristike transformatora i sl.?

I-1.26 TRANSPORT ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

Autori: M. RISTIĆ, I. JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd,
B. TASIĆ Energoremont Beograd
Z. RISTIĆ, PEP, Beograd
D. VUKSANOVIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, Srbija

Rad obrađuje problematiku transporta kapitalnih energetskih transformatora pozivajući se na interni standard JP „Elektroprivreda“ Srbije, ali i na inostrane brošure Inkoterms i CIGRE. Procedura je opisana od samog ugovaranja nabavke transformatora, sa preciziranjem svih pojedinosti transporta koji mora da bude unapred planiran i dogovoren između kupca i prodavca. Pobražana su pravila za sve vidove transporta, a posebno obrađena dva (franko fabrika i franko prevoznik). Detaljno je data procedura kontrole pripreme i praćenja transporta energetskog transformatora i na kraju skladištenje transformatora.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja bi naznačena snaga i/ili prenosni odnos transformatora mogli da se definišu kao granice iznad kojih je neophodno primeniti sve opisane mere prilikom transporta transformatora?
2. S obzirom da je u radu pomenut blok transformator za HE „Bajina Bašta“, da li su autori imali uvid u dokumentaciju kojom je definisan transport ovog energetskog transformatora? Ako jesu, kakva su njihova zapažanja imajući u vidu događaj koji se desio tokom transporta.

I-1.27 MERENJE NIVOBA BUKE ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

Autori: M. RISTIĆ, I. JAGODIĆ, I. BULATOVIĆ JP Elektroprivreda Srbije, Beograd
J. LAZIĆ, Institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija
Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, Srbija
D. VUKSANOVIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, Srbija

U radu je ukazano kako energetski transformator služi kao izvor buke. Dat je pregled standarda IEC 60076-10:2016, kao i verifikacija nivoa buke prema zahtevima Internih standarda JP Elektroprivrede Srbije EPS IS 09-1 i EPS IS 09-2. Prikazani su i rezultati merenja buke na konkretnom transformatoru snage 725 MVA.

Pitanja za diskusiju:

1. Kolike su prosečne vrednosti buke distributivnih transformatora?
2. Da li se i za koliko vrednost buke povećava tokom eksploatacije energetskih transformatora?

I-1.28

ISPITIVANJE NIVOVA ELEKTRIČNIH I MAGNETSKIH POLJA NISKIH UČESTANOSTI: JEDAN PRIMER ODREĐIVANJA MERNE NESIGURNOSTI

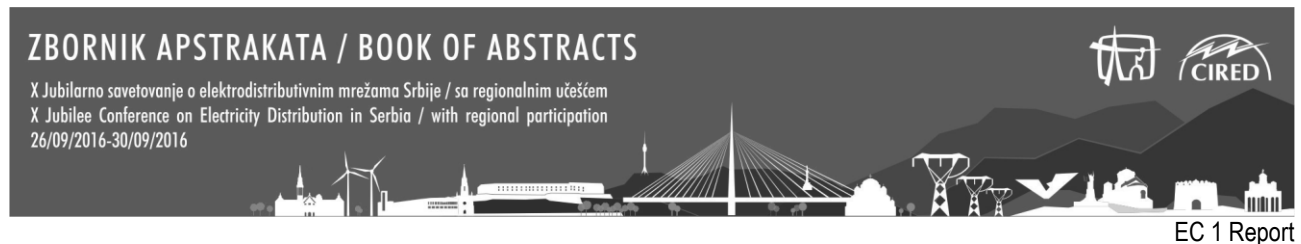
Autori:

B. VULEVIĆ, M. GRBIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, Srbija

Usled ubrzanog tehnološkog razvoja sve su više prisutni neželjeni nivoi električnih, magnetskih i elektromagnetskih polja u čovekovom okruženju. U cilju adekvatne ocene izlaganja ljudi električnim i magnetskim poljima niskih učestanosti, procena merne nesigurnosti igra sve važniju ulogu. Osnovna namena ovoga rada jeste prikaz jednog praktičnog rešenja za procenu merne nesigurnosti u slučaju merenja jačine električnog polja i magnetske indukcije niskih učestanosti u blizini nadzemnih vodova. U radu je ukazano na razne faktore koji utiču na mernu nesigurnost. Ipak, striktno insistiranje na većem broju faktora koji utiču na mernu nesigurnost može da usloži proces određivanja nivoa električnih i magnetskih polja na licu mesta, što je sa praktičnog stanovišta merenja nedopustivo. Zbog toga se u radu preporučuje da treba sve faktore koji utiču na mernu nesigurnost identifikovati i, kada je to moguće, njihov efekat treba drastično umanjiti.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način su autori vršili procenu merne nesigurnosti?
2. Da li autori imaju praktična iskustva sa navedenim instrumentom?



Expert committee 1

DISTRIBUTION SUBSTATIONS AND POWER LINES

Chairman: Prof. Dragan TASIĆ, PhD.
Faculty of Electronic Engineering, Nis, Serbia

For X Conference on Electricity Distribution organized by CIRE Serbia, Session 1 "ELECTRICITY DISTRIBUTION ELEMENTS", a total of 25 papers was submitted, 15 of which belong to the group of papers, and the remaining 10 belong to the category of technical information.

Preferential Subjects for Session 1 are:

1. State of the art constructions of electricity distribution elements in urban and rural regions.
2. Reliability, diagnostics and strategy for electricity distribution elements.
3. Modelling and testing of electricity distribution elements.
4. Environmental impact of electricity distribution elements.
5. Elements for smartgrids.

For the first preferential subject six papers were accepted, out of which three were papers and two were pieces of information. The second preferential subject is covered by seven papers, five of which belong to the category of papers, and two belong to the category of information. Seven papers, four of which were qualified as papers and three as information, refer to the third preferential subject. For the fourth preferential subject five papers were accepted, out of which three belong to the category of papers and two belong to the category of information, whereas there were no papers applied for the fifth preferential subject.

REFEREES' REPORTS

Preferential subject 1:

State of the art constructions of electricity distribution elements in urban and rural regions

Referee: Ljiljana FUNDUK, ODS EPS Distribucija, Beograd, Serbia

R-1.01

THREE PHASE TRANSFORMERS WITH IRON COIL CORE

Author:

S. JOVIĆ, V. STANOJEVIĆ, V. MARKOVIĆ, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia

The paper deals with transformers with delta core. Their main advantages and disadvantages are presented. They are suitable for production of distribution transformers of lower output. They have smaller losses compared to conventional constructions. Production of transformers with delta core has already begun in some countries.

Question for discussion:

1. How much cheaper would the supply of such construction be, compared to the conventional one, given the smaller amount of material used?

R-1.02 CURRENT TRANSFORMER APPLIED AS SUPPLYING SYSTEM FOR ELECTRONIC MEASURING EQUIPMENT

Authors: K. KASAŠ-LAŽETIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia
D. HERCEG, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia
N. PETROVIĆ, d.o.o. "Energobull", Novi Sad, Serbia
T. PAPIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o Beograd, Beograd, Serbia
M. PRŠA, Novi Sad, Serbia

This paper demonstrates how power transformers can be used. It demonstrates tests on two similar power transformers with torus core made of soft magnetic material, narrow hysteresis node containing a coil with several separations. The former power transformer model had separations on 25, 50, 75 and 100 curves, whereas the latter had 100, 150 and 200 curves. The voltage was measured on the transformer coil and it showed the required power intensity and number of curves where the voltage at connections was sufficient for supplying the electronic measuring set, and in which case the battery was to take over the supply. In addition thereto, it was also determined which circumstances lead to saturation of the ferromagnetic core. Based on the above, the required number of transformer coil curves is defined.

Question for discussion:

1. The paper deals with practical implementation of power transformers for supplying the registration device electronics by means of induced voltage at secondary circuit terminals. What will be the effects in cases of extremely large primary currents (e.g. short circuits) and can that cause issues in the electronics supply?

R-1.03 SIMPLE AND EFFECTIVE SOLUTION FOR REHABILITATION OF CONDITIONS FOR VOLTAGE REGULATIONS IN DISTRIBUTION NETWORK

Authors: A. LEMEZ, Energo-Group d.o.o, Istočno Sarajevo, Bosnia & Herzegovina
A. SIMOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Bosnia & Herzegovina

The paper deals with the new system, energy auto-regulator, "VROT-18 system", intended for voltage management in the low-voltage grid, load symmetry along the lines where it is installed, for eliminating the reversible current in the neutral conductor for consumers connected behind the "VROT-18 system", in order to improve the conditions for protection functioning, as well as protection selectivity, and it is also intended for protecting the consumers against excessive voltage in cases of short circuits between the phase and neutral conductor. And what is essential is that it is characterized by a high degree of maximum power transmission along the low-voltage line. Implementation of such system enhances energy efficiency and brings savings to investments.

Questions for discussion:

1. Have the devices described in the paper already been installed anywhere, and if so, how many years have they been in operation and what has been the experience in the past practice?
2. Are there any cases of negative experience?
3. Apart from the above EN 50160 standard referring to power quality, which standards in terms of other tests does the described device comply with?

I-1.04 MODERN DEVICES IN DISTRIBUTION NETWORK

Author: D. OBRADOVIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Serbia

The paper demonstrates how implementation of state of the art materials and devices has resulted in better environmental protection, reliability, and increased savings in electricity distribution. Vacuum circuit breakers are presented, as well as SF6 equipment, silicon-composed insulators, dry transformers, etc.

Question for discussion:

1. What data are available from practice in terms of reliability and savings (e.g. how much has the number of faulty vacuum circuit breakers dropped compared to minimum-oil circuit breakers)?

I-1.05 SEMICONDUCTOR TRANSFORMER AS A SOLUTION FOR SMART DISTRIBUTION NETWORK

Authors: Đ. MARJANOVIĆ, Visoka tehnička škola strukovnih studija Požarevac, Serbia
Z. JEREMIĆ, EPS Snabdevanje, Serbia

The state of the art distribution systems and increasing number of distributed sources connected to the electricity distribution grid, encourage the idea of using new types of transformers developed on the basis of energy electronics under the title of Solid State Transformer (SST). The basic characteristics of SST are that they neither have a core nor coil, that they have voltage autoregulation and the capacity to resolve power quality issues. The paper deals with the basic structure and possible SST configurations, its functionality and applicability in electricity distribution. Comparison has also been made between SST and the conventional power transformer with a purpose to indicate the advantages and disadvantages of SST.

Questions for discussion:

1. What are the power values of SST developed so far?
2. What kind of experience do the authors have in terms of practical implementation of SST?

I-1.06 THE INFLUENCE OF THE DESIGN AND LAYING CONDITIONS ON THE CURRENT RATING OF CABLES
Author: A. ĐORĐEVIĆ, J. STANOJEVIĆ, Global Substation Solutions, Serbia

The paper analyzes the impact of cable construction, as well as conditions for setting up cables in terms of the load capacity. A mathematical model consisting of insulator temperature computations, as well as its electric resistance, thermal resistance and power losses in the cable elements is used for calculating the current load. It demonstrates the implementation of the presented model on the example of the practical cable system. The paper is useful as a piece of information to persons dealing with planning and designing, as it describes in one place all factors which have an impact on establishing the 35 kV cable line transmission capacity.

Question for discussion:

1. How is the issue solved in terms of lower transmission capacity in cable lines resulting from grouped cable laying outside the substation?

I-1.07 TRANSFORMER AND SWITCHGEAR OUTER CONE BUSHINGS AND CABLE CONNECTION EQUIPMENT FOR 72.5 KV

Autori: J. GERLITZ, G. WEISS, Nexans Power Accessories Germany GmbH, Germany

The economic aspects of supply, in terms of renewable energy sources, are gaining in importance. Taking into account that the envisaged voltage levels of greater capacity wind power plants will reach 72,5 kV, it is necessary, due to limited space, to connect the equipment in an optimal way. For that reason, the paper puts emphasis on the development of a new system for connecting the 72,5 kV equipment, in order to meet the need for greater wind plant capacity, as well as the needs of consumers, improve the system efficiency and flexibility and simplify the installation procedure. The authors conclude that 72,5 kV plants can be as compact as the medium-voltage plants. The paper states that development of the new F type conus can achieve an efficient connection between the insulator and external switching, as well as the equipment for connecting the 72,5 kV cable.

Preferential subject 2:

Reliability, diagnostics and strategy for electricity distribution elements

Referee: Mr Miodrag STOJANOVIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Serbia

R-1.08 OVERVOLTAGE DURING MANIPULATION ON SWITCH DISCONNECTOR IN GAS INSULATED SUBSTATION "NOVI KALENIC" 35/20KV

Authors: D. RISTIVOJEVIĆ, Ogranak „RB Kolubara“, Površ. Kopovi, Serbia
S. VUKOVIĆ, „RB Kolubara“ Ogranak Projekt, Serbia
V. PAJIĆ, Ogranak „RB Kolubara“, Površ. Kopovi, Serbia

The paper deals with a very interesting topic. The authors point out that when handling disconnectors at SF₆ plants, due to multiple electric arc charging and discharging, impulses are formed in the duration of the order of nanoseconds with a rather high gradient, which is a great disadvantage of plants applying the SF₆ technique. The authors present the consequences of such excess voltage, as well as requests for taking adequate measures to stop the negative consequences of such phenomenon.

Questions for discussion:

1. Which equipment was used for measurement and how was it done?
2. Did the authors find any other reference point dealing with this topic?

R-1.09 POWER TRANSFORMER CONDITION INDEXING AS A ASSET MANAGEMENT TOOL

Authors: D. ILIĆ, J. LAZIĆ, V. VASOVIĆ, B. PEJOVIĆ, Đ. JOVANOVIĆ, J. LUKIC, S. MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, Serbia

The paper introduces the idea of a simplified presentation of the state of power transformer by introducing the health index – numeric value quantifying the current state. The authors have successfully explained the need for new ways of evaluating the state of equipment, as a prerequisite for implementing the maintenance technique according to the situation. Of course, implementation of this technique in Serbia is, as the authors themselves say, at the very beginning, as more extensive diagnostics is required, in addition to connecting the results to the volume of maintenance work.

Question for discussion:

1. How were the weight coefficients in Table 1 obtained?

R-1.10 STRUCTURE OF SINGLE LINE DIAGRAM OF HV/MV SUBSTATIONS IN "EPS DISTRIBUCIJA" AND PROPOSALS FOR THEIR RECONSTRUCTION

Authors: D. PERIĆ, Vapos, Valjevo, Serbia
M. TANASKOVIĆ, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia
V. KRNAJSKI, JP „Elektromreža Srbije“, Beograd, Serbia

Most TSs with an H schematic diagram were built in the seventies of the previous century and they have been scheduled for reconstruction, both owing to the state of equipment, as well as owing to a possibly different role within the Electric Power System of Serbia. During the

reconstruction and selection of new single-pole schematics, the reliability of TS 110/35 kV must, by all means, also be taken into account as a criterion for the selection thereof. Reliability calculations for H schematics were considered in four groups: 1) symmetrical schematics (HS) with two long-distance line and transformer fields and one connecting field, 2) schematics for the first construction phase (HM – "H minus") with one transformer and two long-distance line fields, 3) schematics with an additionally constructed third line – because of the lack of possibilities for constructing a new TS (HP – "H plus") with two transformer fields and with three long-distance line fields and 4) schematics with two transversal connecting fields (HD – "H double") with two long-distance line fields, two transformer and two transversal connecting fields. On account of comparing different schematics, in addition to computations of the reliability indicators, the schematics are ranked according to the procedure based on the Pareto multi-criteria optimization. The applied criterion was transit interruption, full load interruption and equipment price coefficient, which gives an approximate assessment of the investment costs for the whole TS.

Questions for discussion:

1. How did the authors determine the equipment price coefficient?
2. Can the equipment price coefficient provide real assessment of the investment costs for the whole TS?

I-1.11 RECONSTRUCTION OF TS 20 / 0,4 kV TYPE "TIN" IN THE CENTER OF CITY ON THE AREA BRANCH ARANĐELOVAC

Authors: D. PETROVIĆ, JP EPS, Tehnički odsek Arandjelovac, Serbia
G. ŽIVKOVIĆ, JP EPS, Tehnički odsek Arandjelovac, Serbia
I. MIHAJLOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, ogranak Arandjelovac, Serbia

The authors emphasize that in the region of Arandjelovac branch there are several TS 20/0.4kV plants, "tin – armoured" type in the downtown area. The substations are rather old, built in the 70's of the previous century, and have dilapidated structure (the building part) and dilapidated switching equipment in the medium-voltage section. After regular audits carried out in 20/0.4kV substations, the findings showed a poor state of the MV switching equipment. The paper therefore presents the selected solution for refurbishment of TS 20/0.4 kV. The authors point out the advantages of the solution by building-in the SF6 gas insulated MV unit.

Questions for discussion:

1. How long did the reconstruction of one TS 20/0.4 kV take?
2. Was a technical and economic analysis of possible technical solutions carried out before selecting the proposed solution for reconstructing TS 20/0.4 kV and, if so, what did it consist of?

I-1.12 OVERHAUL OF 110 kV SF6 SWITCHGEAR

Authors: M. AKSENTIJEVIĆ, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia
S. MEDO, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia
N. STOJANOVIĆ, JP EPS Beograd, Serbia

The paper deals with the overhauling procedure at the metal armoured SF6 gas-insulated plants in operation in the 110kV grid of Electricity Distribution Belgrade. The paper presents the configuration of the above plants and content of conducted overhauling. The works were performed on the basis of previously known data, as well as on the basis of irregularities spotted upon inspecting and commissioning the plant. Apart from verifying, measuring and testing the operating parameters in the switching equipment, works on eliminating faults in the SF6 gas facility are of particular interest. Bearing in mind the fact that installation of several plants like this is expected to take place in Serbia in the near future, it is important to publish the experience gained in the process of maintenance and operation thereof.

Questions for discussion:

1. Were the purity and humidity of SF₆ gas in certain gas zones below the permitted values? If so, in which?
2. Were there any issues in these plants observed while measuring power transformers, taking into account that in the case of conventional transformers in open space they may be considered as an element with greater failure probability?

R-1.13 DISSOLVED GAS ANALYSIS – IMPORTANCE IN DIAGNOSTIC OF TRANSFORMER CONDITION

Authors: V. VASOVIĆ, D. MIHAJLOVIĆ, J. JANKOVIĆ, K. DRAKIĆ, J. LUKIĆ
Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, Serbia

In oil-filled transformers, gas chromatographic analysis of oil is one of the most important tests used when determining the operational state of transformers. This technique allows timely fault detection in the transformer, thereby avoiding greater damages and sudden unscheduled outages. The principles of interpreting the results obtained by gas chromatographic analysis of oil are based on the fact that higher temperatures and electric discharges induce degradation of insulating oil. Analysis of gas content dissolved in oil is frequently the first indicator for revealing faults in the transformer, and also for revealing the gravity of the fault. When interpreting the results of gas chromatographic analysis, the measured concentrations of gas in oil must be observed together, that is by calculating characteristic gas ratios. Drawing conclusions concerning the type of fault by observing concentrations of some gas individually, can easily produce an error. If an atypical fault code is obtained on the basis of the results of analysis concerning gas content in oil, depending on the type of gases found in the oil, the oil gassing test can significantly help in eliminating the doubt as to whether there is a fault in the transformer or whether it is only about the oil affinity to separate gases in mild heating conditions at temperatures which are not by definition within the range of faulty temperatures.

Questions for discussion:

1. What has the information on relay protection to do with the conclusions made on the basis of gas chromatographic analysis of oil?
2. What are the costs of this analysis?

R-1.14 METHODS OF RECONSTRUCTION THE FOUNDATIONS OF TRANSMISSION TOWERS THREATENED BY LANDSLIDES

Authors: DŽ. IMŠIROVIĆ, A. TOKIĆ, I. BEGIĆ
 „Elektroprenos BiH“ a.d. Banja Luka, Operativno područje Tuzla, Bosnia & Herzegovina

The paper deals with the issue and gives a solution for recovery of power line pylons. Depending on the timing and intensity of land slide processes, the actual pylon points, or foundation suffer from forces and tensions causing foundation dislocation, as well as deformations in the actual pylon structure. The authors demonstrate that it is not necessary to rehabilitate the whole land slide, nor abandon the power line route, but rather recommend dealing with the issue by taking some remedial measures in the actual foundation and pylon structure.

Questions for discussion:

1. Did remedial measures applied in the actual foundation and pylon structure cause any land slides? If so, were any tests done on the rehabilitated foundation and what are the results of such tests?
2. What do they depend on and what are the costs of foundation and pylon structure rehabilitation?

Preferential subject 3:

Modelling and testing of electricity distribution elements

Referee: Vladimir ŠILJKUT, JP EPS, Serbia

R-1.15 NORMAL AND EMERGENCY OPERATION IN CABLE NETWORK 110 kV

Author: M. TANASKOVIĆ, PD "Elektro distribucija Beograd", Beograd, Serbia

After introducing LV cables into the Serbian Energy System (Electricity Distribution Belgrade) prerequisites were provided for Serbian experts to use and apply foreign experience in high-voltage cable operation. During the process of preparation of design documents, equipment supply and HV cable laying, Serbian experts had mastered this matter and contributed to the development of high-voltage cables. A great number of papers were written and published in the IEEE and other journals and for many conferences and meetings. The first Serbian 110 kV cables with XLPE insulation were also manufactured in addition to the auxiliary cable equipment, new methods were mastered for researching the effects of cable system insulation, new possibilities were provided for improved cable operation with the auxiliary equipment, introducing monitoring, diagnostics and similar. This paper is a follow-up to the working process in the high-voltage cable system. The paper observes the power load of 110kV cables laid in the ground, in a bundle (triangle). It would be beneficial to compare or comment, in one of the following papers, the load of cables laid in the ground and cables which are partly considered as overhead lines.

Question for discussion:

1. According to the results of calculations, the permitted power load value in the winter period obtained by means of the finite elements method considerably differs from the value obtained by IEC and VDE, whereas in the summer period those values only slightly differ. Can the author explain the significant difference in the calculations for the winter period?

R-1.16 CROSS BONDING-A / SELECTION OF THE OPTIMAL 110 kV CABLE CROSS SECTION IN CITY AREAS AND ANALYZES JUSTIFICATION OF THE USAGE CROSS-BONDING

Authors: I. MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, JP Elektromreža Srbije, Serbia
 M. BOROVIĆ, JP Elektromreža Srbije, Serbia
 I. MILANOV, Elektroistok projektni biro, Beograd, Serbia

The authors emphasize that several technical and economic factors have an impact on the selection of the cable conductor type and cross section. As the development of the 110 kV cable grid is inevitable in larger cities on the territory of the Republic of Serbia, the question is whether it is acceptable to select only one type of cable and conductor cross-section which would be used in urban areas for supplying two 110/x kV substations. A decision can only be made after a detailed analysis of permitted power loads in ground cables, consisting of cables type XHE 49-A, with different aluminium conductor cross-sections. For that reason, the paper analyzes the permanently allowed cable currents set in a bundle in the case when there is cable cross bonding, as well as in the case when there is no cable cross bonding.

Question for discussion:

1. Can the solution proposed by the authors be considered as optimal or acceptable?

R-1.17 SELF AND MUTUAL IMPEDANCES OF POWER CABLES

Authors: M. STOJANOVIĆ, D. TASIĆ, N. CVETKOVIĆ
Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Serbia

The paper presents methods for calculating own and reciprocal power cable impedances. It deals with the case of calculating HV cable laying in a flat formation, which is not frequently used in practice. However, the case is interesting for practice where cable laying in a bundle (triangle) cannot be avoided and such calculations are of particular importance. Authors should be encouraged to present in some of their future papers the comparative results of both cable laying cases (in plane and in bundle).

Question for discussion:

1. Did the authors have any numeric difficulties in calculating own and reciprocal impedances in the example presented in the paper?

R-1.18 APPLICATION OF MODERN FEM SOFTWARE TOOLS FOR DETERMINING EARTHING RESISTANCE, TOUCH VOLTAGE AND STEP VOLTAGE

Authors: S. STANIŠIĆ, Informatika a.d., Serbia
Z. RADAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Serbia

The paper presents only some of the possibilities for implementing programmes based on the finite element method – FEM for setting the distributed potential in the earthing environment – the values derived from distributed potential are earthing resistance, touch stress and step stress. As an illustration of the software based on the FEM method, modelling was performed on the following elementary earthing rods: pipe earthing rod in homogenous ground, contour earthing rod in homogenous ground and contour earthing rod in double-layer ground. In addition to that, the grid earthing rod with pipes was also analyzed, as the real earthing rod in 11/0.4 kV substations, which is installed in urban areas, with the cable grid.

Question for discussion:

1. Are there any essential differences in the results of calculations based on the FEM method and approximate formulae applied in practice?

I-1.19 STANDARDIZATION OF SUPPLEMENTARY EARTHED POLES FOR MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD DISTRIBUTION LINES PERFORMED BY BARE CONDUCTORS

Authors: M. OBRADOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o Beograd, Serbia
D. JOVANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o Beograd, Serbia
Đ. GLIŠIĆ, Serbia

This paper presents the standardization of supplementary earthing rods for pylons with block foundation and without any metal fittings and with block foundation with metal fittings for medium-voltage overhead distribution lines performed by bare conductors, all for the purpose of required amendments and changes to the Technical recommendations No.9 of the Electricity Distribution Department, PE EPS.

Questions for discussion:

1. Have the authors done any calculations or measurements (resistance of earthing rod, distribution of potential, and similar) for the proposed earthing rods?
2. Do the authors have any practical experience with such earthing rods?

I-1.20 ADDITIONAL EQUIPMENT AND MEASURING INSTRUMENTS FOR DIAGNOSTICS OF THE STATUS OF METAL OXIDE MEDIUM AND HIGH VOLTAGE SURGE ARRESTORS

Authors: V. OSTRAČANIN, EPS, Tehnički centar Kraljevo, Serbia
S. ĐUROVIĆ, ODS EPS distribucija, ogranak Kraljevo, Serbia
D. ĆETENOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Čačak, Serbia

The paper gives a description of metal-oxide surge arresters, methods applied for connecting them and an overview of methods for monitoring their state. It is emphasized that it should be insisted on supplying together with surge arresters, also devices which have direct insight into the state of the surge arresters, and, if possible, with diagnostic abilities.

Question for discussion:

1. How much would the supply of devices which have direct insight into the state of the surge arresters and which can perform monitoring increase the price of the surge arresters?

I-1.21 TESTING ACCESSORIES FOR LV ABC APPLICABLE TO EUROPEAN STANDARDS AND PROBLEMS WITH APPLICATION IN SERBIA

Author: M. PETROVIĆ, EPS ED Jagodina, Serbia

The paper gives an overview of the basic standards for the assembly kit, as well as an overview of methods for testing the LV SKS. The author points out that there is no valid proof that the equipment made in Serbia complies with the required standards, stating that the manufacturers do not have sufficiently equipped labs for performing routine tests during the production process, and that there is no appropriate accredited local lab.

Questions for discussion:

1. Are tests required to be done according to the SRPS EN 50483-4 and NF C 33-020 standards if the construction requirements are clearly separated from the testing requirements laid down in the public procurement technical specifications?
2. Would it be required to mark the assembled LV SKS element from the assembly kit by stamp containing the licence number of the erector?
3. Can the LV SKS assembly kit elements be used for multiple purpose, e.g. mantling-dismantling-mantling?

Preferential subject 4:

Environmental impact of electricity distribution elements

Referee: Prof. dr Dragan TASIĆ, Elektronski fakultet, Niš, Serbia

R-1.22 LEVELS OF NON-IONIZING RADIATION IN VICINITY OF 110/x kV SUBSTATIONS

Authors: M. GRBIĆ, D. HRVIĆ, A. PAVLOVIĆ, M. PETROVIĆ, B. VULEVIĆ,
Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, Serbia

The paper analyzes the levels of non-ionized radiation from industrial frequency occurring in the vicinity of 110/x kV substations. The analysis was based on the results of measured electric field and magnetic induction intensity in the vicinity of several substations at the aforesaid voltage level. For the purpose of assessing exposure of the population to non-ionized radiation, the obtained results were compared with the referent limit levels prescribed in the Republic of Serbia. The purpose of the performed analysis is to draw general conclusions concerning the levels of non-ionized radiation which can occur in the vicinity of the aforesaid substations, and to assess the degree of compliance of these levels with the national regulations in the sphere of protecting the population against non-ionized radiation.

Question for discussion:

1. Did the authors try to calculate the values of electric field and magnetic induction intensity in some places where measurements were made and did they compare them with the measured values?

R-1.23 CHOICE OF TOWERS IN ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORKS REGARDING ECOLOGICAL ASPECT

Authors: A. MITROVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Serbia
K. KASAŠ-LAŽETIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia
N. ĐURIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia
D. KLJAJIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia
M. PRŠA, Novi Sad, Serbia

The paper deals with the issue of defining electric and magnetic field distribution in open space around phase conductors of the mostly used distribution pylons in our country. The testing was done on six different types of distribution pylons marked as B1 LSP-24N, C2, E6, EN-20, NL-13 i SA LSP-24. For the sake of comparing the results, the same voltage level (20kV) was observed, as well as the same power load (350 A) and phase conductors with the same cross-sections (Al/FE 95/15 mm²). It was also assumed that the lowest phase conductor of each configuration had been installed at a height of six metres above ground level. All calculations were done numerically, using the COMSOL Multiphysics 3.5a computer package. The calculations showed that all pylons with their phase conductor configurations comply with the restrictions concerning non-ionized radiation, and that the maximum values of the electric field intensity vector module is lower than 2000 V/m, and maximum values of the magnetic induction vector module are lower than 40 µT for each tested distribution pylon.

Questions for discussion:

1. Did the authors try to make calculations by applying approximate relations for distribution of the electric field and magnetic induction intensity and if so, what are the deviations in relation to the results obtained by numeric calculation?
2. Do the authors have a possibility to compare the results of their calculations with the experimental results?

R-1.24**DECONTAMINATION OF PCB CONTAMINATED POWER TRANSFORMERS IN PD ELEKTROVOJVODINA**Authors:

J. LUKIĆ, K. DRAKIĆ, N. KOVAČEVIĆ, J. JANKOVIĆ, S. MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, Serbia
 D. VORGIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Beograd, Serbia
 D. MATIĆ, JP EPS, Beograd, Serbia

The issue concerning PCB contaminated transformers in operation becomes increasingly serious if the transformer is faulty, has poor insulating system characteristics and leaks, because of greater risk of polluting the surrounding media (soil, water, wildlife), transformer breakdown and environmental disaster. There is a significant number of transformers in the electric power system with some of the aforesaid issues. There are frequently considerable issues concerning excessive heating of insulation (thermal faults in copper windings, on voltage regulator contacts, in the magnetic circuit...), loss of insulating properties of the paper-oil dielectric due to increased humidity or the presence of electro-conductive pollutants formed by degradation of sulfur compounds in insulating oil, so that for some transformers implementation of the decontamination procedure is urgent, in order to reduce the risk of using such transformers in operation. The PCB decontamination process must basically be technologically designed so that the transformer is put back into operation within a limited time frame after the performed decontamination. This assumes that the given technology assumes the following: 1) on the spot decontamination of transformer in the period when putting out of operation is possible within a limited time frame, as required by a facility of corresponding capacity, 2) achieving a high degree of PCB conversion for the purpose of efficient decontamination, taking into account the possible effect of "recurrent PCB leakage" and greater PCB concentration in oil, during continued transformer operation, which is tested not before three months of operation, 3) in-depth purification of contaminated oil and bringing back the insulating properties to oil, as a liquid dielectric for the purpose of putting back the transformer into operation, which requires the existence of a field laboratory for process optimization and quality control of the PCB decontaminated oil. The paper presents the decontamination results of PCB contaminated transformers carried out in the oil dechlorination process by means of a mobile facility.

Question for discussion:

1. What are the costs of decontamination of PCB contaminated transformers and what do they depend on?

R-1.25**OIL RECLAMATION PROCESSES WITH DOMESTIC SORBENT APPLIED IN POWER TRANSFORMER LIFE MANAGEMENT**Author:

J. JANKOVIĆ, K. DRAKIĆ, V. VASOVIĆ, J. LUKIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd
 J. PLANOJEVIĆ, Proces projekt inženjering, Serbia
 Đ. JANAČKOVIĆ, Đ. VELJOVIĆ, Univerzitet u Beogradu Tehnološko-Metalurški fakultet, Serbia

During transformer operation there is a gradual deterioration of insulating oil characteristics. For that reason, regular periodic checkups should be performed, in order to establish the velocity of changes occurring in the values of characteristics, estimate future oil life and make a timely decision on the implementation of appropriate corrective measures. The paper points out that in oil regeneration processes using adsorbents, aging products are eliminated from aging oil, which results in oil with characteristics in the quality class of new oils. The paper presents the percolation regeneration procedure for selected oils by means of the local adsorbent sepiolite ("Sorb Ultra"), in laboratory and field conditions. Sepiolite possesses a high degree of porosity and a great specific surface, which makes it adequate for such implementation.

The results of laboratory oil regeneration by percolation procedure, performed on selected T1 transformer oil (oil of a lower degree of aging) and T2 (for oil of a higher degree of aging), have proved to have sepiolite efficiency in eliminating aging products from oil, and also that equally good results concerning oil regeneration are achieved by means of the single-step percolation procedure with 12 passages such as: 12% adsorbents (for oil of a lower degree of T1 aging), whereas, for oil of a higher degree of aging (T2) 20 per cent of the adsorbent in relation to the oil mass. By analysis of the results after regeneration of the mixture of waste oil in the field, it was concluded that by implementation of the domestic sepiolite sorbent a high regeneration effect was achieved and oil was obtained with characteristics which comply with the new oil quality criterion.

Questions for discussion:

1. Do the authors have any "feedback data" concerning the functioning of transformers where regeneration of aging the transformer oil was performed, e.g. is the aging speed of regenerated oil the same as with new oils, and do the added adsorbents affect the operation characteristics of the transformer, etc.?

I-1.26**POWER TRANSFORMERS TRANSPORT**Authors:

M. RISTIĆ, I. JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Serbia
 B. TASIĆ Energoremont Beograd, Serbia
 Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, Serbia
 D. VUKSANOVIĆ, Serbian Institute for Standardization, Belgrade, Serbia

The paper deals with the issue of transporting capital power transformers in reference with the internal standard issued by Public Enterprise EPS Serbia, and foreign booklets published by Inkotems and CIGRE. The procedure is described starting from the actual negotiations concerning transformer procurement, with precise details concerning transport, which needs to be scheduled and agreed in advance between the buyer and seller. A list of rules is given for all types of transport, two of which are separately elaborated

(franco factory and franco transporter). The procedure of controlling the preparation and the process of tracking transport of power transformer up to the place where the transformer is stored.

Questions for discussion:

1. Which rated capacity and/or transmission ratio of transformer can be defined as a limit above which it is necessary to apply the described measures when transporting the transformer?
2. Taking into account that the block transformer for HPP Bajina Bašta is mentioned in the paper, did the authors have insight into the documents defining transport of this power transformer? If so, what are their observations, taking into account the incident that occurred during the transport?

I-1.27 MEASURING THE NOISE LEVEL OF POWER TRANSFORMERS

Authors: M. RISTIĆ, I. JAGODIĆ, I. BULATOVIĆ JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Serbia
J. LAZIĆ, Institut Nikola Tesla, Beograd, Serbia
Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, Serbia
D. VUKSANOVIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, Serbia

The paper demonstrates how the power transformer serves as a source of noise. It gives an overview of IEC 60076-10:2016 standards, and verification of the noise level according to the requirements of the Internal standards of Public Enterprise EPS Serbia IS 09-1 and EPS IS 09-2. It presents the results of noise measurement on the specific 725 MVA power transformer.

Questions for discussion:

1. What are the average values of noise for distribution transformers?
2. Does the noise value increase during power transformer operation, and if so, how much?

I-1.28 ISPITIVANJE NIVOVA ELEKTRIČNIH I MAGNETSKIH POLJA NISKIH UČESTANOSTI: JEDAN PRIMER ODREĐIVANJA MERNE NESIGURNOSTI

Authors: B. VULEVIĆ, M. GRBIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, Srbija

Due to rapid technological development, there has been a growing presence of undesired levels of electric, magnetic and electromagnetic fields in man's environment. For the purpose of adequate assessment of the exposure of people to electric and magnetic fields of low frequencies, the assessment of measuring uncertainty plays an increasingly important role. The basic purpose of this paper is to present a practical solution for estimating the measuring uncertainty in the case of measuring electric field intensity and magnetic induction of low frequencies in the neighbourhood of overhead lines. The paper points out various factors affecting measuring uncertainty. Nevertheless, strict insisting on a greater number of factors affecting the measuring uncertainty can complicate the process of defining the level of magnetic fields on the spot, which is unpermissible from the practical standpoint of measuring. For that reason, it is recommended in the paper to identify, if possible, all factors affecting the measuring uncertainty and, if possible, to drastically reduce their effect.

Questions for discussion:

1. How did the authors make assessments of measuring uncertainty?
2. Do the authors have any practical experience in respect of the aforesaid instrument?



R-1.01

TROFAZNI TRANSFORMATORI SA MOTANIM JEZGROM

Saša JOVIĆ, Vladimir STANOJEVIĆ, Vladimir MARKOVIĆ
PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

U najvećem broju slučajeva prilikom izrade transformatora imamo standardno izrađeno magnetno kolo u vidu pravogaonika sa tri stuba i jarmom, i taj princip se primenjuje kod transformatora različitih snaga. Uz uslov da su trofazni. Međutim, transformatori mogu i da se proizvode i sa motanim jezgrom, u kome se magnetno kolo mota na motalicu, a trafo lim se seče samo uzdužno, bez poprečnog sečenja. Ovakav vid izrade jezgra ima značajne prednosti, i treba razmisliti da li ovakav vid proizvodnje transformatora ima ekonomsku opravdanost. Što se tiče gubitaka, to u mnogome zavisi od kvaliteta lima (kW/kg). U ovoj prezentaciji, pokazaću vam neke prednosti izrade ovakvih transformatora, kao i neka iskustva u procesu proizvodnje ovih transformatora u firmi Minel Trafo

Mladenovac, koji su proizveli nekoliko jedinica za Skandinavsko tržište. Ovo je naročito važno jer je električna energija u tim zemljama skupa i svaki vid uštede u energiji je isplativ, naročito reaktivna energija. Prednosti transformatora sa motanim jezgrom su:

- 20% manji gabarit i masa transformatora
- 20% manji gubici energije u transformatoru
- 9 puta manja struja magnećenja
- 2 puta manja struja osigurača
- Nema trećeg harmonika u struji magnećenja
- Idealna simetrija svih faza
- Manja buka i vibracije

Ključne reči: transformator, magnetno jezgro, gubici.

THREE PHASE TRANSFORMERS WITH IRON COIL CORE

In most cases, in standard production of power transformer, magnetic core was made in the form of rectangle with the three column and the yoke, and this principle is applied in various rate of power transformers. But, that kind of power transformer must be threephase. However, power transformers can be produced with iron coil core, in that cases the magnetic core produced the same like windings, and transformer sheets are cut longitudinally only, without cross-cutting. This kind of production has significant advantages, and should take in consider is this kind of production power transformer is economically justified. As for the losses consideration, it depends mostly on the quality of the sheet (kW / kg). In this presentation, I will show you some of the benefits of making such a transformer, as well as some experience in the manufacturing process of these transformers in the company Minel Trafo Mladenovac, who produced several units for the Scandinavian market. This is especially important because the electricity in these countries is expensive and every aspect of energy savings is a cost-effective, especially reactive energy. The advantages of this kind of transformer (with iron coil core) are:

- 20% smaller dimensions and weight of transformers
- 20% less energy losses in the transformer
- 9 times less magnetizing current
- 2 times less fuse
- No third harmonics in magnetizing current
- The ideal symmetry of all phases
- Reduced noise and vibration

Keywords: transformer, magnetic core, losses.



STRUJNI TRANSFORMATOR KAO SISTEM ZA NAPAJANJE ELEKTRONSKOG MERNOG SKLOPA

Karolina KASAŠ-LAŽETIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, R. Srbija

Dejana HERCEG, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, R. Srbija

Nenad PETROVIĆ, d.o.o. "Energobull", Novi Sad, R. Srbija

Tomislav PAPIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o Beograd, Beograd, R. Srbija

Miroslav PRŠA, Novi Sad, R. Srbija

U firmi d.o.o. „Energobull“ je razvijen sklop za merenje faznih napona i jačina struja u trofaznim vazдушnim vodovima distributivnih naponskih nivoa. Merni uređaj je ugrađen u izolatorski sistem priključenja svakog od faznih provodnika i planira se postavljanje tog sistema na određenim stubovima distributivnog nadzemnog voda. Da bi uređaj mogao da funkcioniše, neophodno je bilo obezbediti njegovo efikasno napajanje, jednosmernim naponom 6 V, uz potrošnju definisanu jačinom struje od 150 mA. Kao osnova za napajanje elektronskog mernog sklopa je sagledana mogućnost korišćenja strujnog transformatora u svakoj od faza trofaznog sistema.

Pošto je, pri malim jačinama struja kroz provodnik, elektromotorna sila indukovana u namotaju transformatora nedovoljna za direktno napajanje elektronskog mernog sklopa, u tom sklopu je predviđena i punjiva litijum-jonska baterija od 3,6 V, koja obezbeđuje

kontinuitet u napajanju sklopa. Za vreme kada je fazna struja dovoljnog intenziteta, odnosno, elektromotorna sila indukovana u namotaju strujnog transformatora dovoljno visoka, vrši se punjenje baterija.

Poznavajući sve magnetske karakteristike jezgra strujnog transformatora, izvršen je proračun broja zavoja transformatora, kako bi se, pri određenim jačinama struje kroz provodnik (do 100 A) omogućilo optimalno napajanje mernog sklopa. Rezultati proračuna su potvrđeni merenjima.

I proračuni i merenja su izvršeni za različite jačine struje u provodniku, a merenja su izvršena na modelu strujnog transformatora sa otepcima na 50, 75, 100 i 150 zavoja. Meren je napon na namotaju transformatora, i ustanovljeno je pri kojoj jačini struje i pri kom broju zavoja je napon na priključcima transformatora dovoljan za napajanje mernog sklopa, a kad napajanje preuzima baterija. Osim toga, određeno je i pod kojim uslovima dolazi do zasićenja feromagnetskog jezgra. Na osnovu svega toga je definisan optimalan broj zavoja transformatorskog namotaja.

Ključne reči: Strujni transformator, feromagnetsko jezgro, napajanje elektronskog sklopa, naponi napajanja.

CURRENT TRANSFORMER APPLIED AS SUPPLYING SYSTEM FOR ELECTRONIC MEASURING EQUIPMENT

Equipment for voltages and currents measurements in three phase distributive overhead systems is developed in d.o.o. „Energobull“ company. The measuring equipment is embedded in insulator system of each phase conductor and it is planning its placement at certain towers of distributive overhead power system. For its efficient operation, a DC 6 V voltage and 150 mA current should be provided. As the electronic measuring equipment supplying system was considered the application of current transformer in each phase of the three phase system.

At the small current values, the voltage induced in the transformer's winding is not high enough for direct supplying of electronic measuring device. For this reason, a 3.6 V rechargeable lithium-ion battery is also embedded in the measuring equipment in order to provide the supplying continuity. During the time period when the phase current is high enough and, consequently, induced voltage is high as well, the battery is in charging regime.

Knowing all magnetic characteristics of current transformer ferromagnetic core, the calculation of transformer winding's turns was performed, in order to provide the optimal measuring equipment supplying for different currents (up to 100 A). The calculation results were verified by measurements.

The calculations and the measurements were performed for different conductor's currents, while the measurements were performed on the transformer with 50, 75, 100 and 150 turns. The voltage on transformer's winding was measured and it was concluded at which current value and which number of turns, the transformer voltage is enough to supply the measuring equipment and when the battery must take over. Besides, it was determined under which conditions the ferromagnetic core saturations occurred. Based on those data, the optimal number of transformer's turns is defined.

Key words: Current transformer, ferromagnetic core, electronic equipment supplying system, supplying voltages.



R-1.03

JEDNOSTAVNO I EFIKASNO RJEŠENJE ZA SANACIJU NAPONSKIH PRILIKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

A. LEMEZ, Energo-Group d.o.o, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina
A. SIMOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Bosna i Hercegovina

U savremenom društvu nezamisliv je život bez električne energije, koja se proizvodi u elektranama, zatim prenosi preko visokonaponske mreže na veću ili manju udaljenost, a distribucijska mreža je usmjerava preko niza distributivnih transformatora kroz srednjenaponsku i niskonaponsku mrežu prema potrošačima. Električna energija sa svojom cijenom mora ispunjavati odgovarajuće standarde u pogledu kvaliteta (EN 50160), dok s druge strane distributer električne energije mora voditi računa o ekonomskim parametrima isplativosti investicionog ulaganja. Distribuiranje električne energije na novoizgrađenim zgusnutim (gradska naselja) potrošačkim područjima ne predstavlja problem u pogledu kvaliteta isporučene električne energije i isplativosti investicionog zahvata. Distribuiranje električne energije u razrijeđenim i malim (seoska naselja) potrošačkim područjima, kao i područjima sa izgrađenom elektroenergetskom infrastrukturom u kojima kvalitet isporučene električne energije izlazi van standarda EN 50160 predstavljaju problem u isplativosti investicionog zahvata i kao takva stvaraju nezadovoljstvo kod potrošača, a kod distributera generator gubitaka

i neefikasnost sistema (tzv. beskoristan elektroenergetski objekat). Prvenstveno najudaljeniji potrošači od pripadajuće transformatorske stanice bivaju podložna nekvalitetu isporučene električne energije.

Klasični metodi u cilju rješavanja kvaliteta isporuke električne energije na postojećoj elektroenergetskoj infrastrukturi su: povećanje napona na pripadajućoj transformatorskoj stanici 10/0.42 kV na visinu 253V, zatim povećanje presjeka provodnika - ugradnjom provodnika većeg presjeka ili vođenjem paralelnih provodnika, povećanje presjeka provodnika i ugradnja kondenzatorskih baterija, kao i izgradnja srednjenaponskog elektroenergetskog voda sa pripadajućom transformatorskom stanicom 10(20)/0.42, 50 kVA. U radu prikazaće se novi metod „sistem VROT-18“ sa pripadajućim uređajem koji ima istu učinkovitost kao i transformatorska stanica 10/0.42 kV, stim što koristi napajanje sa postojećeg niskonaponskog elektroenergetskog voda. Sistem rada nije zasnovan na podizanju napona već na simetriranju opterećenja, a svojom pogodnom spregom omogućava eliminisanje harmoničnih izobličenja koje generišu potrošači na dionici niskonaponskog voda koje napaja „sistem VROT-18“, s druge strane omogućava povećanje selektivnosti i osjetljivosti reagovanja zaštitom. Ugrađuje se na dionicu niskonaponskog elektroenergetskog voda gdje je kvalitet električne energije van standarda EN 50160. Primjenom „sistema VROT-18“ moguće je ostvariti uštede u investiranju od 60% do 700% u zavisnosti od rekonstruktivnog zahvata.

Ključne riječi: distributivna mreža, sanacija naponskih prilika, nova tehnologija, nominalni napon.

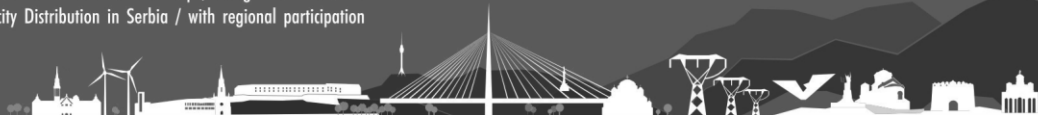
SIMPLE AND EFFECTIVE SOLUTION FOR REHABILITATION OF CONDITIONS FOR VOLTAGE REGULATIONS IN DISTRIBUTION NETWORK

Aleksandar LEMEZ, Energo-Group d.o.o, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
Aleksandra SIMOVIĆ, Faculty of Electrical Engineering, University of East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

In contemporary society, life without electricity cannot be imagined. Electricity is produced in power plants, then transferred via high-voltage networks over greater or lesser distance, while distribution networks direct the electricity via a series of distribution transformers of medium-voltage and low-voltage networks to its final destination - consumers. Electricity prices must meet the appropriate quality standards (EN 50160), while on the other hand, a distributor must take into account the economic parameters of cost-effectiveness of investing. Distribution of electricity in newly condensed consumer areas (urban areas) is not a problem both in terms of quality of delivered electricity and in terms of cost-effectiveness of investment operations. Distribution of electricity in dilute consumer areas (small villages), as well as in areas with such an electricity infrastructure in which the quality of supplied electricity comes out of the EN 50160 standard is a problem in terms of profitability of the investment project and, as such, causes dissatisfaction among consumers, while among distributors it causes both generator losses and inefficiency of the system (ie, useless power facility). In the first place, it means that the farthest consumers of associated substations are subjected to poor quality of delivered electricity.

The classical method to improve the quality of electricity supply on the existing infrastructure involves: increase of voltage on the corresponding transformer stations from 10/0.42 kV to 253V, increase in cross-sectional areas of conductors - by installing conductors with larger sections or by conducting parallel conductors, then increase in cross-sectional areas of conductors and installation of capacitor banks as well as the construction of a medium-voltage power line with corresponding substations of 10 (20) /0.42 and 50 kVA. This paper will show a new method of "VROT-18" system with a corresponding device that has the same efficiency as the substation of 10/0.42 kV has, except that it uses power from the existing low-voltage power line. The system of this operation is not based on raising the voltage but on the load balancing, and with its convenient fit it eliminates harmonic distortions generated by consumers at the section of the low-voltage power line which is supplied by "VROT-18" system. On the other hand, it increases the selectivity and the sensitivity of reactions protection. "VROT-18" system is installed on the section of the low-voltage power line where the quality of electricity comes out of the EN 50160 standard. By applying the "VROT-18" system it is possible to achieve cost savings in investment from 60% to 700% depending on the construction plan.

Key words: distribution network, rehabilitation of conditions for voltage regulations, new technology, standardized nominal voltage.



SAVREMENI UREĐAJI U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Dušan OBRADOVIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

U poslednjih dvadesetak godina su se pojavili savremeni materijali i izvedbe uređaja koji su u elektrodistributivnoj delatnosti našli primenu. Ovi materijali i izvedbe uređaja su uticali na značajno smanjenje mogućnosti zagađenja životne sredine, na povećanje pouzdanosti opreme i na značajne uštede. Ovde će biti razmotreno nekoliko materijala i izvedbi uređaja. To su vakuumaska tehnologija kod sredjenaponskih prekidača i regulacionih sklopki pod opterećenjem, SF6 tehnologija kod električne opreme, silikon-kompozitni izolatori, suvo punjenje provodnih izolatora kapacitivnog tipa, suvi transformatori i transformatori sa uljnopapirnom izolacijom impregnirani uljem biljnog porekla. Prikazana je prethodna tehnologija i upoređena sa savremenim materijalom ili tehnološkim rešenjem i dobitima u zaštiti životne sredine, pouzdanosti i uštedi. Pored prednosti prikazani su nedostaci i ograničenja nekih savremenih materijala i rešenja.

Ključne reči: Materijali, Vakuum, SF6, Silikon, Kompozitni, Izolator, Uređaj, Vakuum, Tehnologija, Zaštita, Životna, Sredina, Pouzdanost, Ušteda.

MODERN DEVICES IN DISTRIBUTION NETWORK

At last twenty years modern materials and devices appear. They found appliance in distribution of electric energy. These materials and devices had significant influence in reduction of possibility to pollute environment, in increasing reliability and device quality and in significant savings. Several materials and devices were considered. These are vacuum technology at middle voltage circuit breakers and on load tap changers, SF6 technology for electrical equipment, silicon-composite insulators, dry filling of bushing of capacitive type, dry transformers and transformers with oil impregnated paper insulation filled with vegetable oil. Previous technology is showed and compared with modern material or technological solution and advantages in environment protection, reliability and savings. Beside advantages shortages and restrictions of some of modern materials and solutions are showed.

Key words: Material, Vacuum, SF6, Silicon, Composite, Insulator, Device, Technology, Protection, Environment, Reliability, Savings

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



I-1.05

POLUPROVODNIČKI TRANSFORMATOR KAO REŠENJE ZA PAMETNE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Đorđe MARJANOVIĆ, Visoka tehnička škola strukovnih studija Požarevac, Srbija
Zoran JEREMIĆ, EPS Snabdevanje, Srbija

Energetski transformator ima nezamenljivu ulogu u procesu distribucije električne energije. Njegova konstrukcija se sastoji od gvođenog jezgra na kome se nalaze namotaji od bakarnih ili aluminijumskih provodnika i sve to zajedno je potopljeno u sud ispunjen mineralnim uljem koje istovremeno služi i kao rashladna tečnost i kao dielektrik odnosno izolator. Savremeni Smart grid distributivni sistemi i sve veći broj distribuiranih izvora priključenih na distributivnu mrežu, podstiču na razmišljanje o upotrebi nove vrste transformatora razvijene na bazi energetske elektronike pod nazivom Solid State Transformer (SST). Osnovne karakteristike SST-a su da nemaju jezgro ni namotaje, da imaju samoregulaciju napona i mogućnost da otklone probleme kvaliteta električne energije. U prvom delu rada je predstavljena osnovna struktura i moguće konfiguracije SST-a, njegova funkcionalnost i primenljivost u distributivnoj mreži dok drugi deo rada poredi SST sa klasičnim energetske transformatorom u nameri da predoči sve prednosti i mane SST-a.

Ključne reči: distributivne mreže, energetska elektronika, Solid State Transformer, HV/MV/LV veza, energetske transformator.

SEMICONDUCTOR TRANSFORMER AS A SOLUTION FOR SMART DISTRIBUTION NETWORK

Power transformer has a key role in the distribution of electricity. Its structure consists of an iron core that includes the windings of copper or aluminum conductors and all together is submerged in a tank filled with mineral oil, which also serves as a coolant and as a dielectric or insulator. New Smart grid distribution systems and the increasing number of distributed sources connected to the distribution network, encourage reflection on the use of new types of transformers developed based on power electronics called Solid state transformer (SST). Basic characteristics of SST that they have no core windings, to have self-regulation voltage and the opportunity to eliminate the problems of power quality. The first part presents the basic structure and the possible configurations of SST, its functionality and applicability in the distribution network, while the second part of the paper compares SST with conventional power transformer in order to present all the advantages and disadvantages of SST.

Key words: distribution networks, power electronics, solid state transformer, HV/MV/LV connections, power transformer.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



I-1.06

UTICAJ KONSTRUKCIJE I USLOVA POLAGANJA NA STRUJNO OPTEREĆENJE KABLOVSKOG VODA

Ana ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Srbija
Jelena STANOJEVIĆ, Global Substation Solutions, Srbija

Termički dozvoljena struja kabla u stacionarnom režimu određena je trajno dozvoljenom temperaturom provodnika. Pri određivanju ove struje moraju se pored karakteristika kabla uvažiti i uslovi u sredini koja ga okružuje. U radu je analiziran uticaj geometrijskih i fizičkih karakteristika kabla, kao i uslova polaganja kabla na mogućnost strujnog opterećenja. Za proračun strujnog opterećenja korišćen je matematički model koji obuhvata proračun temperature provodnika, njegove električne otpornosti, termičkog otpora i električnih gubitaka elemenata kabla. Demonstrirana je primena predstavljenog modela na primeru praktičnog kablovskog sistema.

Ključne reči: Kablovski vod, parametri kabla, uslovi polaganja, strujno opterećenje.

THE INFLUENCE OF THE DESIGN AND LAYING CONDITIONS ON THE CURRENT RATING OF CABLES

The current rating of cables in steady state is determined by permissible continuous temperature of the conductor. When determining this current must be taken into account characteristics of the cable and the conditions in the environment that surrounds it. This paper analyzes the impact of geometrical and physical characteristics of the cable, as well as the conditions of laying on the current rating of cables. Calculation is made using a mathematical model which includes calculation of the conductor temperature, its electrical resistance, thermal resistance and electrical losses of cable elements. Use of the presented model is demonstrated in the case of a practical cable system.

Keywords: Cable, cable parameters, conditions of laying, current carrying capacity.



I-1.07

TRANSFORMER AND SWITCHGEAR OUTER CONE BUSHINGS AND CABLE CONNECTION EQUIPMENT FOR 72,5 kV

J. GERLITZ, G. WEISS

Nexans Power Accessories Germany GmbH, Germany

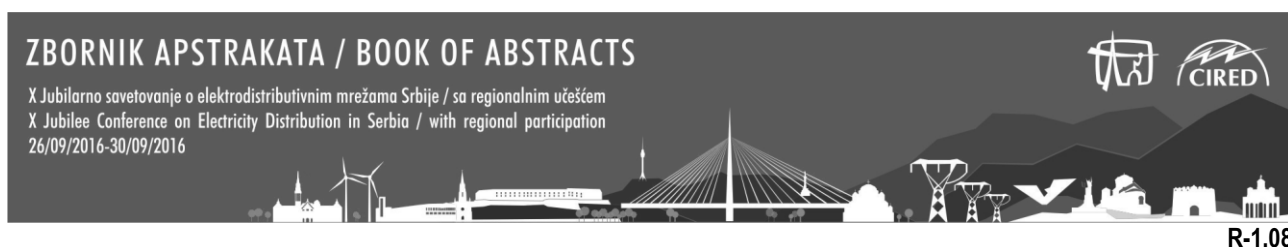
As renewable energy is continuing to grow, the question of an economical power supply becomes more and more important. Usually wind turbines are connected to a wind farm power collection point which is then connected to the shore connection point. One of the major planning topics of the energy transportation is to keep the energy losses on the lowest possible level. With regards to the costs of transport losses and the high distances between the off-shore wind farm and the shore connection point it is a clear advantage to transport energy on high voltage level. Therefore the by the wind turbine produced medium voltage is usually collected and converted to high voltage level. This to perform is linked to high cost equipment.

To avoid additional cost by equipment or energy losses, transformer and switch gear OEM's have presented a solution to place equipment directly to the wind turbine working on voltage level $U_0 / U (U_{max})$ 36 / 60-69 (72,5) kV instead of

19 / 33 (36) kV. Due to cost reduction it has been decided to connect that equipment to the cable system via outside cone bushing which are well known from CENELEC EN 50180 / 50181 standard, geometrically based on the "F" cone type today standardized up to (U_{max}) 52 kV. The next step will be to bring the 72,5 kV bushing also into a CENELEC standard.

The idea for 72,5 kV bushings has forced the accessories industry to develop the necessary cable connection equipment like T-connector, coupling connector and surge arrester for $U_0 / U (U_{max})$ 36 / 60-69 (72,5) kV which are available today. In some wind parks the first transformers and switchgears are already in service to collect long term field experience.

Key words: Transformer, switchgear, medium voltage, high voltage, wind turbines, connector, surge arrester.



R-1.08

ПОЈАВА ПРЕНАПОНСКИХ ИМПУЛСА ПРИ МАНИПУЛАЦИЈАМА РАСТАВЉАЧЕМ У ГАСОМ ИЗОЛОВАНОМ ПОСТРОЈЕЊУ ТС 110/35kV „ВРЕОЦИ“

Д. РИСТИВОЈЕВИЋ, ЈП ЕПС, С. ВУКОВИЋ, В. ПАЈИЋ
ЈП ЕПС, РБ Колубара, Република Србија

Неуобичајена појава склопних пренапона, при манипулацијама растављачем у SF₆ постројењима, изазива посебну пажњу, с обзиром да се због вишеструког паљења и гашења електричног лука формирају импулси трајања реда наносекунди (nsec), доста високог градијента.

Пренос пренапонског таласа, кроз металне масе постројења, врши се поред галванског, индуктивног и капацитивног, и антенским путем уз појаву учестаности до реда 150 MHz.

На површинама са изједначеним потенцијалом за $f=50$ Hz, јављају се пренапонски таласи реда (15-20) kV при учестаности од $f=150$ MHz, тако да се галванско спајање металних површина мора извести на што краћим растојањима. Јавља се и негативан утицај на секундарној страни (мерна и заштитна кола).

Дакле, ово је сложена појава и завређује дужно поштовање и озбиљан приступ.

Кључне речи: пренапон, манипулација, потенцијал.

OVERVOLTAGE DURING MANIPULATION ON SWITCH DISCONNECTOR IN GAS INSULATED SUBSTATION "NOVI KALENIC" 35/20KV

Dragan RISTIVOJEVIC, Snežana VUKOVIC, V. PAJIĆ, MB "Kolubara", Serbia

The unusual phenomenon of switching overvoltage, during manipulation of disconnecter in SF6 substations, draws special attention due to multiple electrical arc ignitions and extinguishing which generates high gradient nanosecond-order pulses.

Overvoltage wave is carried through the metal parts of switchgear not only by galvanic, inductive and capacitive way, but also through antennas, with frequencies up to 150 MHz.

On equipotential areas with $f=50$ Hz, overvoltage waves appear with magnitude 15-20 kV at $f=150$ MHz, so galvanic coupling of metal parts must be as short as possible. Also, negative impact on secondary side (measuring and protection equipment) must be considered.

Therefore, this phenomenon is very complex and requires respectful and serious approach.

Key words: overvoltage, manipulation, potential.



INDEKSIRANJE STANJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA KAO ALAT UPRAVLJANJA RESURSIMA

D. ILIĆ, J. LAZIĆ

Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Srbija, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija

V. VASOVIĆ, B. PEJOVIĆ, Đ. JOVANOVIĆ, J. LUKIĆ, S. MILOSAVLJEVIĆ

Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Srbija

Održavanje velikog broja energetskih transformatora (ET) predstavlja izuzetan logistički i tehnoeкономski poduhvat, naročito u pogledu realizovanja različitih mera uštede uz povećanje pouzdanosti i raspoloživosti. Planiranjem preventivnih i korektivnih mera, koje je potrebno realizovati, na velikom broju ET postavlja se izuzetno važan optimizacioni zadatak pred sektor za održavanje koji moraju blagovremeno i na adekvatan način rasporediti raspoloživa sredstva. Informacija o stanju, pogonskoj spremnosti, odnosno neophodnim intervencijama, kao i potrebama za nabavku ET je pri tome od velikog značaja. U radu je predstavljena ideja uprošćenog prikaza stanja ET uvođenjem numeričke vrednosti kojom se kvantifikuje trenutno stanje ET, pogodno nazvane indeks zdravlja transformatora.

Metodologija predložena u radu podrazumeva pre svega izdvajanje ključnih elemenata transformatora, tj. funkcionalnih podsistema i dodelu težinskog faktora svakom od elemenata. Težinski faktor određuje jačinu uticaja ocene svakog ključnog elementa na konačni indeks zdravlja transformatora. Ocena ključnog elementa (indeks zdravlja elementa) formira se na osnovu ocene jedne ili grupe izabranih hemijskih i/ili električnih metoda ispitivanja, uz poštovanje težinskih faktora koji su dodeljeni i svakoj pojedinačnoj metodi kako bi ocena elementa bila što preciznija. Ocene hemijskih i električnih ispitivanja su prevedene sa opisnih na brojčane vrednosti od 0 do 3, uz uvažavanje postojećih standarda i ekspertskog iskustva. Kao konačan proizvod dobija se procena stanja ET na skali od 0 do 3, odnosno od 0 do 100%.

U radu su predložene mogućnosti uvođenja indeksa zdravlja (IZ) kao statističkog alata, uz osvrt na njegovu poziciju u strukturi upravljanja osnovnim sredstvima i analizi rizika eksploatacije. Prikazane su osnovne specifičnosti IZ, način izračunavanja i ukazano

je na poteškoće na koje se nailazi pri indeksiranju transformatora u distributivnoj mreži Srbije i načine na koje su ove poteškoće u datim uslovima prevaziđene. Osim toga, u radu su date preporuke za dalju implementaciju IZ u upravljanju osnovnim sredstvima.

Ključne reči: Indeks zdravlja, Energetski transformator, Upravljanje resursima, Procena stanja, Dijagnostika.

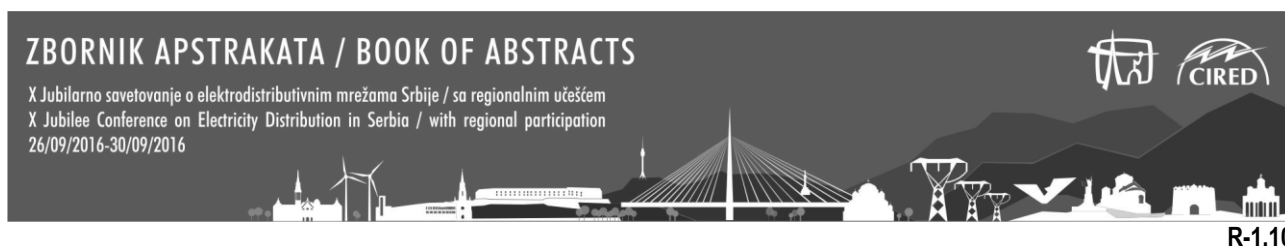
POWER TRANSFORMER CONDITION INDEXING AS A ASSET MANAGEMENT TOOL

Maintaining a large number of power transformers (PT) is a laborious logistical and techno-economic project, especially in terms of realization of various cost-saving measures. Corrective measures planning which is needed to be implemented on a large number of PT's raises extremely important optimization task in front of the resource management sector who must promptly and adequately allocate the necessary funds. Information about the condition, operational readiness and the necessary investments in PT's are thereby of a great significance. The paper presents the idea of a simplified presentation of the condition of PT's introducing numerical values which quantify the current state of every PT, appropriately called Health Index of the transformer.

The methodology proposed in this paper implies determination of the PT's key elements, i.e. functional subsystems and weighting factor allocation to each of the elements. The weight factor is determined by the impact on assessment of each essential element in the final Health Index. Rating key element is based on one or a group of selected chemical and/or electrical test methods, with respect to the weighting factors which are allocated for every single method in order to estimate the element as accurate as possible. With respect to the existing standards and experience, chemical and electrical test marks have been transferred from the descriptive to the numerical values in the scale from 0 to 3. Evaluation of the PT's operational readiness on a scale of 0 to 3, or from 0 to 100%, is obtained as a final product.

The possibility of introducing Health Index (HI) as a statistical tool, basic specificity of the HI, the method of calculation pointing to the difficulties encountered during the indexing of transformers in the domestic power distribution companies with recommendations for further implementation and development of resource management are presented.

Key words: Health Index, Power transformer, Resource Management, Condition Assessment, Diagnostics.



STRUKTURA JEDNOPOLNIH „H“ ŠEMA TRANSFORMATORSKIH STANICA VISOKI/SREDNJI NAPON U „EPS DISTRIBUCIJA“ I PREDLOZI ZA NJIHOVU REKONSTRUKCIJU

D. PERIĆ, Vapos, Valjevo, Srbija
M. TANASKOVIĆ, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija
V. KRNAJSKI, JP „Elektromreža Srbije“, Beograd, Srbija

Operator distributivnog sistema Republike Srbije preuzima električnu energiju iz prenosne mreže preko transformatorskih stanica visoki/srednji napon. Tokom 2013. godine znatan deo transformatorskih stanica je prešao iz vlasništva operatora prenosnog sistema u vlasništvo operatora distributivnog sistema, čime se javila potreba za sagledavanjem trenutnog stanja i unifikacijom jednopolnih šema. Analizirane su jednopolne „H“ šeme svih transformatorskih stanica visoki/srednji napon, sa aspekta pouzdanosti napajanja potrošača. Sistematski je izvršena je podela i sortiranje jednopolnih „H“ šema po grupama i dati karakteristični pokazatelji pouzdanosti. Sagledane su mogućnosti za unapređenje pouzdanosti postojećih „H“ šema i dat predlog za njihovu standardizaciju.

Ključne reči: operator distributivnog sistema, pouzdanost, transformatorske stanice VN/SN, H šema, unifikacija.

STRUCTURE OF SINGLE LINE DIAGRAM OF HV/MV SUBSTATIONS IN "EPS DISTRIBUCIJA" AND PROPOSALS FOR THEIR RECONSTRUCTION

Distribution System Operator of Republic of Serbia is biggest electric energy consumer connected to transmission network of Serbia through substations high voltage/medium voltage. During year of 2013. many substations changed ownership, and has been taken by Distribution System Operator. Variety of single line diagram of substation with „H“ scheme has become the motive for reliability analysis which is discussed in this paper. All „H“ schemes were collected, selected, analysed and classified into groups using reliability criteria. Using the principle of unification it is suggested how to improve existing schemes regarding reliability, and to introduce the standardization for „H“ schemes.

Keywords: Distribution System Operator, Reliability, HV/MV substation, Single Line Diagram, „H“ scheme“, unification.

REKONSTRUKCIJA TS 20/0,4kV TIPA "LIMENA - BLINDIRANA" U UŽEM GRADSKOM JEZGRU NA PODRUČJU OGRANKA ARANĐELOVAC

Dejan PETROVIĆ, JP EPS Tehnički odsek Aranđelovac, Srbija

Goran ŽIVKOVIĆ, JP EPS Tehnički odsek Aranđelovac, Srbija

Ivan MIHAJLOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogranak Aranđelovac, Srbija

Na području Ogranka Aranđelovac prisutno je više objekata TS 20/0,4kV tipa "limena - blindirana" u užem gradskom jezgru. Trafo-stanice su starije gradnje, proizvedene 70-ih godina prošloga veka, sa dotrajalom konstrukcijom (građevinskim delom) i dotrajalom rasklopnom opremom na srednjenaponskoj strani. Trafo-stanice TS 20/0,4kV "Soliter" i TS 20/0,4kV "Oklopna" su locirane u zoni stambenih objekata kao i gradske uprave Opštine Aranđelovac, predviđene su za priključenje podzemnih SN kablovskih vodova 20kV i rad u prstenastoj SN kablovskoj mreži 20kV. Postojeća rasklopna oprema u TS 20/0,4kV (pre rekonstrukcije) su bili rastavljači, karakteristika 24kV / 630A, koji su zastareli, sa delom neispravnim polužnim pogonom i oslabljenim izolacionim karakteristikama. Prilikom donošenja odluke o rekonstrukciji TS 20/0,4kV vodilo se računa o vremenskom trajanju radova, vremenu isključenja za vreme radova, lokaciji i prilazu postojećim trafo-stanicama, vrednosti utrošenog materijala i radova i funkcionalnosti objekata nakon rekonstrukcije. Prilikom izbora tehničkog rešenja vodilo se računa o gabaritima, zahtevanoj funkcionalnosti (koja je uslovljena položajem postojećih trafo-stanica u elektrodistributivnoj mreži), bezbednosti ljudi prilikom manipulacija i radova i mogućnosti daljinskog upravljanja trafo-stanicama. Izabrano je rešenje sa ugradnjom SN bloka (tip RMU) gde su sabirnice i rasklopna oprema izolovani SF6 gasom. Izabrani SN blok je sa rastavnim sklopkama nazivnog napona 24kV i nominalne struje 630A, odnosno 200A u trafo ćeliji. Trafo ćelija je opremljena rastavnom sklopkom sa špulnom za isključenje i prigrađenim osiguračima za zaštitu transformatora, tip VVC. Broj vodnih ćelija zavisi od položaja postojećih trafo-stanica u elektrodistributivnoj mreži i za TS 20/0,4kV "Soliter" je 3, a za TS 20/0,4kV "Oklopna" je 2. Broj transformatorskih ćelija je 1. Širina jedne vodne ćelije je (310 – 350) mm a transformatorske ćelije (350 – 430) mm, zavisno od proizvođača opreme. Priključenje SN kablovskih vodova vrši se preko izolovanih kablovskih adaptera. Prilikom ugradnje neophodno je bilo izvršiti zamenu veze od transformatora do trafo ćelije 20kV, kao i prilagođavanje i zamenu / popravku dotrajalih delova konstrukcije objekata trafo-stanica. Nakon rekonstrukcije objekata TS 20/0,4kV "Soliter" i TS 20/0,4kV "Oklopna", isti u svemu ispunjavaju zahteve TP Elektrodistribucije Srbije. Analiza treba da pokaže da odluka o izvođenju rekonstrukcije i izabrano tehničko rešenje imaju ekonomsku opravdanost i da je postignuto poboljšanje nekih karakteristika trafostanica 20/0,4kV nakon rekonstrukcije u odnosu na druga alternativna tipska rešenja (izgradnja novih objekata).

Ključne reči: rekonstrukcija, trafo-stanica, oprema, transformator.

RECONSTRUCTION OF TS 20 / 0,4 kV TYPE "TIN" IN THE CENTER OF CITY ON THE AREA BRANCH ARANĐELOVAC

In the area of Aranđelovac Branch there are several objects TS 20 / 0.4 kV type "tin - armored" in the city center. Substation are the older objects, produced the 70-ies of the last century, with worn-out structure (construction part) and worn-out equipment on the medium voltage side. Substation TS 20 / 0.4 kV "Soliter" and TS 20 / 0.4 kV "Oklopna" is located in zone residential buildings as well as the city of Aranđelovac township, are provided for the connection of underground MV cable lines 20kV and work in the ring MV cable network 20kV. The existing switching equipment in TS 20 / 0.4 kV (before reconstruction) were disconnectors, characteristics of 24kV / 630A, which have become obsolete, with partly faulty crank drive and weakened insulation characteristics. When making a decision on the reconstruction of TS 20 / 0.4 kV has taken account of the duration of work, time of exclusion during work, location and access to existing substations, the financial value of materials used and work and functionality after reconstruction. When selecting a technical solution takes into account the dimensions, the required functionality (which is caused by the position of the existing substations in the distribution network), security men during the manipulation and works and the possibility of remote control of substation. Chosen by the solution with the installation of MV block (type RMU) where the bus and disconnectors are insulated with SF6 gas. It was selected MV block with load break disconnectors rated voltage of 24 kV and rated current 630A, and 200A in the transformer cell. Transformer cell is equipped with a fuse switches to turn off the spool and fitted fuses for transformer protection, the type of VVC. Number of ring - main cells depends on the position of the existing substations in the distribution network, and in the TS 20 / 0.4 kV "Soliter" is 3, and TS 20 / 0.4 kV "Oklopna" is 2. Number transformer cell is 1. Width of a ring - main cell is (310 - 350) mm and the transformer cell (350 - 430) mm, depending on the equipment manufacturer. Connecting the MV cable lines is done through insulated cable adapter. When installing it was necessary replacement connection from the transformer to transformer

cell 20kV, as well as suiting and replacement / repair of worn parts of structures substation. After the reconstruction of objects TS 20 / 0.4 kV "Soliter" and TS 20 / 0.4 kV "Oklopna", the same in all perform the requirements of TP Electric Power of Serbia. Analysis should show that the decision on the reconstruction and the technical solutions chosen have economic validity of investments, as well as improving some performance of the substations 20 / 0.4 kV after reconstruction in comparison to other alternative typical solutions (construction of new objects).

Key words: reconstruction, substations, equipment, transformer.



I-1.12

REMONT 110 kV SF6 POSTROJENJA

Marko AKSENTIJEVIĆ, Nenad STOJANOVIĆ, Svetlana MEDO
PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

Dinamičan razvoj Beograda, od druge polovine prošlog veka, postavio je tada pred elektroinženjere beogradske distribucije pitanje kako obezbediti izvor napajanja električnom energijom – značajnijeg kapaciteta, na malom prostoru, u urbanim delovima grada. Odgovor su našli u primeni novih tehnoloških rešenja koja su se zasnivala na odličnim izolacionim svojstvima SF6 gasa.

Danas, nakon 35 godina od puštanja u rad prva dva 110 kV postrojenja izolovana SF6 gasom (GIS) u dve distributivne transformatorske stanice naponskog nivoa 110/10 kV, njihov kapitalni remont postao je prioritetan zadatak stručnih službi Elektro distribucije Beograd. Izabran je odgovarajući nivo remonta (program M4), prema preporuci proizvođača postrojenja.

U periodu od dve godine, remont istog obima izvršen je sukcesivno u još četiri transformatorske stanice naponskog nivoa 110/10 kV u kojima su 110 kV SF6 postrojenja puštena u rad nekoliko godina nakon prethodno dva navedena. Nakon ovakvog pristupa, da se u relativno kratkom vremenskom periodu izvrši remont koji obuhvata praktično sva 110 kV SF6 postrojenja na najvišem naponskom nivou u distributivnoj mreži beogradskog konzuma, očekuje se značajno produženje pouzdanog rada predmetnog dela sistema. Ranija istraživanja o visokonaponskim postrojenjima izolovanim SF6 gasom ukazuju na to da je njihov očekivani servisni životni vek oko 50 godina. Posle remonta izvršenog na način prikazan u ovom članku, očekuje se da će životni vek predmetnih postrojenja bitno preći očekivani rok.

Cilj ovog članka je da prikaže sadržaj remonta navedenih šest 110 kV SF6 postrojenja i da ukaže na bitne smernice u procesu njihovog održavanja i nadgledanja. Pored redovno predviđenih radova programom M4, potrebno je u ograničenom vremenskom roku, otkloniti sve uočene nedostatke na osnovu ograničenog broja i vrste podataka iz arhive vođene više od 30 godina, kao i kvarove zatečene tek po otvaranju elemenata postrojenja. Zbog svega navedenog veoma je važno ispravno i redovno voditi evidenciju o svakom događaju i nedostatku u 110 kV postrojenju izolovanom SF6 gasom.

Ključne reči: 110 kV postrojenje izolovano SF6 gasom, remont, održavanje, evidencija.

OVERHAUL OF 110 kV SF6 SWITCHGEAR

The dynamic development of Belgrade, during the second half of the last century, put at that time in front of electrical engineers of Belgrade Electric Utility Company question how to ensure the power supply - of a significant capacity in a small space in the urban parts of the city. The answer was found in the application of new technological solutions that were based on the excellent insulating properties of SF6 gas.

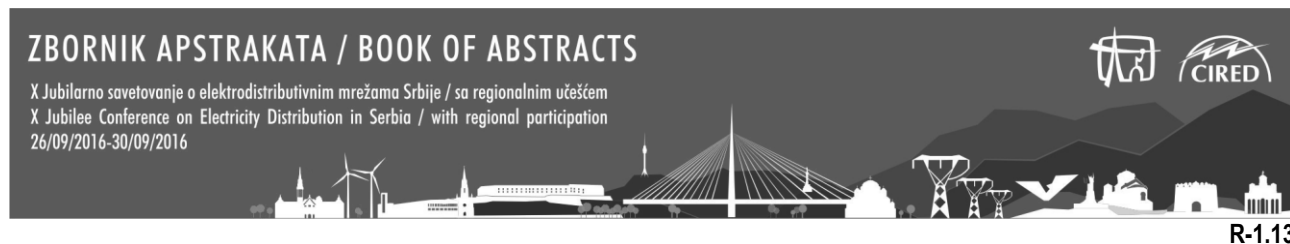
Nowadays, after 35 years of the installation the first two 110kV switchgears insulated with SF6 gas (GIS), in two 110/10kV distribution substations, overhaul of these switchgears became the first priority of competent departments of Belgrade Electric Utility Company. Inspection program M4 was chosen by recommendation of equipment manufacturer.

During two years, beside the overhaul in the two above mentioned substations, the same level of reconditioning was conducted respectively in another four 110/10kV substations. After such approach, to accomplish the overhaul of practically all 110kV SF6 switchgears at the highest voltage level of Belgrade Electric Utility consumption, it is expected that reliability of this part of the system will be significantly improved. Previous researches on high voltage switchgears insulated with SF6 gas indicate that their expected service lifetime is about 50 years. After overhaul performed as shown in this article, it is expected that the life of the switchgears will greatly exceed the expected deadline.

The aim of this article is to present the content of the works performed during the overhaul of these six switchgears and to present crucial guidelines in process of maintenance and monitoring. Apart from works comprised by M4 program, it is necessary to fix all

failures according to the information from the limited sources recorded in more than last 30 years, and to fix failures detected immediately after opening of switchgear components. Consequently, it is of the big importance to record very thoroughly and regularly all the events that take place in 110kV SF6 GIS switchgear.

Key words: 110 kV switchgear insulated with SF6 gas, overhaul, maintenance, record.



ANALIZA SADRŽAJA GASOVA RASTVORENIH U ULJU – ZNAČAJ U DIJAGNOSTICI POGONSKOG STANJA TRANSFORMATORA

V. VASOVIĆ, D. MIHAJLOVIĆ, J. JANKOVIĆ, K. DRAKIĆ, J. LUKIĆ,
Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, Srbija

Analiza sadržaja gasova rastvorenih u ulju, vrlo je često prvi pokazatelj da je u transformatoru prisutan kvar, kao i kolika je ozbiljnost kvara. Stoga se gasnohromatografska analiza ulja već decenijama uspešno koristi kao dijagnostički alat za ocenu ispravnosti transformatora u pogonu. Pored razmatranja apsolutnih vrednosti izmerenih koncentracija svakog pojedinačnog gasa i karakterističnih odnosa gasnih parova, za procenu ozbiljnosti kvara i urgentnosti primene korektivnih mera, od velike je važnosti pratiti i veličine poput dnevnih brzina porasta koncentracija svakog pojedinačnog gasa, ukupnog stepena zasićenja ulja gasovima i ukupnog sadržaja zapaljivih gasova u ulju. Kod kvarova gde je proradila neka od zaštita, od velike je koristi vršiti analizu uzoraka ulja uzetih iz više nivoa, kao i analizu ulja i gasa iz buholc releja. Na osnovu ovih podataka moguće je definisati lokacije kvara i proceniti brzinu i intenzitet razvoja kvara. Kod kvarova sa atipičnom šifrom kvara, kao i prilikom izdvajanja velikih količina vodonika i nižih zasićenih ugljovodonika (metana, etana) uputno je uraditi i test gasiranja ulja (eng. „*stray gassing*“) čime se utvrđuje sklonost konkretnog ulja ka stvaranju pomenutih gasova.

Kroz primere iz prakse, u radu je objašnjen princip ekspertске dijagnostike pogonske ispravnosti transformatora na osnovu gasnohromatografske analize ulja. Prikazan je način izračunavanja stepena zasićenja ulja gasovima i ukupnog sadržaja zapaljivih gasova u ulju. Takođe, kroz konkretne primere, objašnjeno je kako temperaturne oscilacije tokom dana mogu uticati na stepen zasićenja ulja gasovima i izazvati proradu buholc alarma i koliko prekomerno rastvaranje zapaljivih gasova u ulju može sniziti tačku paljenja ulja i dovesti do havarije.

Ključne reči: gasnohromatografska analiza, dijagnostika stanja transformatora, stepen zasićenja ulja gasovima, zapaljivost gasova, gasiranje ulja.

DISSOLVED GAS ANALYSIS – IMPORTANCE IN DIAGNOSTIC OF TRANSFORMER CONDITION

Dissolved gas analysis (DGA) of transformer oil is very often the first indication that the fault is present in the transformer, and can be used for prediction of the severity of the fault. Therefore, the gas chromatographic analysis of oil has been used as a diagnostic method for a long time, to determine the conditions of transformers in service.

In order to evaluate severity of the fault, risks of a failure and the urgency of the application of corrective actions, besides diagnostics of fault type based on key gas ratios, of great interest is to monitor rate of fault gases increase, total gas saturation level of oil and the total combustible gases dissolved in the oil. In the cases when transformer tripped off it is useful to perform analysis of oil samples from several levels of transformer, as well as analysis of oil and gas from Buchholz relay. Based on these data it is possible to define the location of faults and to estimate the rate and intensity of development fault. In the case of faults with atypical fault code, as well as in the case of abnormal generation hydrogen and/or lower hydrocarbon gases (methane, ethane), it is advisable to perform Stray gassing test which identifies the tendency of oil to create such gases.

This paper describes the principle of expert diagnostic based on dissolved gas analysis applied in transformers condition assessment. The method for calculation of gas saturation level of oil and the total dissolved combustible gas in the oil is also shown in this paper. Through case studies, it was explained how temperature fluctuations during the day can affect the gas saturation level of oil and trigger of the Buchholz alarm and how excessive amount of combustible gases in the oil can decrease flashpoint of the oil and lead to accident.

Key words: DGA, transformer condition assessment, gas saturation level of oil, the total dissolved combustible gas in the oil.

NAČINI SANACIJE TEMELJA DALEKOVODNIH STUBOVA UGROŽENIH KLIZIŠTIMA

Dževad IMŠIROVIĆ, Almir TOKIĆ, Irma BEGIĆ

„Elektroprenos BiH – Elektroprijenos BiH“ a.d. Banja Luka, Bosna i Hercegovina

U radu se na temelju višegodišnjih iskustava u sanaciji stubova neposredno ugroženih klizištima daju načini sanacije: zahvatima, odnosno intervencijama na temeljima samih stubova i okolini stubova. Obzirom da smo često iz različitih razloga prinuđeni da zadržavamo postojeće trase dalekovoda i mikrolokacije samih stubova, pogotovo u naseljenim mjestima, a koji se već nalaze u klizištima i trpe ili su pretrpjeli manje ili veće deformacije, daju se tehnička rješenja na postojećim mikrolokacijama. Na raščlanjenim temeljima stubova u cilju stabilizacije i zadržavanja temelja, i samog stuba u novonastalim uslovima preduzimaju se mjere pojačanja temelja stubova, koje treba da uspješno trpe novonastala opterećenja, a što se postiže jednom od sljedećih mjera, ili kombinacijom više mjera istovremeno :

- produbljavanjem postojećih temelja stubova do supstrata/izrada novih temelja stubova na kontraforima u supstratu;
- ukrućivanje postojećih temelja armiranobetonskim gredama;
- izrada armiranobetonskog potpornog zida ili armiranobetonskih greda na kontraforima;
- izrada dodatnih armiranobetonskih greda za povezivanje temeljne konstrukcije i armiranobetonskog zida,
- dok se same okoline temelja stubova:
- dreniraju drenažnim kanalima uz kontrolisano odvođenje prikupljene vode.

Načini sanacija i skup potrebnih mjera određuje se na temelju obima deformacija, odnosno stanja temelja stuba, te na temelju inženjerskogeoloških podloga (istražne bušotine i sl.), dinamike klizišta, i drugih uslova na terenu.

Stečena iskustva u proteklih 15-ak godina na većem broju stubova dobra su podloga u predlaganju mjera na izmjenama u temeljenjima samih stubova na uslovno stabilnim terenima.

Ključne riječi: sanacija, stubovi, armiranobetonske grede, kontrafori.

METHODS OF RECONSTRUCTION THE FOUNDATIONS OF TRANSMISSION TOWERS THREATENED BY LANDSLIDES

The paper presents methods of reconstruction based on long term experience in the repair of transmission towers directly threatened by landslides. It provides the reconstruction methods: procedures or interventions on the foundations of the transmission towers as well as the place around the transmission towers. Since we are often forced to keep the existing transmission line and micro-location of the transmission towers, especially in the urban areas, which are already affected by landslides and suffer or have suffered from smaller or larger deformation, the paper presents technical solutions for existing micro-locations. On articulated foundation of transmission towers in order to stabilize and keep the foundation so as the transmission tower, the new conditions require to take measures for strengthen the foundation of the transmission tower, which shall to successfully endure the new load, which is achieved by one of the following measures, or a combination of measures at the same time:

- deepening the existing foundation of the transmission towers to the substrate/making a new foundation on the counterfort of the substrate;
- bracing the existing foundations by reinforced-concrete beams
- production of reinforced-concrete retaining wall or reinforced-concrete beams on the counterfort,
- production of additional reinforced-concrete beams for connecting basic structure and reinforced-concrete wall,
- while the place around the foundation of transmission towers is:
- Drain by the drainage channels with controlled drainage of collected water.

Methods of recovery and set of the necessary measures shall be determined based on the extent of deformation, or condition of the foundations, and on the basis of geological substrate (exploration of the borehole, etc.), dynamics of landslides, and other conditions on the ground.

Experience in reconstruction, on a huge number of transmission towers in the last 15 years, represent a good basis in suggesting measures for modification of foundation on conditionally stable terrains.

Key words: sanation, transmission towers, reinforced-concrete beams, counterfort.

NORMALNI I HAVARIJSKI POGON U KABLOVSKOJ MREŽI 110 kV

M. TANASKOVIĆ, PD „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

Koncepcija napajanja gradova električnom energijom podrazumeva izgradnju izvornih transformatorskih stanica vrlo visoki napon (400 kV) na visoki napon (110 kV) obično na periferiji (ruralnom delu) gradske zone. Prenos snage do urbanih gradskih zona, sa velikom površinskom gustinom opterećenja, neminovno se zbog urbanističkih zahteva mora realizovati kablovskim vodovima 110 kV. Napajanje transformatorskih stanica visoki napon (110 kV) na srednji napon (10 kV ili 20 kV) predviđeno je konceptom tipskog tehnički modul za oblikovanje mreže 110 kV.

U prošlosti, različiti cenjeni analitički pristupi su bili posvećeni razmatranju ustaljenoj cikličnoj promeni opterećenja. U mnogim slučajevima u praksi, analitički pristupi obezbeđuju dobre odgovore. Ipak, idealizacije uvedene u modelovanju različitih konstrukcionih detalja i materijala, neminovne u analitičkim pristupima, odražavaju se donekle na dobijene rezultate. Detaljno modelovanje kablovskog rova obezbeđuje metoda konačnih elemenata. Model konačnih elemenata, za proračun strujnog opterećenja podzemnih kablova, uzima u obzir isušivanje zemljišta, odvođenje toplote pomoću strujanja sa površine zemlje i efekte zračenja i zagrevanja površine zemlje od Sunca.

Cilj ovog članka je da prikaže rezultate proračuna dozvoljenih strujnih opterećenja kablovskih vodova 110 kV sa dielektrikom od umreženog polietilena XHE 49-A 3x(1x1000 mm²) 110/64 kV za normalni i havarijski pogon za dnevni dijagram opterećenja sa faktorom opterećenja za zimski period $m=0,95$ i letnji period $m=0,89$. Dnevni dijagrami opterećenja su dobijeni za karakteristični dan u januaru i julu 2013. godine. Proračuni su urađeni metodom konačnih elemenata i analitičkim postupcima definisanim IEC i VDE Publikacijama.

Ključne reči: normalni pogon, havarijski pogon, kablovska mreža 110 kV.

NORMAL AND EMERGENCY OPERATION IN CABLE NETWORK 110 kV

The concept of supply cities with electricity involves building source substations extra high voltage (400 kV) to the high voltage (110 kV) usually on the periphery (a rural area) of city zones. Transmission of power to urban city zones, with high surface density loads, inevitably due to urban demands must be realized by 110 kV cable lines. Supply substations high voltage (110 kV) to the medium voltage (10 kV or 20 kV) provides concept of standard technical modules to create a network of 110 kV.

In the past, various valuable analytical approaches have been elaborated addressing the stationary cyclic variation of load. In most of the cases in practice, the aforementioned approaches provide good answers. However, the idealizations introduced in modeling various structural details and materials, inevitable in analytical approaches, reflect to some extent upon the obtained results. The finite element model, for the calculation of the loading capacity of underground cables, taking into account the soil drying out, heat transfer by convection from the soil surface and radiation and solar heating effects.

The aim of this article is to present the results of a calculation of allowed load current of cable lines 110 kV with dielectric of crosslinked polyethylene XHE 49-A 3x(1x1000 mm²) 110/64 kV for normal and emergency operation for the load curve with a load factor for the winter period $m = 0.95$ and summer time $m = 0.89$. Daily load curves were obtained for typical day in January and July 2013. Calculations were performed using finite element method and analytical procedures defined in IEC and VDE publication.

Key words: normal operation, emergency operation, cable network 110 kV.

**IZBOR OPTIMALNOG PRESEKA 110 kV KABLA U GRADSKOM PODRUČJU I ANALIZA
OPRAVDANOSTI PRIMENE CROSS BONDING-A**

Ivana MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, JP Elektromreža Srbije, Srbija
Mirko BOROVIĆ, JP Elektromreža Srbije, Srbija
Ivan MILANOV, Elektroistok projektni biro, Srbija

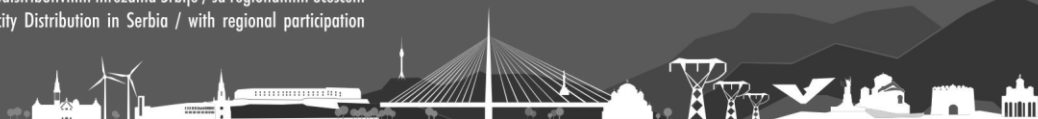
U radu će biti analizirane mogućnosti termičke opterećenosti 110 kV kabla postavljenog u zemlju u trouglastom snopu, u zavisnosti od poprečnog preseka kabla, kao i u zavisnosti od toga da li je primenjeno preplitanje električnih zaštita kabla (transpozicija - *cross bonding*). Sve analize biće urađene na primeru kabla 110 kV koji se primenjuje za napajanje distributivne transformatorske stanice, fizički locirane u gradskom centru gde se beleži tendencija rasta potrošnje električne energije. Biće proračunata maksimalna struja kojom se kabl može opteretiti, a da se pri tome ne prekorači granična temperatura kabla. U radu će biti opisan termički model kabla i biće izvršen proračun Džulovih gubitaka u samom kabl u stacionarnom stanju, gubici u metalnom omotaču usled cirkulacionih struja, kao i analiza uticaja *cross bonding*-a na ove gubitke. Takođe će se porediti Džulovi gubici u zavisnosti od poprečnog preseka kabla, i biće opisane mogućnosti smanjenja gubitaka sa povećanjem poprečnog preseka. Zatim će biti prikazani investicioni troškovi prilikom izgradnje u zavisnosti od poprečnog preseka kabla, kao i u zavisnosti od toga da li je primenjen *cross bonding*. Na kraju rada će biti izvedena tehno-ekonomska analiza i izbor optimalnog rešenja, pri čemu neće biti uzeti u obzir troškovi koji mogu nastati prilikom održavanja. U zavisnosti od rezultata tehno-ekonomske analize biće ispitana opravdanost primene *cross bonding*-a, kao i izbor optimalnog preseka kabla. Kriterijumi za izbor optimalnog rešenja su cena kabla, kablovskog pribora, građevinskih i elektromontažnih radova, maksimalno strujno opterećenje kabla i gubici u kabl u, kao i cena gubitaka u toku eksploatacije kabla.

Ključne reči: kabl, optimalni presek, strujno opterećenje, gubici u kabl u, *cross bonding*.

**CROSS BONDING-A / SELECTION OF THE OPTIMAL 110 kV CABLE CROSS SECTION IN CITY AREAS AND
ANALYZES JUSTIFICATION OF THE USAGE CROSS-BONDING**

This paper will describe the possibilities of thermal load of 110 kV cable which is laid into the ground, in trefoil formation, depending on different values of the cross section, and depending on whether cross-bonding has been applied or not. All analyzes will be carried on the example of cable 110 kV that is used to power distribution substation, physically located in the city center area where the tendency of consumption growth is recorded. In this paper maximum current of the cable will be calculated, provided that at this load cable reaches its maximum temperature. The paper will describe the thermal model of the cable. Calculation of Joule losses in the cable in a stationary state and losses in cable sheathing will be carried, and the effect depending on the use of cross-bonding will be analyzed on these losses. Joule losses will be compared depending on the cable cross section, and in paper it will be presented the possibility to reduce losses with increasing of cable cross section. Investment costs during construction, depending on the cross section of the cable, and depending on whether it is applied cross bonding will be shown. At the end of the paper it will be presented technical economic analysis and cost estimating and the choice of optimal solutions, except for costs for maintenance. Depending on the results of technical economic analysis will be questioned on whether it is necessary the application of cross-bonding and selection of the optimal cable cross-section. Criteria for selection of the optimal solution are the price of the cable, cable accessories, construction works, the maximum current of the cable and losses in the cable, as well as price losses during exploitation.

Key words: cable, optimal cross section, ampacity, losses in cable, cross bonding.

**SOPSTVENE I MEĐUSOBNE IMPEDANSE ELEKTROENERGETIKH KABLOVA**

M. STOJANOVIĆ, D. TASIĆ, N. CVETKOVIĆ
Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet Niš

U fazi projektovanja elektroenergetskih kablovskih vodova, kao i u fazi njihove eksploatacija od velikog značaja je poznavanje serijskih impedansi kablova (sopstvenih i međusobnih). Kao što je poznato sopstvene redne impedanse provodnika i metalnih omotača kablova predstavljaju sumu unutrašnje i spoljašnje impedanse, a određivanje svake od njih nosi određene poteškoće. Relacije za izračunavanje unutrašnje impedanse provodnika punog poprečnog preseka poznate su jako dugo, međutim potreba za prenosom što većih količina energije uslovlja je povećanje poprečnih peseka provodnika i do 3000mm², kao i unapređenje konstruktivnih realizacija provodnika. Kod ovih provodnika ne mogu se direktno primeniti relacije izvedene za provodnike punog poprečnog preseka. Osnovna poteškoća koja se javlja kod izračunavanja spoljašnjih sopstvenih i međusobnih impedansi je obuhvatanje zemlje kao povratnog puta. Relacije za izračunavanje impedanse povratnog puta kroz zemlju za poznatu frekvenciju poznate su gotovo ceo vek, međutim nisu pogodno za inženjerske proračune čak ni u današnje vreme pošto iziskuju izračunavanje modifikovanih Besselovih funkcija kompleksne promenljive i beskonačnih integrala koji nemaju rešenje u zatvorenom obliku već se moraju rešavati numerički. Da bi se izbegla numerička integracija razvijen je veći broj uprošćenih inženjerskih relacija. Ove relacije često se primenjuju bez poznavanja pretpostavki i zanemarenja pod kojima su izvedena, odnosno kolika je njihova tačnost. U ovom radu dat je pregled relacija za izračunavanje sopstvenih i međusobnih impedansi kablova, a na test primeru je pokazana njihova tačnost.

Ključne reči: Elektroenergetski kablovi, sopstvene i međusobne impedanse.

SELF AND MUTUAL IMPEDANCES OF POWER CABLES

Miodrag STOJANOVIĆ, Dragan TASIĆ, Nenad CVETKOVIĆ
Faculty of Electronic Engineering Nis

Having information about values of serial self and mutual impedance of cables is very important for design of power cable lines, as well as for their exploitation. Self impedances of conductor and metal sheath consist of their external and internal impedances and determining each of them includes certain difficulties. Equations for calculating internal impedance of the circular solid conductor are known for a long time. On the other hand requirement to increase current capacity of cables has implied using of new constructive solutions for conductors as well as an increasing conductor's cross-section up to 3000mm². For these conductors, earlier derived relations for circular solid conductors cannot be applied directly. The main problem in calculation of self- and mutual- external impedances is taking in consideration of the ground return path. Relations for calculation of ground impedance for chosen frequency are known for almost a century. However, they are not suitable for engineering calculations, since they require the computation of modified Bessel functions of complex variables as well as numerical calculation of infinite integrals that do not have a closed form solution. A large number of simplified engineering relations have been developed to avoid numerical integration. These relations are often used without knowing the assumptions and omissions under which they have been derived and how accurate they are. This paper provides an overview of the relations for calculation of cable self- and mutual impedances. The accuracy of relations is illustrated on a test example.

Key words: Power cables, self and mutual serial impedances.

**PRIMENA MODERNIH FEM SOFTVERA ZA ODREĐIVANJE
OTPORA UZEMLJENJA, NAPONA DODIRA I NAPONA KORAKA**Stevan STANIŠIĆ, Informatika AD, Srbija
Zoran RADAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

U poslednjih nekoliko godina moderna metoda konačnih elemenata (FEM) je postala pristupačna i postaje sve rasprostranjenija u rešavanju različitih inženjerskih problema. To je omogućeno pre svega razvojem moćnih računarskih resursa i razvojem softvera baziranih na metodi konačnih elemenata. Može se reći da je pojava ovakvih softvera doprinela velikom pomaku u raznim oblastima inženjerske prakse, jer je zasnovana na rešavanju osnovnih jednačina fizičkih procesa. Softveri bazirani na metodi konačnih elemenata su najčešće "multiphysics" tipa i njima se obično mogu rešavati različiti procesi (raspodela električnog i magnetnog polja, hidraulički problemi, prenos toplote, mehanika itd.). Time se u velikoj meri prevazilazi potreba za specijalističkim programima za pojedine inženjerske primene.

U ovom radu se prikazuje primena softvera na bazi metode konačnih elemenata na rešavanje raspodele potencijala u tlu u koje je postavljen uzemljivač. Osnovne veličine koje su od interesa za sisteme uzemljenja su: otpor uzemljenja, napon dodira i napon koraka. Kompaktan prikaz kompletne procedure kojom se postiže bezbednost pri nastanku zemljospoja u elektrodistributivnim mrežama se može naći u [1]. U ovom radu akcenat je na primeni FEM softvera za određivanje otpora uzemljenja i relativnu vrednost napona dodira i koraka u odnosu na ukupni potencijal uzemljivača u odnosu na udaljenu referentnu tačku (koeficijenti k_{dT} i k_{dS}).

U radu će se prikazati rezultati za nekoliko tipičnih realnih uzemljivača: cevni, konturni, kontura sa cevima i uzemljivačka pravougaona mreža. Prikazaće se rezultati za homogeno i dvoslojno tlo. Takođe, ilustrovaće se izgled raspodele potencijala i struje u okolnom zemljištu oko uzemljivača.

Cilj rada nije izvođenje jednostavnih, u praksi lako primenljivih formula, već prikaz ogromnih praktičnih mogućnosti koje pruža primena FEM softvera za rešavanje navedenih problema u oblasti sistema uzemljenja.

Ključne reči: Metoda konačnih elemenata, FEM, Otpor uzemljenja, Napon dodira, Napon koraka, Višeslojno tlo.

**APPLICATION OF MODERN FEM SOFTWARE TOOLS FOR DETERMINING
EARTHING RESISTANCE, TOUCH VOLTAGE AND STEP VOLTAGE**

In the last few years a modern finite element method (FEM) has become available and more widespread in solving various engineering problems. This is primarily the consequence of rapid appearance of computational resources and development of the software based on finite element method. The appearance of such software contributed to the major breakthrough in many areas of engineering, because it is based on solving the basic equations of physical processes. The FEM software is usually of "multiphysics" type, and FEM based software can usually solve various kind of processes (distribution of electric and magnetic field, hydraulic problems, heat transfer, mechanics etc.). This overcomes to a large degree the need for specialized methods for solving equations in different engineering fields.

In this paper, the FEM based software is applied for solving distribution of potential in soil around a grounding system. The basic parameters of interest for grounding systems are: grounding resistance, touch voltage and step voltage. A compact presentation of the complete procedure to achieve safety during earth fault in utility networks can be found in [1]. In this paper, however, the accent was on application of FEM based software in order to determine grounding resistance and relative value of touch and step voltage in respect to ground potential rise (coefficients k_{dT} i k_{dS}).

Several different realistic grounding systems will be addressed in the paper: rod, loop, loop with rods and rectangular mesh. The results for homogenous and two-layer soil will be presented. Overview of the potential and current distribution in the soil surrounding the grounding system will be also illustrated.

The aim of this paper is not the derivation of simple formulas, easy to apply in practice, but the display of vast practical possibilities that the FEM based software offers for solving above mentioned problems in the field of grounding systems.

Key words: Finite element method, FEM, Grounding resistance, Touch voltage, Step voltage, Multilayer soil.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



I-1.19

TIPIZACIJA DOPUNSKIH UZEMLJIVAČA STUBOVA ZA SREDNJENAPONSKE DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE IZVEDENE GOLIM PROVODNICIMA

Milan OBRADOVIĆ, operator distributivnog sistema «EPS Distribucija» d.o.o., Srbija*
Dragana JOVANOVIĆ, operator distributivnog sistema «EPS Distribucija» d.o.o., Srbija
Đorđe GLIŠIĆ, u penziji, Srbija

Ovim radom dat je prikaz tipizacije dopunskih uzemljivača stubova sa blok temeljom bez armature od metala i blok temeljom sa armaturom od metala za srednjenaponske distributivne nadzemne vodove izvedene golim provodnicima, a sve u cilju izmena i dopuna Teničke preporuke broj 9 Direkcije za distribuciju električne energije JP EPS.

Ključne reči: stub, temelj, uzemljenje.

STANDARDIZATION OF SUPPLEMENTARY EARTHED POLES FOR MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD DISTRIBUTION LINES PERFORMED BY BARE CONDUCTORS

This paper provides an overview of standardized grounding taking into account the fundamental grounding and fundamental grounding prefabricated foundations, with the aim of amendments to Technical Recommendation No. 9 of the Directorate for electricity distribution EPS.

Key words: pole, foundation, grounding.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



I-1.20

ДОДАТНА ОПРЕМА И МЕРНИ УРЕЂАЈИ ЗА ДИЈАГНОСТИКУ СТАЊА МЕТАЛОКСИДНИХ ОДВОДНИКА ПРЕНАПОНА СРЕДЊЕГ И ВИСОКОГ НАПОНА

В. ОСТРАЋАНИН, ЕПС Технички центар Краљево, Србија
С. ЂУРОВИЋ, ОДС ЕПС Дистрибуција огранак Краљево, Србија
Д. ЋЕТЕНОВИЋ, Факултет техничких наука Чачак, Србија

Уређаји који се најчешће користе за ефикасну заштиту елемената електроенергетског система су одводници пренапона. Међутим, као и сви остали уређаји и за овај уређај је потребно вршити проверу да ли исти функционише или не.

Поред елемената који су саставни део одводника пренапона, односно додатна опрема, практично је вршити и одређена мерења чијим поређењем у одређеном интервалу времена могу да се добију одређена упозорења да ће одводник отказати, и да се треба обезбедити резервни, или га можда треба одмах заменити.

Кључне речи: Одводник пренапона, мрежни одвајач, мониторинг, бројач прорада одводника пренапона.

EQUIPMENT AND SOLUTION FOR MONITORING FOR HV AND LV SURGE ARRESTERS SUMMARY

Devices that are commonly used for effective protection of power system elements are surge arresters. However, like all other devices and for this device need not check if the same works or not.

In addition to the elements that are part of the surge arrester is practically performed and determined by comparing the measurements of which a specified time interval can be obtained certain warnings that the arrester is canceled, and that it should provide a spare, or it may need to be replaced immediately

Key words: surge arresters, monitoring.



ISPITIVANJE PRIBORA ZA NN SKS PREMA VAŽEĆIM EVROPSKIM STANDARDIMA I PROBLEMI KOD PRIMENE U SRBIJI

Miroljub PETROVIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Ogranak Jagodina, Srbija

Prikaz najvažnijih delova evropskih i svetskih standarda pribora za NN SKS i njihova primena u Srbiji. Osvrt na Tehničke preporuke JP ELEKTROPRIVREDE SRBIJE BROJ 8a 1. izdanje oktobar 2015.g.

U uvodnom delu dat je kratak prikaz različitih tipova evropskih i svetskih NN SKS-a (prikaz konstrukcija sa dimenzijama po HD 626 standardu). U glavnom delu analiza najbitnijih delova važećih CENELEC (evropski komitet za elektrotehničke standarde - Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique) standarde EN 50483 (od 50483-1 do EN 50483-6), koji su usvojeni u Srbiji 2010.g. Uporedo sa njihovom analizom prikaz razlika u odnosu na nešto strožije NF C standarde (NF C 33 020, 33 021, 33 040, 33 041, 33 042). Analiza pojedinih standarda ilustrovana je tabelama i skicama sklopova za ispitivanje. Poseban osvrt na standard EN 50483-6, koji definiše načine veštačkog starenja uzoraka pribora pre samih ispitivanja. Na ovaj način dobijamo relevantne podatke ispitivanja (približne stvarnim uslovima eksploatacije NN SKS-a i pratećeg pribora). U završnom delu rada, kratak prikaz pribora koji se koristi i proizvodi u Srbiji (materijali koji se koriste u proizvodnji, fabrička testiranja i poteškoće sprovođenja valjanih ispitivanja).

Ključne reči: Standardi (HD 626, EN 50483, NFC, DIN VDE; SFS), CENELEC, SKS (ABC), kablovski pribor.

TESTING ACCESSORIES FOR LV ABC APPLICABLE TO EUROPEAN STANDARDS AND PROBLEMS WITH APPLICATION IN SERBIA

M. PETROVIĆ, EPS Distribution driver Belgrade, Branch of Jagodina, Serbia

Showing the most important parts of European and world standards accessories for ABC cables and their application in Serbia. Review of the technical recommendations of JP Elektroprivreda SERBIAN No 8a Issue 1 October 2015. The introduction gives a brief overview of different types of European and world LV ABC (display structures with dimensions according to HD 626 standard). In the main part of the analysis of the most important parts of the applicable CENELEC (European Committee for Electrotechnical standards- Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique) standards EN 50483 (of 50483-1 to EN 50483-6), which were adopted in Serbia 2010. Along with their analysis show a difference compared to slightly more severe NF C standards (NF C 33 020, 33 021, 33 040, 33 041, 33 042). Analysis of specific standards is illustrated by tables and sketches circuits for testing. Special reference to standard EN 50483-6, which defines ways for artificial aging of samples supplies a very testing. In this way, we obtain relevant test data (approximate actual conditions of exploitation LV ABC and accessories). In the final part of the work, a brief overview of accessories used and produced in Serbia (materials used in manufacturing, factory testing and the difficulties of implementation of valid tests).

Keywords: Standards (HD 626, EN 50483, NFC, DIN VDE; SFS) CENELEC, SKS (ABC), cable accessories.

НИВОИ НЕЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА У ОКОЛИНИ ТРАНСФОРМАТОРСКИХ СТАНИЦА 110/X kV

Маја ГРБИЋ, Дејан ХРВИЋ, Александар ПАВЛОВИЋ, Момчило ПЕТРОВИЋ, Бранислав ВУЛЕВИЋ
Електротехнички институт „Никола Тесла“, Београд, Република Србија

У раду су анализирани нивои нејонизујућег зрачења индустријске учестаности који се јављају у околини трансформаторских станица напонског нивоа 110/x kV. Анализа је заснована на резултатима мерења јачине електричног поља и магнетске индукције у околини већег броја трансформаторских станица поменутог напонског нивоа. У циљу процене изложености становништва нејонизујућем зрачењу, добијени резултати су упоређени са референтним граничним нивоима прописаним за зоне повећане осетљивости, који износе 2 kV/m за електрично поље и 40 μ T за магнетску индукцију. Циљ спроведене анализе је доношење општих закључака о нивоима нејонизујућих зрачења који се могу јавити у околини поменутих трансформаторских станица, као и оцењивање усаглашености ових нивоа са националном регулативом из области заштите становништва од нејонизујућих зрачења.

Кључне речи: трансформаторска станица 110/x kV, нејонизујуће зрачење, јачина електричног поља, магнетска индукција.

LEVELS OF NON-IONIZING RADIATION IN VICINITY OF 110/X KV SUBSTATIONS

The levels of power frequency non-ionizing radiation which occur in the vicinity of 110/x kV substations are analyzed in this paper. The analysis is based on the results of measurements of electric field strength and magnetic flux density in the vicinity of a considerable number of substations of the aforementioned voltage level. With the purpose of estimating the exposure of general public to non-ionizing radiation, the obtained results were compared to the reference levels prescribed for areas of increased sensitivity, which amount to 2 kV/m for electric field and 40 μ T for magnetic flux density. The objective of the performed analysis is reaching general conclusions on the levels of non-ionizing radiation which may occur in the vicinity of the abovementioned substations and evaluation of compliance with the national regulations on the population protection from non-ionizing radiation.

Keywords: 110/x kV substation, non-ionizing radiation, electric field strength, magnetic flux density.

IZBOR STUBOVA U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SA EKOLOŠKOG ASPEKTA

Andrija MITROVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad,
Karolina KASAŠ-LAŽETIĆ, Nikola ĐURIĆ, Dragan KLJAJIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
Miroslav PRŠA, Novi Sad, Srbija

Različiti tipovi distributivnih stubova uvek predstavljaju i različitu prostornu konfiguraciju faznih provodnika, koji oko sebe stvaraju različite raspodele električnog i magnetskog polja. Sa stanovišta ekologije, odnosno sa stanovišta procene izloženosti stanovništva tim poljima, poznavanje raspodele polja je veoma bitno. Da bi električna i magnetska polja pojedinih konfiguracija faznih provodnika mogla da se uporede, u cilju pronalaženja konfiguracije koja daje najmanji intenzitet vektora jačine električnog polja i vektora magnetske indukcije, potrebno je da se proračuni izvrše pod istim uslovima. U skladu sa tim, posmatran je jedan naponski nivo, jednako strujno opterećenje i fazni provodnici istih poprečnih preseka. Pri tome je u skladu sa važećim standardima, najniži fazni provodnik svake konfiguracije postavljen na visinu od pet metara iznad zemlje.

U okviru ovog rada urađen je niz proračuna u cilju određivanja električnog i magnetskog polje u prostoru oko faznih provodnika svake ispitane konfiguracije. Na osnovu preliminarne rezultata, primećene su značajne razlike u intenzitetima vektora jačine električnog polja i vektora magnetske indukcije. Na osnovu toga se smatra da su ova istraživanja opravdana sa stanovišta zaštite životne sredine od nedozvoljenih nivoa električnih i magnetskih polja.

U radu je za svaki ispitani konfiguraciju faznih provodnika prikazan intenzitet vektora jačine električnog polja, kao i intenzitet vektora magnetske indukcije na visini od jednog metra iznad zemlje. Na osnovu tih vrednosti donet je zaključak koji tip distributivnog stuba sa svojim rasporedom faznih provodnika ima najmanji uticaj na životnu sredinu.

Svi proračuni su izvršeni numerički, koristeći COMSOL Multiphysics 3.5a računarski programski paket, na dvodimenzionalnim pojednostavljenim modelima distributivnih stubova i korišćenih faznih provodnika.

Ključne reči: Nadzemna distributivna mreža, vektor jačine električnog polja, vektor magnetske indukcije, ekologija

CHOICE OF TOWERS IN ELECTRIC POWER DISTRIBUTION NETWORKS REGARDING ECOLOGICAL ASPECT

Different towers in electric power distribution networks have a different conductor configuration, which produce different electric and magnetic fields. Regarding ecological aspect, it is very important to be well acquainted with those fields. In order to compare electric and magnetic fields of different conductors configuration, searching for the one which gives the smallest magnitude of electric field strength vector and magnetic density vector, it is important that the calculations are performed under the same conditions. Hence one voltage level is chosen, the same currents in phase conductors are assumed and the same conductor's are chosen for all configurations. The lowest phase conductor for every tested configuration, according to standards, was put on a five meter above the ground.

In this paper numerous calculations were performed to determine the electric and magnetic fields around every tested conductor's configuration. Based on the preliminary results, it was concluded that the magnitudes of electric field strength vector and magnetic density vector differ significantly. Based on those results it is found that this research is very important for the environment.

In this paper the magnitude of the electric field strength vector and magnitude of magnetic density vector one meter above the ground for every tested conductor configuration is calculated and presented graphically. Based on the results the conclusion which of tested towers whit its conductor configuration has a smallest influence on the environment is given.

All calculations were carried out numerically, applying COMSOL Multiphysics 3.5a computer program package on a simplified 2D model of distribution towers.

Key words: Overhead electrical distribution network, electric field strength vector, magnetic density vector, ecology.



DEKONTAMINACIJA PCB KONTAMINIRANIH ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U PD ELEKTROVOJVODINA

J. LUKIĆ, K. DRAKIĆ, N. KOVAČEVIĆ, J. JANKOVIĆ, S. MILOSAVLJEVIĆ
Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd
D.VORGIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o, Beograd
D. MATIĆ, JP EPS, Beograd

Piralen (polihlorovani bifenili - PCB), zbog svoje toksičnosti i velike postojanosti, nemogućnosti razgradnje i dobre rastvorljivosti u masnim tkivima živih organizama, lako ulazi u lanac ishrane i predstavlja dugoročno opterećenje za životnu sredinu (dugotrajni organski zagađivači, POPs, eng. Persistent organic pollutants). Iako je izbačen iz upotrebe kao izolaciona tečnost u električnoj opremi pre više od trideset godina, PCB i dalje predstavlja značajan ekološki problem zbog prisutne kontaminacije mineralnih izolacionih ulja PCB-om.

U radu je dat kratak osvrt na zakonsku regulativu, prikazana je statistika PCB pojave kontaminacije energetskih transformatora 20/10/0.4kV u ODS „EPS Distribucija“, Regionalni centar Elektrovojvodina i praktična iskustva tokom procesa dekontaminacije PCB kontaminiranih transformatora na terenu primenom procesa dehlorinacije ulja prema patentom zaštićenoj tehnologiji koja je u skladu sa principima najbolje raspoložive tehnologije (eng. Best Available Technology – BAT) i najbolje ekološke prakse (eng. Best Environmental Practice – BEP). U Ograncima „Elektrodistribucija Novi Sad“, „Elektrodistribucija Subotica“, „Elektrodistribucija Sombor“, „Elektrodistribucija Ruma“ i „Elektrodistribucija Pančevo“ uspešno je izvršena dekontaminacija ukupno 96 transformatora, u opsezima koncentracije PCB u ulju od 50 do 1000 ppm. U kratkim crtama u radu je opisan postupak dekontaminacije i kontrolnih

merjenja korišćenih u svrhu praćenja efikasnosti procesa i verifikacije rezultata, uz prikaz rezultata karakteristika ulja nakon PCB dekontaminacije i sadržaja PCB u ulju tri meseca nakon izvršene dekontaminacije, radi verifikacije statusa „PCB dekontaminiranih transformatora“.

Ključne reči: piralen, energetski transformator, dekontaminacija, dehlorinacija.

DECONTAMINATION OF PCB CONTAMINATED POWER TRANSFORMERS IN PD ELEKTROVOJVODINA

Polychlorinated biphenyl's (PCB) as persistent organic pollutants (POPs) remain in the environment over long period due to their high stability and solubility in organic tissues. Nevertheless the use of PCB's in electrical apparatus is forbidden for more than 30 years, PCB contamination still present a serious ecological problem, mainly due to the number of transformers contaminated with PCB's still running in service.

This paper provides short review of the regulations concerning PCBs, statistics of PCB occurrence in 20/10/0.4kV power transformers in Distribution company, Elektrovojvodina and practical experiences with PCB decontamination on-site of 20/10/0.4kV power transformers. Decontamination of PCB contaminated transformers was performed using patented technology based on oil dechlorination, recognized to be in compliance with Best Available Technology (BAT) and Best Environmental Practice (BEP). Short description of the process and on-site measurements performed for the control and verification of the process efficiency are provided. Ninety six 20/10/0.4kV power transformers were successfully decontaminated, having PCB concentration in the range from 50 to 1000ppm. Process was performed on-site in „Elektro distribucija Novi Sad“, „Elektro distribucija Subotica“, „Elektro distribucija Sombor“, „Elektro distribucija Ruma“ and „Elektro distribucija Pančevo“. PCB content in the oil and oil properties after decontamination are presented in this paper, as well as results of PCB content in the oil taken from transformers three months after decontamination process, in order to verify the status transformers as „PCB decontaminated“.

Key words: PCB, power transformer, decontamination, dechlorination.



R-1.25

REGENERACIJA OSTARELIH TRANSFORMATORSKIH ULJA DOMAĆIM SORBENTIMA U CILJU PRODUŽENJA ŽIVOTNOG VEKA TRANSFORMATORA

J. JANKOVIĆ, K. DRAKIĆ, V. VASOVIĆ, J. LUKIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Srbija

J. PLANOJEVIĆ, Proces projekt inženjering, Srbija

Đ. JANAČKOVIĆ, Đ. VELJOVIĆ, Univerzitet u Beogradu Tehnološko-Metalurški fakultet, Srbija

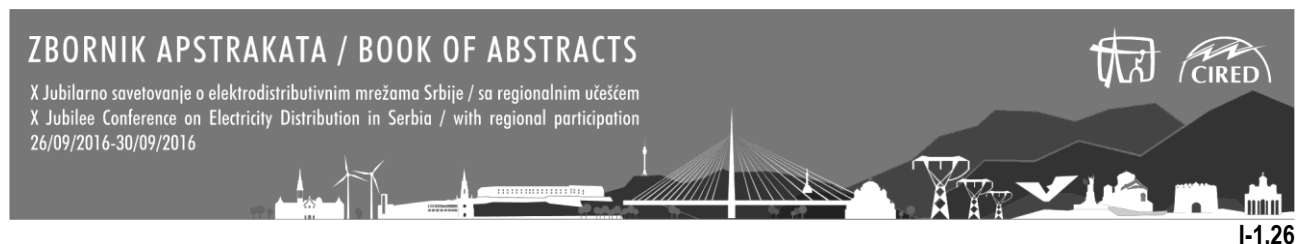
Proces regeneracije pogonski ostarelih izolacionih ulja je primenjivan do sada u praksi u našoj zemlji, kao i postupci istovremenog sušenja i ispiranja izolacionog sistema i hemijske regeneracije ulja, koji su se zbog regeneracije ulja, temeljnog ispiranja i sušenja čvrste izolacije pokazali kao delotvorni na produženje radnog veka transformatora. Procesima regeneracije se iz korišćenih mineralnih izolacionih ulja uklanjaju polarni produkti starenja i druga nepoželjna jedinjenja. Postupci obrade ulja su opravdani i veoma poželjni, sa ekonomskog aspekta, radi uštede u nabavkama novih izolacionih ulja, a, sa ekološkog aspekta zbog smanjenja količine otpadnog ulja koja se generišu u elektroenergetskim sistemima i očuvanja postojećih resursa. Na efikasnost regenerativnog postupka utiču hemijska i fizička svojstva adsorbenta i parametri procesa kao što su: temperatura, količina adsorbenta, vreme kontakta (broj prolaza ulja kroz sloj adsorbenta), „dizajn opreme“ i drugi parametri vezani za efikasnost adsorpcije: granulacija adsorbenta, dimenzije kolone, odnos visine i prečnika kolone (L/D), protok ulja kroz kolonu, itd. U radu je dat opis procesa regeneracije ulja domaćim sorbentom sepiolitom, primenom perkolacionog postupka i prikaz variranja procesnih parametara u cilju optimizacije procesa regeneracije i dobijanja regenerisanih ulja odgovarajućeg kvaliteta, koja mogu biti ponovo upotrebljiva u električnoj opremi. Prikazani su uporedni rezultati optimizacije regeneracije ulja manjeg i većeg stepena ostarelosti u laboratorijskim uslovima, kao i regeneracije mešavine otpadnih ulja na terenu. Uporednom analizom rezultata ispitivanja regenerisanih ulja primenom različitih adsorbenta, pokazana je veća efikasnost domaćeg sorbenta sepiolita u procesu uklanjanja produkata degradacije u ulju, kao i visoka otpornost regenerisanih ulja na procese starenja u dužem vremenskom periodu, u odnosu na do sada korišćeni adsorbent tuf. Uporednom analizom troškova regeneracije ulja u odnosu na zamenu ulja, u okviru tehno-ekonomske analize, pored tehničke opravdanosti, potvrđena je i ekonomska opravdanost procesa regeneracije ulja primenom domaćeg sorbenta.

Ključne reči: transformatorsko ulje, adsorbent, regeneracija, perkolacioni postupak, izolacioni sistem, tehno-ekonomska analiza.

OIL RECLAMATION PROCESSES WITH DOMESTIC SORBENT APPLIED IN POWER TRANSFORMER LIFE MANAGEMENT

The reclamation process of aged insulating oil has been applied in our country in last 30 years, as well as simultaneous processes of insulation dry out and oil regeneration, which proved to be effective in extension of transformers working life. Reclamation processes removes polar aging products and other undesirable compounds from aged mineral insulating oils. Oil reclamation processes are justified and very desirable from an economic point of view, in order to reduce the cost of procurement of new insulating oil. From environmental point of view, reclamation process is justified in order to reduce the amount of waste oil production, and for the preservation of the natural resources. Efficiency of oil regeneration process depends of chemical and physical properties of the adsorbent, and process parameters, such as: temperature, amount of adsorbent, the contact time (the number of oil passes through the layer of adsorbent), "design of equipment", and other parameters which are related to efficiency of the adsorption: adsorbents granulation, column dimensions, the ratio of height and column diameter (L/D), the oil flow through the column, etc. Oil reclamation performed with domestic sorbent sepiolite, using percolation process, is described in this paper, as well as variation the process parameters, in order to optimize the reclamation process and obtain reclaimed oils with appropriate quality, which can be reused in electrical equipment. The results of oil reclamation process optimization, for oils with lower and higher degree of aging, in laboratory conditions, as well as the results of the on-site treatment, are shown in this paper. Comparative analysis of two adsorbents, tuf (previously used) and sepiolite (currently investigated) showed that sepiolite had higher efficiency in reclamation process. The domestic sorbent has a high efficiency in removing degradation products from the oil, since reclaimed oil had high resistance to ageing. Techno-economic analysis showed benefits of the reclamation process over oil change. It was found that the economy of the reclamation process was the best for large power transformers.

Key words: transformer oil, adsorbent, regeneration, percolation process, insulation sistem, techno – economic analysis.



TRANSPORT ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

M. RISTIĆ, I. JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija
B. TASIĆ, Energoremont Beograd, Srbija
Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, Srbija
D. VUKSANOVIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd

Transport transformatora je značajna operacija za nove i remontovane energetske transformatore. U radu su navedeni zahtevi za pripreme za transport, kontrole u toku transporta, kontrole po prispeću na lokaciju i skladištenje energetskih transformatora prema pravilima dobre prakse i zahtevima JP Elektroprivreda Srbije.

Ključne reči: energetski transformator, transport, zahtevi, kontrole.

POWER TRANSFORMERS TRANSPORT

Transportation of transformers is significant operations for new and repaired transformers. This paper lists the requirements for preparation for transport, inspections during transport, inspections after arrival at the location and storage of power transformers according to the rules of good practice and the requirements of JP Elektroprivreda Serbia.

Keywords: power transformer, transportation, requirements, inspection.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



I-1.27

MERENJE NIVOVA BUKE ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

M. RISTIĆ, I. JAGODIĆ, I. BULATOVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija
J. LAZIĆ, Institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija
Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, Srbija
V. BOGDANOVIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd

U radu je dato kako se meri nivo buke koju tokom rada proizvodi energetski transformator. Data je i verifikacija nivoa buke prema zahtevima Internih standarda JP Elektroprivrede Srbije EPS IS 09-1 i EPS IS 09-2 i pravilima dobre prakse.

Ključne reči: energetski transformator, nivo buke, merenje, interni standard.

MEASURING THE NOISE LEVEL OF POWER TRANSFORMERS

The paper presents how to measure the level of noise that power transformer emitted during its operation. Verification of noise levels according to the requirements of internal standards of JP Elektroprivreda Serbia EPS IS 09-1 and EPS IS 09-2 and rules of good practice is also given in this paper.

Keywords: power transformer, noise level, measurement, internal standard.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



I-1.28

ИСПИТИВАЊЕ НИВОА ЕЛЕКТРИЧНИХ И МАГНЕТСКИХ ПОЉА НИСКИХ УЧЕСТАНОСТИ – ЈЕДАН ПРИМЕР ОДРЕЂИВАЊА МЕРНЕ НЕСИГУРНОСТИ

Б. ВУЛЕВИЋ, М. ГРБИЋ
Електротехнички институт „Никола Тесла“ а.д., Београд, Република Србија

Услед убрзаног технолошког развоја, нежељени нивои електричних, магнетских и електромагнетских поља у човековом окружењу све су присутнији. Из наведеног разлога, становништво тражи информације о нивоима излагања временски променљивим електричним и магнетским пољима у свом животном простору. За опсег ниских учестаности (0 Hz до 100 kHz), пажња се усмерава на испитивања у непосредној околини система за пренос, дистрибуцију и коришћење електричне енергије.

У циљу адекватне оцене излагања људи електричним и магнетским пољима, процена мерне несигурности игра све важнију улогу.

Базирањем на примерима добре праксе, основна намера овог рада јесте приказ једног практичног решења за процену мерне несигурности у случају мерења јачине електричног поља и магнетске индукције ниских учестаности на лицу места.

Кључне речи: електрично поље, магнетско поље, окружење, мерење, несигурност.

TESTING OF LOW FREQUENCY ELECTRIC AND MAGNETIC FIELD LEVELS – ONE EXAMPLE OF DETERMINING MEASUREMENT UNCERTAINTY

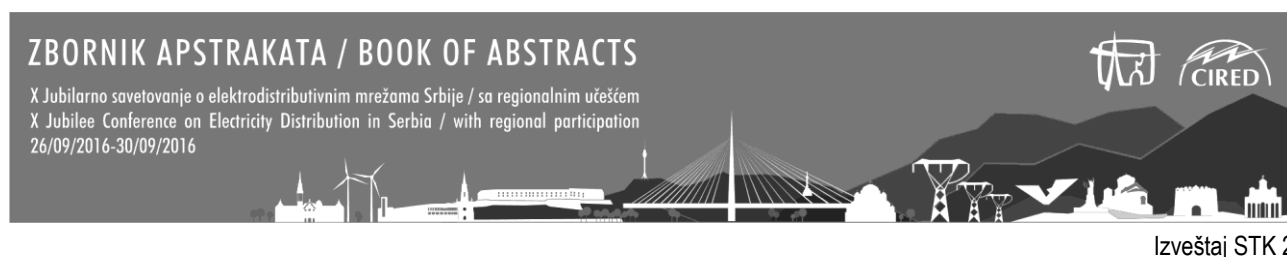
B. VULEVIĆ, M. GRBIĆ
Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd, Serbia

Due to rapid technological development, unwanted levels of electric, magnetic and electromagnetic fields in the environment have become omnipresent. In this sense, members of the public are requesting information about levels of exposure to time-varying electric and magnetic fields in their living space. For low-frequency range (0 Hz – 100 kHz), attention is focused on survey in the vicinity of the systems for transmission, distribution and use of electrical energy.

In order to adequately assess the exposure of people to electric and magnetic fields, estimation of measurement uncertainty plays an increasingly important role.

Based on examples of good practice, the primary intention of this paper is to present a practical solution for the evaluation of the measurement uncertainty in a case of in-situ measurement of low frequency electric field strength and magnetic flux density.

Keywords: electric field, magnetic field, environment, measurement, uncertainty.



Izveštaj STK 2

Stručna komisija 2

KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE I ELEKTROMAGNETNA KOMPATIBILNOST

Predsednik komisije: Prof. dr Vladimir KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Serbia

IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVEŠTILACA ZA STK2

Prof. dr Vladimir KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Doc. dr Vesna JAVOR, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

Doc. Dr Boris DUMNIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

U okviru Stručne komisije 2 - Kvalitet električne energije u elektrodistributivnim sistemima CIREĐ Srbije za X Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama sa regionalnim učešćem - CIREĐ Srbije 2016 predloženo je 8 preferencijalnih tema:

1. Kvalitet isporučene električne energije (kvalitet napona) – viši harmonici, fliker, propadi napona, skokovi napona, kratki prekidi i drugi poremećaji u napajanju potrošača – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje, iskustva
2. Uređaji i metode za merenje i monitoring 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. Uslovi priključenja nelinearnih potrošača - viši harmonici, fliker, nesimetrija – izvori, prostiranje, uslovi priključivanja, metode eliminisanja.
5. Uticaj nedovoljnog kvaliteta na rad potrošača (tehnički problemi, energetska efikasnost, pouzdanost, finansijski efekti, odnosi sa potrošačima...)
6. Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, elektromagnetna kompatibilnost
7. Poremećaji u uzemljenju i kvalitet električne energije
8. Priključenje i rad malih elektrana (distribuiranih generatora) i drugih obnovljivih izvora električne energije i kvalitet električne energije (Tehnička preporuka 16 i sl.)

Za stručne izvestioce Stručna komisija je izabrala prof. dr Vladimira Katića, doc. dr Vesnu Javor i doc. dr Borisa Dumnića.

U sekretarijat CIREĐ-Srbije pristiglo je 30 prijava, koje su prihvaćene kao odgovarajuće. Međutim, u predviđenom roku za prijem radova stiglo je 23 kompletna rada. Svi radovi su recenzirani od strane kompetentnih recenzenata (doc. dr Boris Dumnić, doc. dr Vesna Javor, prof. dr Vladimir Katić, prof. dr Lidija Korunović, doc. dr Dragan Milićević, prof. dr Veran Vasić). Nakon recenzije, urađenih ispravki od strane autora i diskusije na Stručnoj komisiji 19 radova su prihvaćeni kao referati, dok su 2 prihvaćeni kao informacije.

Stručna komisija je referate svrstala po preferencijalnim temama i to 8 radova u prvu, 2 rada u drugu temu, 1 rad u treću, 2 rada u petu, 2 rada u šestu i 4 rada u osmu preferencijalnu temu. Obe informacije su svrstane u prvu temu.

U pripremanju ovog izveštaja stručni izvestioci su koristili zapažanja, komentare i pitanja recenzenata, na čemu im posebno zahvaljujemo.

Preferencijalna tema 1:

Kvalitet isporučene električne energije (kvalitet napona) – viši harmonici, fliker, propadi napona, skokovi napona, kratki prekidi i drugi poremećaji u napajanju potrošača – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje, iskustva

R-2.01 KAKO POSTIĆI PRESTIŽNU POUZDANOST I KVALITET U ISPORUCI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Autori: D. ČOMIĆ, D. CVETINOV, M. POROBIĆ, Ž. TANJGA, S. MILIVOJEV
"EPS Distribucija", Ogranak elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad, Srbija

U radu je razmatran problem pouzdanosti, kao mere kvaliteta isporuke električne energije potrošačima. Prikazani su konkretni podaci o trajanju prekida i pokazateljima pouzdanosti za mrežu na teritoriji Elektrodistribucije Novi Sad. Izvršena je analiza prekida i utvrđeni uzroci. Na kraju je dat odgovor na postavljeno pitanje iz naslova rada, odnosno dati su predlozi mera u oblasti održavanja elemenata elektrodistributivnog (ED) sistema i u oblasti upravljanja ED sistemom u cilju postizanja prestižne pouzdanosti.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li bi se mogao definisati jedinstveni parametar kao merilo pouzdanosti i kvaliteta isporuke električne energije u nekoj mreži?
2. Da li je moguće predviđanje mesta i vremena ispada na bazi istorijskih podataka?
3. Da li možete da ocenite stanje pouzdanosti i kvaliteta isporuke električne energije u ostalim delovima elektrodistributivne mreže (van ED Novi Sad)?
4. Ako bi se primenile predložene mere, kakav bi efekat imale u dužem vremenskom periodu?
5. Da li bi se predložene mere mogle isto tako uspešno primeniti i u drugim ED?

R-2.02 ANALIZA POKAZATELJA KVALITETA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U DEES SRBIJE

Autori: M. BAČLIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Distributivno područje Novi Sad,
M. RADIĆ, JP EPS Beograd, Tehnički centar, Novi Sad,
Ž. POPOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak "ED Subotica", Subotica, Srbija

Pokazatelji neprekidnosti isporuke električne energije, SAIFI, SAIDI i CAIDI se uobičajeno prate u svim delovima DEES Srbije, dok se u Elektrovojvodini prati i neisporučena električna energija ENS od 2002. godine. Pokazatelj ENS se ne bazira na broju pogođenih korisnika distributivnog sistema nego na njihovoj potrošnji. Pouzdanost pojedinih objekata – delova DEES: TS VN/SN, SN/NN i delova mreže se takođe može posmatrati kroz ove pokazatelje pouzdanosti.

U radu su prikazani pokazatelji SAIFI i SAIDI za šest poslednjih godina u pet ED preduzeća u Srbiji, zatim načini dobijanja pokazatelja ENS koji se koriste u Elektrovojvodini i njihovo međusobno poređenje. Na kraju je prikazan i ekvivalentni pokazatelj pouzdanosti EPP, koji kombinuje SAIDI, SAIFI i ENS kao jedinstveni parametar prilikom ocenjivanja pouzdanosti pojedinih objekata EES. Na osnovu uporednog prikaza praćenja pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije u delovima DEES Srbije sagledane su pozicije svih delova i izvedeni zaključci u kom pravcu treba usmeriti aktivnosti u narednom periodu.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako uopšte ocenjujete rad na praćenju i prikupljanju podataka o radu sistema u DEES-u Srbije, počevši od osnovnih podataka o isporučenoj električnoj energiji, parametrima kvaliteta, pa do pokazatelja pouzdanosti rada i dr.?
2. Da li bi se primenom predloženog jedinstvenog parametra pouzdanosti (EPP) moglo vršiti planiranje aktivnosti na održavanju i zameni komponenti ili objekata EES-a, ili je on pogodan samo za međusobno poređenje delova EES-a?
3. Da li je praćenje ENS-a doprinelo kvalitetnijem radu mreže Elektrovojvodine?

R-2.03 INTERAKCIJA MREŽE I KORISNIKA NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE

Autori: J. ČARNIĆ, EPS, Distributivno područje Novi Sad, Novi Sad,
R. MILANKOV, EPS, Distributivno područje Novi Sad, pogon Zrenjanin,
M. RADOSAVLJEV, EPS, Distributivno područje Novi Sad, Novi Sad, Srbija

Prenosna mreža i njeni korisnici, kao i distributivna mreža i njeni korisnici, u međusobnim interakcijama i svojim radom utiču i trpe posledice kada je u pitanju narušavanje parametara kvaliteta električne energije. U radu su prikazani rezultati Komisije za merenje kvaliteta električne energije u Elektrovojvodini, koja se već više od četiri godine bavi monitoringom parametara kvaliteta električne energije. Klasifikovani su dobijeni rezultati prema: razlogu merenja, vrsti interakcije, mestu nastanka smetnje i smeru generisanja pojave. Na osnovu ovih rezultata merenja mogu se uočiti generisane smetnje koje utiču na rad potrošača kod ostalih kupaca, kao i na potencijalni problem, koji može postati izraženiji u daljem periodu.

Rad je veoma važan jer daje neke podatke o stanju kvaliteta električne energije u distributivnoj mreži. Posebno su dragoceni prikazi propada napona kod velikih industrijskih potrošača, tehnički detalji i analiza uzroka pojave. Ipak, dalji tok problema je ostao za neki drugi rad.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li Komisija za merenje kvaliteta električne energije ima službu za stalno praćenje kvaliteta ili radi samo po pritužbama potrošača?
2. Da li rezultati rada Komisije utiču na planiranje i održavanje mreže?
3. Koji je dalji postupak rešavanja problema pritužbi potrošača?

R-2.04 ANALIZA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DEREGULISANOM ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU

Autori: B. ČUPIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd,
A. MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Beograd,
Ž. MARKOVIĆ, Elektroprivreda Srbije, Beograd,
B. GRUJIČIĆ, Elektromreže Srbije, Beograd,
B. ARSIĆ, Elektromreže Srbije, Beograd, Srbija

U radu su dati osnovni pojmovi o kvalitetu električne energije i ključni parametri za njegovu ocenu, koji su dobro poznati stručnoj javnosti. Vrednost rada predstavljaju mereni podaci i njihova analiza. Prikazano je ispitivanje činilaca kvaliteta električne energije na srednje-naponskom distributivnom nivou kroz rezultate merenja parametara kvaliteta električne energije 10 kV razvoda, sa koga se napaja stara zgrada Nacionalnog Dispečerskog Centra (NDC), Elektromreže Srbije u Beogradu. Uočena su odstupanja parametara kvaliteta električne energije za propad napona, tranzijentne varijacije napona i prekomerne varijacije napona napajanja. Za ove pojave je urađena analiza i predložena su neka moguća rešenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakvo je stanje kvaliteta električne energije u deregulisanoj sistemu u odnosu na ranije stanje?
2. Da li je pogoršanje/poboljšanje kvaliteta električne energije posledica deregulacije? Šta je vaše mišljenje?
3. Šta se može konkretno očitati iz izveštaja datog na slici 3? Da li se dobijaju neki podaci, dijagrami i sl., koji bi mogli da posluže za analizu događaja?

R-2.05 KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U INDUSTRIJSKOM SEKTORU

Autor: I. RAMLJAK, J.P "Elektroprivreda HZ-HB" d.d., Mostar, Bosna i Hercegovina

U ovom referatu su predstavljeni rezultati merenja kvaliteta električne energije za četiri različita tipa industrijskih potrošača na mestu priključenja tih postrojenja na distribucijsku mrežu. Merenja i analize su izvršene prema EN 50160 i referentnim IEEE standardima. U pitanju su četiri tipa postrojenja: fabrika armaturnih mreža, veliki projektni biro sa preko 100 računara i server salom, fabrika za preradu PVC-a i plastike, te štamparija. Rezultati dobijeni merenjem ukazuju na to da postoje određena odstupanja po pitanju kvaliteta električne energije u odnosu na standarde. Ti problemi pojavljuju se jednim delom zbog stanja u distributivnoj mreži, koja napaja ove potrošače, a jednim delom zbog same tehnologije rada svakog tipa industrijskog postrojenja posebno. Na osnovu tih rezultata se mogu sanirati postojeći problemi i sprečiti potencijalni problemi po pitanju kvaliteta električne energije.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko su ozbiljna uočena odstupanja parametara kvaliteta kod posmatranih industrijskih potrošača uzimajući u obzir međunarodne standarde?
2. Da li su uočene neke negativne pojave u funkcionisanju ovih industrijskih potrošača ili u njihovoj električnoj okolini?
3. Da li se ocene date za ove industrijske potrošače mogu uopštiti i za ostale, odnosno da li možete proceniti stanje kvaliteta električne energije kod industrijskih potrošača u Mostaru?

R-2.06 PROBLEMATIKA MERENJA NAPONA U SREDNJE-NAPONSKOJ MREŽI SA SLOŽENOPERIODIČNIM NAPONOM

Autori: D. ČOMIĆ, EPS Distribucija, Ogranak Elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad,
D. PEJIĆ, Z. MITROVIĆ, B. ANTIĆ, P. SOVILJ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Rad se bavi problematikom merenja napona u SN mreži, praćenjem kvaliteta napona napajanja u SN mernoj ćeliji ili na mestu predaje energije kupcu. U radu je opisana upotreba konvencionalnih naponskih mernih transformatora (NMT), kao i novih NMT bez feromagnetnog jezgra.

Dat je prikaz novog merila složenoperiodičnog napona na principu otporničkog razdelnika na primarnom namotaju i vezivanjem integrisanog merila harmonika na sekundarni namotaj bez magnetnog jezgra. Rad predstavlja vredan istraživački doprinos grupe autora u kome je prikazano ispitivanje nekonvencionalnog NMT primenom stohastičke metode uz upotrebu integrisanog merila harmonika.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji je opseg primene predloženog modela?
2. Koja je prednost ovog u odnosu na druge modele merenja i da li se planira primena u praksi?
3. Da li je isti model primenljiv i na visoke napone i uz koje modifikacije?

R-2.07**MERENJE VIŠIH HARMONIKA NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU**Autori:V. A. KATIĆ, Z. ČORBA, D. MILIĆEVIĆ, B. DUMNIĆ, B. POPADIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Fakultet tehničkih nauka (FTN) iz Novog Sada obrazuje više od 14.000 studenata, a nastava se odvija u prostoru od oko 30.000 m² u sedam zasebnih objekata. Pored nastavnih prostora, tu se nalazi i veliki broj laboratorija sa različitim istraživačkom opremom, jedan centralni i više distribuiranih računarskih centara i učionica sa velikim brojem računara i druge računarske opreme, te niz drugih pratećih sistema i pogona. Priključene su i dve foto-naponske elektrane, kao izvori „zelene“ energije. Kao rezultat njihovog rada u pojedinim segmentima unutrašnje električne mreže fakulteta pojavljuje se viši ili niži stepen „zagađenja“ višim harmonicima, što predstavlja potencijalnu opasnost od ispoljavanja neželjenih negativnih efekata.

Da bi se utvrdio stepen rizika, na FTN se sprovode regularna godišnja merenja svih parametara kvaliteta u skladu sa evropskim i srpskim standardom EN/SRPS 50160. Koristi se savremena merna oprema, koja ispituje parametre kvaliteta u skladu sa zahtevima ovih standarda - instrument C.A. 8332, proizvođača *Chauvin Arnoux*.

U radu su prikazani neki karakteristični rezultati merenja viših harmonika na FTN, zatim analizirani njihovi uzroci, te utvrđen stepen opasnosti od pojave nekih od negativnih efekata njihove pojave u mreži poređenjem rezultata sa podacima (limitima) propisanim u postojećoj zakonskoj regulativi i standardima.

Rad predstavlja korisnu informaciju i iskustvo za stručnu javnost u pogledu stanja kvaliteta električne energije u jednoj javnoj obrazovnoj, naučno-istraživačkoj instituciji. Poseban značaj ovim rezultatima daje podatak da se na mreži nalaze priključena u operativnom radu i dva mala izvora električne energije – solarne FN elektrane.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakav je opšti zaključak o stanju kvaliteta električne energije na FTN, s obzirom da se ovakva merenja provode već niz godina?
2. Viši harmonici struje često imaju velike vrednosti. Koliko je to opasno za sistem i druge potrošače?
3. Da li su u dosadašnjem iskustvu ova merenja otkrila neki potencijalni nagoveštaj mogućih problema u mreži? Koje ste mere preduzeli?

R-2.08**ANALIZA INDUKOVANE ELEKTROMOTORNE SILE U FAZNIM PROVODNICIMA DISTRIBUTIVNOG NADZEMNOG VODA USLED POJAVE JEDNOFAZNOG ZEMLJOSPOJA NA VISOKONAPONSKOM PRENOSNOM VODU**Autori:M. GRBIĆ, A. PAVLOVIĆ, D. SALAMON,
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

Rad predstavlja analizu i rezultate proračuna ems koja se indukuje u faznim provodnicima 35kV distributivnog nadzemnog voda usled 1f zemljospoja na VN prenosnim vodovima nivoa 400kV u blizini distributivnog voda, radi analize najkritičnijeg slučaja za bezbednost radnika prilikom priključenja nove transformatorske stanice. Rad ima i istraživački i praktični doprinos.

Pitanja za diskusiju:

1. Pojednostavljenje problema da su sva tri voda na istoj visini je nerealno zbog ukrštanja. Na koji način je ustanovljeno da nema značajnih odstupanja usled ovog pojednostavljenja?
2. Kako je utvrđen dovoljan broj podsegmenta po deonicama za proračun ems (Tabele 1 i 2)? Zašto je npr. za deonicu III izabran samo 1 podsegment za 450m, a za deonicu IV treba 2 za 90m za 451/1, a 6 za 451/2? Npr. zašto je za deonicu I uzeto 8 za 451/1, a 3 za 451/2?
3. Pošto je gama u izrazima (1), (2), (3) i (5) po dimenzijama recipročna vrednost dužine, da li bi trebalo izostaviti jedinicu metar koja množi izraze 0,5/gama i 5/gama u (6) pri poređenju sa dužinom Do?

Preferencijalna tema 2:**Uređaji i metode za merenje i monitoring kvaliteta električne energije (dijagnostičke metode, oprema, postupci i sl.)****R-2.09****PRIKAZ FAMILIJE TERENSKIH INSTRUMENATA SOPSTVENOG RAZVOJA ZA REGISTRACIJU KVALITETA ELEKTRICNE ENERGIJE TROFAZNE MREŽE OD 0.4KV (PO STANDARDU EN50160) SA MOGUĆNOŠĆU DALJINSKOG OCITAVANJA PREKO GPRS VEZE**Autori:I. ČASAR, Villbek D.o.o., Segedin, Mađarska
K. PALUŠEK, Palušek inženjering, Segedin, Mađarska

U ovom radu prikazana je novo razvijena familija terenskih instrumenata (IP67 izvedbe), koja služi za merenje i registraciju kvaliteta električne energije na električnim mrežama od 0,4kV. Uređaji u unapred zadatom vremenskom intervalu mere i sakupljaju prosečne, maksimalne i minimalne podatke, kao i talasne oblike, koji su se pojavili pod unapred definisanim uslovima. Ti podaci se smeštaju u internu memoriju i prenose se GPRS vezom u centralni server. Tim podacima je moguće pristupiti i preko interneta.

Rad je interesantan, jer se u ovoj oblasti sve više oseća potreba za praktičnim mernim sistemima, pogodnim za merenja na terenu. Ipak, autori su propustili da napomenu koje su prednosti predloženog rešenja u odnosu na već postojeća.

Pitanja za diskusiju:

1. Koje su prednosti predloženog rešenja u odnosu na već postojeća?

2. U radu je navedeno „Sakupljeni parametri se skladište u sledećem obliku: minimalna i maksimalna vrednost tokom perioda sakupljanja, prosečna vrednost u tom periodu.“ Da li je to u potpunosti tako? Ako DA, kako se određuju statistički parametri, 95% verovatnoća i dr?
3. Da li je uređaj urađen u skladu sa EN 50160? Da li su primenjeni i neki drugi standardi?

R-2.10 PRIMENA SEMONT SISTEMA ZA MONITORING EM POLJA VISOKIH FREKVENCIJA U OKOLINI TRAFOSTANICE 110/x kV “NOVI SAD 7”

Autori: G. NEDIĆ, Elektroprivreda Srbije, Novi Sad,
D. ANTIĆ, D. KLJAJIĆ, N. ĐURIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Rad prikazuje primenu Semont sistema za monitoring EM polja visokih frekvencija, pa ima istraživački, kao i praktični doprinos. Prenos informacija putem bežičnih komunikacionih veza odvija se na frekvencijama koje je moguće nadgledati Semont sistemom, ali je veoma interesantan problem EM polja niskih frekvencija koje je od interesa u slučaju transformatorskih stanica u gradskim područjima.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se vrši monitoring EM polja niskih frekvencija u okolini gradskih transformatorskih stanica?
2. Da li autori rada mogu proceniti da li su za odabrane merne tačke prekoračene vrednosti na niskim frekvencijama i za koliko?
3. Ako je u prvoj fazi formirana mreža mernih tačaka nad izabranom lokacijom, u kojim tačkama je uočen maksimum i zašto je izabran baš dati položaj lokacija L1 i L2? Zašto u trećoj fazi tačka P7 nije razmatrana (Tabela 3), ako je imala istu vrednost maksimalnog polja kao tačka P6? Osim vrednosti za jačinu električnog polja, da li su razmatrani i drugi limiti za izlaganje ljudi nejonizujućim zračenjima?

Preferencijalna tema 3:

Domaća i evropska tehnička regulativa o kvalitetu električne energije (standardizacija, tehnički propisi i postupci)

R-2.11 KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE I PROPISI

Autor: R. MILANKOV, Elektrovojvodina Novi Sad, ED Zrenjanin, Pogon Kikinda, Kikinda, Srbija

U radu je dat presek stanja zakonskih, podzakonskih akata i akata organizacija koje imaju dodirnih tačaka sa kvalitetom električne energije. Većina standarda iz domena kvaliteta električne energije je dostupna u domaćem izdanju, izdati su i objavljeni pod SRPS prefiksom – ima ih 69. Nijedan od ovih standarda nema obavezujuću težinu.

Međutim, svakodnevna praksa i najčešće postavljana pitanja u reklamacijama korisnika distributivnog elektroenergetskog sistema pokazuju nužnu potrebu za uvođenjem pojedinih parametara kvaliteta električne energije u zakonske okvire. Tako, na primer, dokumenti za priključenje, počevši od Ugovora o prodaji električne energije za javno snabdevanje, do zakonskih i drugih akata, na dosta uopšten način opisuju tehničke i druge aspekte isporučene robe, u ovom slučaju električne energije, koja je po svojoj prirodi posebna. To zahteva kvalitetnija rešenja i regulativu.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva je situacija u primeni postojećih zakonskih rešenja?
2. Koliko se koriste i primenjuju standardi o kvalitetu električne energije?
3. Da li ima problema u implementaciji standarda o kvalitetu električne energije u našim uslovima, s obzirom da su oni najčešće samo prevedeni IEC standardi?

Preferencijalna tema 5:

Uticaj nedovoljnog kvaliteta na rad potrošača (tehnički problemi, energetska efikasnost, pouzdanost, finansijski efekti, odnosi sa potrošačima...)

R-2.12 ANALIZA UTICAJA KVARA KOMPENZACIJE REAKTIVNE SNAGE NA RAD MODERNIH ELEKTRONSKIH DVOSMERNIH BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Autori: B. HOLIK, EPS Distribucija, Beograd, S. MARČETA, EPS Distribucija, Srbija

U radu je izvršena analiza nepravilnosti rada kompenzacije reaktivne snage koja se može uočiti na mernim mestima sa modernim elektronskim dvosmernim brojilima. Istaknuta je prednost ovakvih brojila u odnosu na indukciona, jer omogućavaju uočavanje i otklanjanje ovakvih kvarova. Rad ima svoj inženjerski doprinos, jer analizira primer iz prakse. Zaključeno je da se neki problemi kompenzacije reaktivne snage mogu rešiti zbog novih mogućnosti praćenja parametara mernog mesta koje pruža korišćenje modernih elektronskih brojila.

Pitanja za diskusiju:

1. Osim navedenog primera, da li su uočeni i analizirani slučajevi drugih kvarova koje je moguće uočiti ukoliko se primenjuju moderna elektronska brojila umesto indukcionih?
2. Koliko je ovakva analiza finansijski značajna za isporučioce električne energije i za potrošače?
3. Da li možete da procenite i druge pogodnosti praćenja parametara mernog mesta zbog korišćenja modernih elektronskih dvosmernih brojila električne energije?

R-2.13 GREŠKE AUTOMATSKE REGULACIJE NAPONA SA PRIMERIMA

Autori: S. SPREMIĆ, J.P. EPS, Tehnički centar N.Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Novi Sad, Srbija

U radu je dat pregled mogućih uzroka neispravnog rada automatske regulacije napona i opisano nekoliko posebnih slučajeva koji se odnose na neispravno uvezivanje, grešku uređaja uključenog u automatsku regulaciju napona i grešku projektovanja. Prikazana je detaljna analiza za slučajeve: 1) višestrukog neispravnog uvezivanja uređaja ARN i dodataka za paralelni rad; 2) paralelovanih sekundara naponskih transformatora; 3) neispravnog uvezivanja dodataka za paralelni rad. Zaključeno je da je ARN pod opterećenjem važan deo zaštite i upravljanja, čiji je osnovni zadatak da održava napon na željenom nivou, a u slučaju paralelnog rada da poveća pouzdanost napajanja i smanji gubitke optimalnom ravnomernom raspodelom opterećenja po transformatorima.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji problemi se javljaju usled kvarova i neispravnog rada automatske regulacije napona i kako se oni mogu otkloniti?
2. Koliko često se javljaju problemi usled neispravnog rada automatske regulacije napona i sa kakvim posledicama?
3. Da li se može proceniti materijalna šteta od ljudskih grešaka kao što je neispravno projektovanje, izvođenje i proračun?

Preferencijalna tema 6:

Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, elektromagnetna kompatibilnost

R-2.14 PROBLEMI U RADIJALNOJ MREŽI SREDNJEG NAPONA SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM NASTALI USLED FEROREZONANSE

Autori: S. MILORADOVIĆ, M. STANKOVIĆ, P.D. "Termoelektrane i kopovi Kostolac" d.o.o., Kostolac, Srbija

Rad predstavlja interesantnu analizu praktičnih problema nastalih u radijalnoj mreži SN sa izolovanom neutralnom tačkom usled ferorezonanse i daje načine rešavanja ovakvih problema. Posebno su razmatrani problemi pregorevanja naponskih induktivnih transformatora, neselektivnog reagovanja zemljospojne usmerene zaštite izvoda transformatorske stanice, ometanja rada odvodnika prenapona u mreži sa izolovanom neutralnom tačkom i problemi pri asimetriji energetskog transformatora kao potrošača.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su optimalni načini otklanjanja problema ferorezonanse u radijalnoj mreži?
2. Koji od prikazanih problema su najčešći u mreži SN, a koji sa najtežim posledicama za mrežu?
3. Da li postoji uticaj različitih tipova odvodnika prenapona na ovakve probleme?

R-2.15 PROBLEM ZAŠTITE 35 KV POSTROJENJA SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM U PLANINSKOM PODRUČJU OD PRENAPONA

Autori: M. SAVIĆ, R. KOVAČIĆ, M. ŽARKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija
M. MIJIĆ, Elnos BL, Banja Luka, Bosna i Hercegovina
M. BANJANIN, Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Kako bi se istražili mogući uzroci, urađena je studija atmosferskih prenapona kada su vodovi 35kV sa zaštitnim užetom na kamenitom terenu ispred postrojenja pogođeni atmosferskim udarom. Izvršena su eksperimentalna istraživanja kontrolisanog jednogpolnog zemljospoja sa lukom u 35kV sistemu. Urađena je i računarska simulacija prenapona pri jednogpolnom zemljospoju sa lukom. Rad je veoma interesantan i ilustrovan je odgovarajućim primerima iz prakse.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji sistem za detekciju atmosferskih pražnjenja omogućava uvid u gustinu atmosferskih pražnjenja na području Bosne i Hercegovine, kolika je pouzdanost tih podataka i da li je urađeno poređenje podataka?
2. Koja je procena broja i tipa odvodnika prenapona koje bi trebalo dodatno postaviti i gde?
3. Da li je u programu za proračun atmosferskih prenapona moguće uzeti u obzir i nagib terena na kome se nalazi postrojenje, stubovi i vodovi?

Preferencijalna tema 8:

Priključenje i rad malih elektrana (distribuiranih generatora) i drugih obnovljivih izvora električne energije i kvalitet električne energije (Tehnička preporuka 16 i sl.)

R-2.16 ANALIZA UTICAJA SOLARNE ELEKTRANE NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Autori: H. SALKIĆ, A. BIJEDIĆ, A. SOFTIĆ, JP EP BiH Elektrodistribucija Tuzla, Tuzla, Bosna i Hercegovina

U radu je predstavljeno istraživanje uticaja jedne male solarne elektrane na kvalitet električne energije u distributivnoj mreži. Razmatrana elektrana ima instalisanu snagu 21,5kWp i planiranu godišnju proizvodnju od 23.865MWh. Solarne elektrane je na distributivnu mrežu priključena preko transformatorske stanice 10/0,4kV, snage 100kVA, napojnim kablom X00-A 4x70mm². Izvršena su merenja u skladu sa Tehničkom preporukom TP-17 JP Elektroprivrede BiH, odnosno ispitivan je kriterijum dozvoljene snage, kriterijum kratkog spoja, kriterijum flikeri i kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika. Na osnovu merenja na licu mesta i obrade mernih podataka može se zaključiti da je samo jedanput došlo do narušavanja granične vrednosti standarda. To se desilo sa flikerom dugog trajanja, koji je samo u jednom obračunskom periodu prekoračio graničnu vrednost 1, te je iznosio 1,8284. Svi ostali parametri su unutar granica koje određuje standard i to uglavnom daleko od graničnih vrednosti.

Rad je veoma interesantan, jer daje praktična iskustva i performanse rada jedne solarne elektrane. Takođe, prikazuje način rada i iskustva stručnjaka iz regiona u vezi sa zahtevima priključenja malih elektrana.

Pitanja za diskusiju:

1. Solarna fotonaponska elektrana ima instalisanu snagu FN panela od 21,5 kWp. Koji je razlog da se elektrana ove snage na distributivnu mrežu povezuje preko transformatorske stanice 10/0,4 kV snage 100 kVA?
2. U zaključku navodite da se energija iz elektrane troši direktno na mestu proizvodnje bez transformacije na više naponske nivoe. Molimo Vas da objasnite da li se proizvedena energija iz solarne elektrane prenosi preko transformatorske stanice 10/0,4 kV u 10kV distributivnu mrežu ili su na 0,4 kV strani ove transformatorske stanice priključeni drugi NN potrošači?
3. Kakva je zaštita predmetne solarne fotonaponske elektrane od ostrvskog režima rada?

R-2.17 ZAJEDNIČKI UTICAJ FOTONAPONSKIH SISTEMA I ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA NA HARMONIJSKO IZOBLIČENJE STRUJA U URBANIM DISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA

Autori: D. TOVILOVIĆ, N. RAJAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

Rad je proizašao iz rezultata naučnih istraživanja pretpostavke pojave velikog broja malih solarnih elektrana i urbanih punjača za električna vozila. Radom je analizirana aktuelna problematika integracije fotonaponskih sistema i električnih vozila u postojeći distributivni sistem. Naglašeno je da pogoršanje kvaliteta električne energije može biti direktna posledica integracije ovih sistema i njihovog jednovremenog rada.

Rad je interesantan jer posmatra jednu moguću buduću situaciju u manjem gradu, gde se u distributivnoj mreži pojavljuju s jedne strane mali generatori, a sa druge mali potrošači/generator i sve to u relativno velikom broju. Ipak, mada se posmatra hipotetička situacija, rad je mogao imati veću dozu realnosti (objektivnosti), odnosno prikazana analiza je mogla biti bazirana na uslovima koji se mogu očekivati u dogledno vreme.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakvo je trenutno opredeljenje stanovništva u Doboju i okolini u vezi primene obnovljivih izvora energije, s obzirom na izgradnju termoelektrane u Stanarima?
2. Koliko je realno da na teritoriji grada Doboja u skorije vreme imamo situaciju da na industrijsku potrošnju od 180 kW bude instalirano 150kW solarnih FN sistema?
3. Na bazi kojih parametara (predviđanja) ste ocenili da je potrebno instalirati punjače na parkingu za 66 električnih vozila, a da se očekuje da se u radno vreme u kućama puni 34 vozila?

R-2.18 REGULACIJA NAPONA U NISKONAPONSKIM MREŽAMA SA DISTRIBUIRANOM PROIZVODNOM

Autori: I. DIMITRIJEVIĆ, EPS Distribucija, Direkcija za upravljanje DEES, Novi Sad,
S. SPREMIĆ, J.P. EPS, Tehnički centar N.Sad, Sektor održavanja EEO VN i MM, Novi Sad, Srbija

Mada ne sadrži samostalni istraživački rad, ovaj rad daje prikaz tehničkih rešenja regulacije napona u NN mrežama sa distribuiranom proizvodnjom električne energije, njihovih karakteristika i područja primene. U radu je zaključeno da korišćenje distribuiranih izvora u dubini NN DM može dovesti do poboljšanja kvaliteta napona, smanjenja nesimetrije na vodu i smanjenja gubitaka.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja se od rešenja regulacije napona u NN mrežama sa distribuiranom proizvodnjom primenjuju u Srbiji i koji su odlučujući faktori za izbor neke vrste od ovih rešenja?
2. Da li i kod nas operator distributivnog sistema primenjuje softverski alat u okviru DMS za određivanje uslova i optimalnog mesta priključenja distribuiranih izvora?
3. Možete li da opišete sadašnji i da procenite budući uticaj distribuiranih izvora energije u Srbiji na kvalitet napona?

R-2.19 TEHNIČKI USLOVI PRIKLJUČENJA I MULTILEVEL INVERTORI U DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE

Autori: N. SAVIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,
V. A. KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Siguran i pouzdan rad distribuiranih izvora energije (DEI) obezbeđen je energetskim pretvaračima (invertorima) preko kojih su DIE povezani na mrežu. Oni su poznati pod imenom mrežni invertori (*grid-tie inverter*) i obično su realizovani kao trofazni (u mostnoj konfiguraciji) upravljani sa PWM tehnikom. U tom obliku, oni najčešće zadovoljavaju tehničke uslove priključenja za male elektrane na distributivnu mrežu (niski ili srednji napon), koji važe u svetu i kod nas. Međutim, sve više zemalja usvajaju dodatne uslove koji se vezuju za rad ovih elektrana u slučaju kratkotrajnih poremećaja u mreži (naponskih varijacija, propada napona, kvara i sl.).

Jedan od novih puteva je razvoj invertora sa više nivoa (*multilevel inverter*). Pored sposobnosti da dostižu velike snage, multilevel invertori omogućuju bolje karakteristike izlaznog napona (manji sadržaj viših harmonika, jednostavnije filtriranje i dr.). DIE kao što su solarne fotonaponske elektrane, vetrogeneratori ili kombinovani (hibridni) izvori mogu se sa lakoćom povezati sa invertorima sa više nivoa i koristiti u mrežama kako niskog, tako i visokog napona. Povezivanjem nekog od DIE sa mrežom preko ovih invertora prevazilaze se neke od mana kao što su upotreba skupih, glomaznih i preteških transformatora, velika harmonijska distorzija izlaznih

napona i struja, itd. U radu je dat kratak pregled različitih rešenja multilevel invertora, kao i njihovog rada u svetlu postojećih zahteva mreže (*Grid Code*)

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su ključni uslovi za rad DEI u slučaju kvara u mreži i koliko se oni razlikuju u različitim državama?
2. Po vašem mišljenju, sa kojom vrstom multilevel invertora će se stručnjaci u elektrodistribucijama najverovatnije sresti u praksi u budućnosti?
3. Da li složenija struktura ovih invertora može doneti veće probleme u održavanju, nego koristi u radu?

INFORMACIJE

Preferencijalna tema 1:

Kvalitet isporučene električne energije (kvalitet napona) – viši harmonici, fliker, propadi napona, skokovi napona, kratki prekidi i drugi poremećaji u napajanju potrošača – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje, iskustva

I-2.20 UGRADNJA NN ORMANA ZA KOMPENZACIJU U CILJU POPRAVKE FAKTORA SNAGE NA KONZUMNOM PODRUČJU TS 110/35/10kV „BEOGRAD 18 – RALJA“

Autori: D. VUKOTIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd,
N. VRCELJ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“ a.d., Beograd,
R. TODORVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd,
A. MILOJKOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

U radu je data tehno-ekonomska analiza ugradnje kondenzatorskih baterija u cilju popravka faktora snage na ciljnom konzumnom području kojom se pokazuje izuzetna isplativost njihove ugradnje, pre svega na troškove poslovanja. Dat je niz korisnih operativnih podataka i konstatacija da se investicija isplati za oko jednu godinu, a efekat ugrađene kompenzacije je i poboljšanje naponskih prilika.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li postoji opasnost od pojave rezonancije, s obzirom na sve veći broj nelinearnih potrošača u mreži?
2. Kako utiču povećani troškovi održavanja za NN ormariće na vreme isplativosti?
3. Da li se slična kampanja planira i za neko drugo konzumno područje?

I-2.21 KVALITET ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNOM SISTEMU SRBIJE DO 2014. GODINE

Autori: M. RISTIĆ, D. ILIĆ, I. JAGODIĆ, G. BJELAJAC, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd,
R. MAKSIMOVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije-Ogranak RB Kolubara, Beograd,
Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, Srbija

U radu je dat prikaz kvaliteta isporuke električne energije kroz niz operativnih podataka o neplaniranim prekidima napajanja u periodu 2009. – 2014. god. u elektro-distributivnom sistemu Srbije. Podaci su upoređeni sa sličnim iz Austrije, Češke i Mađarske u periodu 2009. – 2011. god. Dati su predlozi za poboljšanje pouzdanosti rada sistema.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li postojeći parametri kvaliteta električne energije daju dovoljno podataka za poboljšanje naponskih prilika u mreži?
2. Da li postoji veza između privatizacije i znatno manjeg broja ispada u zemljama sa kojima je upoređeno stanje u Srbiji?



EC 2 Report

Expert committee 2

POWER QUALITY AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Chairman: Prof. dr Vladimir KATIĆ, University in Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia

PRESENTERS' REPORT FOR SESSION 2

Prof. dr Vladimir KATIĆ, University Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia
Doc. dr Vesna JAVOR, University Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia
Doc. Dr Boris DUMNIĆ, University Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia

Concerning Session 2 - Power quality in electricity distribution systems CIRED Serbia for X Conference on Electricity Distribution with regional participation - CIRED Serbia 2016, 8 preferential subjects were proposed:

1. Quality of supplied electricity (voltage quality) – higher harmonics, flicker, voltage dips, voltage pickup, brief interruptions and other disturbances in consumer supply – causes, propagation, immunity, elimination, experience
2. Devices and methods for measuring and monitoring the power quality (diagnostic methods, equipment, procedures, etc.)
3. The national and European technical regulations on power quality (standardization, technical regulations and procedures)
4. Terms of connecting non-linear consumers - higher harmonics, flicker, asymmetry – sources, propagation, terms of connecting, methods of eliminating
5. The impact of insufficient quality on the functioning of consumers (technical issues, energy efficiency, reliability, financial effects, consumer relations...)
6. Excess voltage and protection against excess voltage in electricity distribution, electromagnetic compatibility
7. Earthing disturbances and power quality
8. Connection and operation of small power plants (distributed generators) and other renewable energy sources and power quality (Technical recommendation 16, and similar)

The Session appointed Prof. Dr. Vladimira Katića, Assistant Professor Dr. Vesnu Javor and Assistant Professor Dr. Borisa Dumnića as their rapporteurs.

The Secretariat CIRED-Serbia received 30 applications, which were accepted as adequate. However, 23 full papers arrived in due time for the submission thereof. All papers were reviewed by competent reviewers (Assistant Professor Dr. Boris Dumnić, Assistant Professor Dr. Vesna Javor, Prof. Dr. Vladimir Katić, Prof. Dr. Lidija Korunović, Assistant Professor Dr. Dragan Milićević, Prof. Dr. Veran Vasić). After the reviews, entries of corrections by the authors and Session discussions, 19 papers were accepted as articles, whereas 2 papers were accepted as information.

The Session classified the articles by preferential subjects as follows: 8 papers belong to the first preferential subject, 2 papers belong to the second preferential subject, 1 paper belongs to the third, 2 papers belong to the fifth, 2 papers belong to the sixth and 4 papers belong to the eighth preferential subject. Both pieces of information were classified into the first preferential subject.

In preparing this report, the Expert rapporteurs applied observations, comments and questions from the reviewers, for which we would like to thank them very much.

Preferential subject 1:

Quality of supplied electricity (voltage quality) – higher harmonics, flicker, voltage dips, voltage pickup, brief interruptions and other disturbances in consumer supply – causes, propagation, immunity, elimination, experience

R-2.01

HOW TO REACH THE PRESTIGIOUS RELIABILITY AND QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY

Authors:

D. ČOMIĆ, D. CVETINOV, M. POROBIĆ, Ž. TANJGA, S. MILIVOJEV
"EPS Distribucija", Ogranak elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad, Serbia

The paper deals with the issue of reliability, as a measure of the quality of supplied electricity to consumers. It presents specific data on the duration of interruptions and on the reliability indicators of Electricity Distribution Novi Sad. It deals with the analysis made concerning the interruptions and points out the causes thereof. At the end, it gives the answer to the asked question included in the title of the paper, and proposes some measures in the field of maintenance of elements of the electricity distribution (ED) system and in the field of ED system management for the purpose of achieving prestigious reliability.

Questions for discussion:

1. Could a single parameter be defined as a measure of reliability and quality of supplied electricity in a system?
2. Is it possible to anticipate the place and time of outage based on historical data?
3. Could you assess the state of reliability and quality of supplied electricity in the other parts electricity distribution (not including ED Novi Sad)?
4. If the proposed measures were implemented, what would their effect be in the long-term period?
5. Could the proposed measures be applied in other Eds with equal success?

R-2.02

ANALYSIS OF POWER DELIVERY QUALITY INDICATORS IN DEES SERBIA

Authors:

M. BAČLIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Distributivno područje Novi Sad, Serbia
M. RADIĆ, JP EPS Beograd, Tehnički centar, Novi Sad, Serbia
Ž. POPOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak "ED Subotica", Subotica, Serbia

Indicators of power supply continuity, SAIFI, SAIDI and CAIDI are generally monitored in all parts of Electricity Distribution Serbia, whereas in Elektrovojvodina the power which has not been supplied, ENS, has been monitored as of 2002. ENS indicators are not based on the number of affected users of the electricity distribution system but actually on their consumption. The reliability of some facilities – parts of Electricity Distribution Serbia: TS HV/MV, MV/LV and parts of the grid can also be observed through these reliability indicators.

The paper demonstrates SAIFI and SAIDI indicators in the six recent years in five Serbian ED companies, in addition to the means of obtaining ENS indicators used in Elektrovojvodina and compares them mutually. At the end, it also presents an equivalent reliability indicator, which combines SAIDI, SAIFI and ENS as a single parameter when assessing the reliability of some plants in the Electric

Power System. On the basis of comparative presentation of the monitored quality of supplied electricity in parts of Electricity Distribution Serbia, the position of all parts has been perceived and conclusions drawn in which direction to proceed with the activities in the forthcoming period.

Questions for discussion:

1. How do you assess work on monitoring and acquiring data concerning the operation of Electricity Distribution Serbia, starting from the basic data on supplied electricity, parameters of quality, up to the indicators of operation reliability, etc.?
2. Could activities concerning maintenance and replacement of components or facilities in the electric power system be scheduled by applying the proposed single parameter of reliability, or is it suitable only for comparing parts of the electric power system?
3. Did ENS monitoring improve the quality of operation in Elektrovojvodina?

R-2.03

NETWORK AND USER INTERACTION ON POWER QUALITY

Authors:

J. ČARNIĆ, EPS, Distributivno područje Novi Sad, Novi Sad,
R. MILANKOV, EPS, Distributivno područje Novi Sad, pogon Zrenjanin,
M. RADOSAVLJEV, EPS, Distributivno područje Novi Sad, Novi Sad, Serbia

The transmission system and their users, as well as the distribution system and their users have an interactive effect and bear the consequences when the power quality parameters are violated. The paper presents the results of the Committee for measuring power quality in Elektrovojvodina. The Committee has been monitoring the power quality parameters over four years. The obtained results were classified according to: reasons for measuring, type of interaction, place of disturbance and direction of generated phenomenon. These measurement results are the basis for revealing generated disturbances affecting the operation of consumers concerning other customers, as well as the potential issue, which might become more expressed in the forthcoming period.

The paper is very important, as it provides some data on the level of power quality in electricity distribution. Of particular value are presentations of voltage dips in the case of large industrial consumers, technical details and analysis of the cause of phenomenon. Nevertheless, the further course of the issue remains to be considered in some other paper.

Questions for discussion:

1. Does the Committee for measuring power quality have a unit for continuous quality monitoring or does it only act in the case of complaints made by consumers?
2. Do the results of the Committee's work affect grid scheduling and maintenance?
3. What is the following procedure in dealing with issues addressed in the consumers' complaints?

R-2.04

ANALYSIS OF THE QUALITY OF ELECTRICITY IN THE DEREGULATED POWER SYSTEM

Authors:

B. ČUPIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd, Serbia
A. MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Beograd, Serbia
Ž. MARKOVIĆ, Elektroprivreda Srbije, Beograd, Serbia
B. GRUJIČIĆ, Elektromreže Srbije, Beograd, Serbia
B. ARSIĆ, Elektromreže Srbije, Beograd, Serbia

The paper presents the basic concepts of power quality and key parameters for its assessment, well-known by experts. The value of the paper lies in measured data and their analysis. It demonstrates testing of power quality factors in medium-voltage electricity distribution through the results of measured power quality parameters in 10kV feeder, which supplies the old building of the National Dispatch Centre (NDC), owned by the Power Network of Serbia, in Belgrade. Certain deviations of power quality parameter concerning voltage dips, transient voltage variations and excessive variations of supply voltage were perceived. An analysis was done for these phenomena and some possible solutions were proposed.

Questions for discussion:

1. What is the state of power quality in a deregulated system, compared to the former state?
2. Is the deteriorated/improved power quality the consequence of deregulation? What is your opinion?
3. What can be actually concluded from the report included in Fig.3? Are any data, diagrams and similar obtained, which might be used in event analysis?

R-2.05

POWER QUALITY IN INDUSTRIAL SECTOR

Author:

I. RAMLJAK, J.P "Elektroprivreda HZ-HB" d.d., Mostar, Bosnia & Herzegovina

This article deals with the results of measured power quality on four different types of industrial consumers at the point of connecting those facilities to the electricity distribution grid. Measurement and analysis were carried out according to EN 50160 and relevant IEEE standards. This concerns four types of facilities: factory for network fittings and fixtures, a large design bureau with over 100 computers and veliki and server room, factory for processing PVC and plastic, as well as a printing shop. The results obtained by measurement show that there are certain deviations concerning power quality in relation to the standards. Those issues occur partly due to the status of electricity distribution supplying these consumers, and partly due to the actual technological aspect of each separate type of industrial facility. Based on those results, the existing issues can be diminished and potential issues in terms of power quality can be prevented.

Questions for discussion:

1. How serious are the perceived deviations concerning power quality parameters in the case of observed industrial consumers, taking into account the international standards?
2. Were any negative phenomena perceived in the functioning of these industrial consumers or in their power environment?
3. Can assessments concerning these industrial consumers be generalized for consumers as well, and can you assess the state of power quality concerning industrial consumers in Mostar?

R-2.06 ISSUES OF VOLTAGE MEASUREMENTS AT MEDIUM VOLTAGE NETWORK WITH NON-SINUSOIDAL VOLTAGE

Authors: D. ČOMIĆ, EPS Distribucija, Ogranak Elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad,
D. PEJIĆ, Z. MITROVIĆ, B. ANTIĆ, P. SOVILJ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia

The paper deals with the issue of voltage measuring in the MV grid, by monitoring the voltage quality of supply in the MV measuring cell or at the point of power delivery to the customer. The paper describes the use of conventional voltage measurement transformer (VMT), as well as the new VMT without the ferromagnetic core.

It shows the new complex periodical voltage criterion based on the principle of the primary winding resistance distributor and connecting the integrated harmonics criterion to the secondary winding with no magnetic core. The paper may be considered as a valuable scientific contribution of a group of authors presenting the testing of unconventional VMT by application of the stochastic method using the integrated harmonics criterion.

Questions for discussion:

1. What is the range of proposed model implementation?
2. What is the advantage of this model, compared to other measurement models and is the implementation thereof scheduled to be done in practice?
3. Is the same model applicable in high voltages and what kind of modifications are required?

R-2.07 MEASURING HIGHER HARMONICS AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN NOVI SAD

Authors: V. A. KATIĆ, Z. ČORBA, D. MILIĆEVIĆ, B. DUMNIĆ, B. POPADIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia

The Faculty of Technical Sciences (FTS) Novi Sad educates over 14,000 students, and classes are conducted in a space covering approximately 30,000 m² in seven separate buildings. In addition to the teaching premises, there is also a great number of labs with different research equipment, one central and several distributed computer centres and a classroom with a great number of computers and other computer equipment, as well as many auxiliary systems and facilities. Two photovoltaic power plants have also been connected, as sources of "green" energy. As the result of their operation in some segments of the internal faculty power grid there is a higher or lower degree of "pollution" by higher harmonics, which creates potential danger of undesired negative effects.

In order to define the risk level, regular yearly measuring of all quality parameters is done at FTS in accordance with the European and Serbian EN/SRPS 50160 standard. State of the art measuring equipment is used for testing the quality parameters in accordance with the requirements in these standards - instrument C.A. 8332, manufactured by *Chauvin Arnoux*.

The paper demonstrates some characteristic results of higher harmonics measured at FTS, analyzes their causes, defines the level of danger of some negative effects, their phenomena in the grid, by measuring the results with the data (limits) prescribed in the existing legal regulations and standards.

The paper is considered as a beneficial piece of information and experience for experts in terms of the state of power quality in a public educational, scientific and research institution. Of particular importance in these results is the information that two small power sources – solar PV power plants, are connected to the grid.

Questions for discussion:

1. What is the general conclusion regarding the state of power quality at FTS, taking into account that such measuring has been done for many years?
2. Higher current harmonics have great value. How dangerous is that for the system and other consumers?
3. Does the existing experience show that such measuring has discovered a potential indication of possible grid issues? What measures have you taken?

R-2.08 ANALYSIS OF INDUCED ELECTROMOTIVE FORCE IN PHASE CONDUCTORS OF DISTRIBUTION OVERHEAD LINE CAUSED BY PHASE-TO-GROUND FAULT ON HIGH VOLTAGE TRANSMISSION OVERHEAD POWER LINE

Authors: M. GRBIĆ, A. PAVLOVIĆ, D. SALAMON,
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Serbia

The paper deals with analyses and results of the electromotive force induced in 35kV phase conductors in the distribution overhead line due to 1f earthing in HV 400kV transmission lines near the distribution line, for the purpose of analyzing the most critical case concerning manpower safety when connecting new substations. The paper has value in terms of scientific and practical contribution.

Questions for discussion:

1. Simplification of the issue by installing all three lines at the same height level is unrealistic, due to crossover. In what way has it been established that there are no deviations due to such simplification?
2. In what way was the sufficient number of subsegments by sections established for calculating the electromotive force (Tables 1 and 2)? Why was 1 subsegment for 450m chosen for section III, and for section IV were required 2 for 90m for 451/1, and 6 for 451/2? For example, why were 8 taken for 451/1 for section I, and 3 for 451/2?
3. As γ in expressions (1), (2), (3) and (5) is by dimensions the reciprocal value of length, should the metre unit which multiplies expressions $0.5/\gamma$ and $5/\gamma$ in (6) in comparison with length D be left out?

Preferential subject 2:

**Devices and methods for measuring and monitoring the power quality
(diagnostic methods, equipment, procedures, etc.)**

R-2.09 INTRODUCING THE OUTDOOR DEVICE FAMILY DEVELOPED BY OUR COMPANY THAT CAN LOG THE POWER QUALITY OF A 0,4 KV THREE-PHASE NETWORK VIA GPRS TELEMETERING (EN 50160)

Authors: I. ČASAR, Villbek D.o.o., Segedin, Hungary
K. PALUŠEK, Palušek inžinjering, Segedin, Hungary

The paper deals with the newly-developed family of field instruments (IP67 make), serving for measuring and recording of power quality in 0.4kV power grids. Devices in a time frame set in advance measure and acquire average, maximum and minimum data, as well as wave forms appearing under terms defined in advance. Such data are stored in the internal memory and transferred by GPRS communication into the central server. The data are accessible via Internet.

The paper is interesting, as there is a growing need in this field for practical measuring systems, suitable for field measuring. Nevertheless, the authors have failed to mention the advantages of the proposed solution in relation to the existing ones.

Questions for discussion:

1. What are the advantages of the proposed solution in relation to the already existing ones?
2. The paper states that "Gathered parameters are stored in the following form: minimum and maximum value during the acquisition period, average value in that period". Is that completely true? If so, how are the statistical parameters determined with 95% probability, etc.?
3. Is the device made in accordance with EN 50160? Are any other standards applied?

R-2.10 THE SEMONT SYSTEM UTILIZATION FOR HIGH-FREQUENCY EMF MONITORING IN VICINITY OF 110/x kV "NOVI SAD 7" POWER SUBSTATION

Authors: G. NEDIĆ, Elektroprivreda Srbije, Novi Sad,
D. ANTIĆ, D. KLJAJIĆ, N. ĐURIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia

The paper demonstrates implementation of the Semont system for monitoring EM high frequency field, and it has a scientific and practical character. Data transfer by means of wireless communication is performed at high frequencies which can be supervised via the Semont system, but what is also interesting is the issue of EM low frequency fields particularly in the case of substations in urban regions.

Questions for discussion:

1. Is there any monitoring of EM low frequency fields in the neighbourhood of urban substations?
2. Can the authors of the paper assess whether for the selected points of measure the values at low frequencies were exceeded, and if so, how much?
3. If in the first phase, a grid of the points of measure for the selected site was formed, in which points was the maximum perceived and why was the specific given position of L1 and L2 sites selected? Why wasn't point P7 (Table) considered in the third phase, if it had the same maximum field value as point P6? In addition to the power field intensity, were any other limits concerning the exposure of people to non-ionized radiation considered?

Preferential subject 3:

The national and European technical regulations on power quality (standardization, technical regulations and procedures)

R-2.11 POWER QUALITY AND REGULATIONS

Author: R. MILANKOV, Elektrovojvodina Novi Sad, ED Zrenjanin, Pogon Kikinda, Kikinda, Serbia

The paper deals with the state of legal enactments, bylaws and other enactments of companies which have something to do with power quality. Most standards from the domain of power quality are available in Serbian language. They are issued and published under the SRPS prefix – there are 69 of them. None of these standards are binding.

However, daily practice and the most frequently asked questions in the complaints of power distribution consumers show an urgent need for including certain power quality parameters into the legal framework. In accordance with that, the documents concerning connection, starting with the Agreement on selling electricity for public supply, up to the legal and other enactments, describe in a

rather general way the technical and other aspects of supplied goods, in this case electricity, which is specific by nature. This requires higher quality solutions and regulations.

Questions for discussion:

1. What is the situation like regarding the implementation of existing legal solutions?
2. How much are the power quality standards used and applied?
3. Are there any issues concerning the implementation of power quality standards in our situation, taking into account that they are most frequently only in the form of translated IEC standards?

Preferential subject 5:

The impact of insufficient quality on the functioning of consumers (technical issues, energy efficiency, reliability, financial effects, consumer relations...)

R-2.12 ANALYSIS OF IMPACT OF REACTIVE POWER COMPENSATION MALFUNCTION ON WORKING OF MODERN STATIC ELEKTRICITY METERS

Authors: B. HOLIK, EPS Distribucija, Beograd, S. MARČETA, EPS Distribucija, Serbia

The paper analyzes irregularities concerning the functioning of reactive power condenser which can be perceived in points of measure with the state of the art electronic two-way metres. It emphasizes the advantage of such metres compared to the induction ones, as they enable detection and elimination of such faults. The paper gives a contribution in terms of engineering, as it analyzes an example from practice. A conclusion is made that some reactive power condenser issues can be solved owing to new possibilities for monitoring the point of measure parameters by using state of the art electronic metres.

Questions for discussion:

1. Apart from the aforesaid example, were any cases of other faults detected and analyzed, where it was possible to detect them by application of modern electronic metres instead of the induction ones?
2. How much is such analysis financially important for power suppliers and consumers?
3. Can you also assess any other advantages in terms of monitoring the point of measure by means of state of the art electronic two-way metres?

R-2.13 ERRORS OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION WITH EXAMPLES

Author: S. SPREMIĆ, J.P. EPS, Tehnički centar N.Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Novi Sad, Serbia

The paper gives an overview of possible causes of faulty functioning of automatic voltage control and describes several special cases referring to faulty binding, faulty device included in automatic voltage control (AVC) and faulty designing. A detailed analysis is given for the following cases: 1) multiple faulty binding of automatic auxiliaries for parallel operation. It was concluded that automatic on-line voltage control is an important part of protection and control, where the basic purpose is to maintain the voltage on the desired level, and in the case of parallel operation to increase supply reliability and reduce losses by means of a balanced load distribution along the transformers.

Questions for discussion:

1. What kind of issues occur due to breakdowns and faulty operation of automatic voltage control and how can they be eliminated?
2. How often do issues occur due to faulty operation of automatic voltage control and what are the consequences thereof?
3. Can the material damage resulting from human error be assessed, such as faulty designing, execution of works and calculations?

Preferential subject 6:

Excess voltage and protection against excess voltage in electricity distribution, electromagnetic compatibility

R-2.14 PROBLEMS IN RADIAL MEDIUM VOLTAGE NETWORKS WITH ISOLATED NEUTRAL POINT CAUSED BY FERRORESONANCE

Authors: S. MILORADOVIĆ, M. STANKOVIĆ, P.D. "Termoelektrane i kopovi Kostolac" d.o.o., Kostolac, Serbia

The paper gives an interesting analysis of practical issues occurring in the radial LV network insulated by neutral point due to ferroresonance and gives the ways for dealing with such issues. Special consideration is given to the issues of voltage inductive transformer blow out, unselective reaction of directed earthing protection of substation feeder, disturbances caused in surge diverter operation in the network insulated by neutral point and issues regarding asymmetry of consumer power transformer.

Questions for discussion:

1. What are the optimal ways of eliminating ferroresonance issues in the radial network?
2. Which of the demonstrated issues are most frequent in the MV network, and which have the gravest consequences on the network?
3. Is there an impact of different types of surge diverters on such issues?

R-2.15 AN OVERVOLTAGE PROTECTION PROBLEM OF THE 35 KV SUBSTATION WITH INSULATED NEUTRAL CONNECTED TO OVERHEAD LINE IN MOUNTAINOUS REGIA

Authors: M. SAVIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Serbia
R. KOVAČIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Beograd, Serbia
M. ŽARKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Beograd, Serbia
M. MIJIĆ, Elnos BL, Banja Luka, Bosnia & Herzegovina
M. BANJANIN, Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu, Istočno Sarajevo, Bosnia & Herzegovina

In order to investigate the possible causes thereof, a study was made on the atmospheric lightning phenomenon when 35kV lines with shield wires on rocky terrain in front of the facility were struck by lightning. Experimental research was done in respect of controlled single-pole earthing with arcing in the 35kV system. A computer simulation was made showing lightning in single-pole earthing with arcing. The paper is very interesting as it includes appropriate examples from practice.

Questions for discussion:

1. Which system for detection of lightning gives insight into lightning density on the territory of Bosnia & Herzegovina, what is the reliability level of such data and have the data been compared?
2. What is the estimated number and type of surge diverters which should be additionally installed and should they be installed?
3. Is it possible to include into the programme for estimation of lightning also the gradient of terrain on which the facility, pillars and lines stand?

Preferential subject 8:

Connection and operation of small power plants (distributed generators) and other renewable energy sources and power quality (Technical recommendation 16, and similar)

R-2.16 ANALYSIS OF SOLAR POWER PLANT IMPACT ON DISTRIBUTION NETWORK POWER QUALITY

Authors: H. SALKIĆ, A. BIJEDIĆ, A. SOFTIĆ, JP EP BiH Elektro distribucija Tuzla, Tuzla, Bosnia & Herzegovina

The paper includes research work concerning the impact of a small solar power plant on power quality in electricity distribution. The considered power plant has an installed capacity 21.5 kWp and scheduled yearly production of 23,865 MWh. The solar power plant is connected to the distribution grid via 10/0.4 kV substation with 100 kVA in output, by supply cable X00–A 4x70mm². Measuring was done in accordance with the Technical recommendation TP-17 PE Electric Power Industry of B&H, and the permitted load criterion, short circuit criterion, flicker criterion and higher currents harmonics criterion were tested. On the basis of on the spot measuring and processing of measured data, it may be concluded that the standard limit value was compromised only once. This occurred with the long duration flicker, which only once exceeded the limit value 1, so that it amounted to 1.8284. All other parameters are within the limits defining the standard, mostly far from the limit values.

The paper is very interesting as it deals with practical experience and solar plant performances during operation. It also demonstrates the operation procedure and experience of regional experts in reference with the requirements concerning connection of small power plants.

Questions for discussion:

1. The solar photovoltaic power plant has an installed capacity of 21.5 kWp in PV panels. What is the reason for connecting a power plant of this capacity to the electricity distribution grid through a 10/0.4 kV substation with 100 kVA in output?
2. In the conclusions it is said that the power plant energy is consumed directly at the place of production with no transformation to higher voltage levels. Would you please explain whether the energy generated in a solar power plant is transferred through 10/0.4 kV substation to the 10kV electricity distribution grid or whether other LV consumers are connected to 0.4 kV in this substation?
3. What kind of protection against the insular operation regime is there in the referent solar photovoltaic power plant?

R-2.17 SIMULTANEOUS IMPACT OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AND ELECTRIC VEHICLES ON HARMONIC DISTORTION OF CURRENTS IN URBAN DISTRIBUTION SYSTEMS

Authors: D. TOVILOVIĆ, N. RAJAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Serbia

The paper is the result of scientific and research work concerning the assumed phenomenon of a large number of small solar power plants and urban chargers for electric vehicles. The paper analyzes the current issue of integrating photovoltaic systems and electric vehicles into the existing electricity distribution system. It emphasizes that power quality deterioration may be the direct consequence of integration of these systems and their simultaneous operation.

The paper is interesting as it observes a possible situation that might happen in a small town, where there are small generators on one side of the electricity distribution grid, and small consumers/generators on the other side and all that in a comparatively large number. Nevertheless, although a hypothetical situation had been observed, the paper should have had a greater dose of reality (objectivity), and the given analysis could have been based on conditions that could be expected in the foreseeable time.

Questions for discussion:

1. What is the current stand of the population in Dobož and its neighbourhood concerning the implementation of renewable energy sources, taking into account the construction of a thermal power plant in Stanari?

2. How realistic is it to expect to have a situation in the near future where 150kW solar PV systems would be installed in industrial consumption of 180kW on the territory of the city of Dobo?
3. Based on which parameters (expectations) did you assess that it was necessary to install chargers on a parking lot for 66 electric vehicles, and that 34 vehicles were expected to be charged in homes during the working hours?

R-2.18 VOLTAGE REGULATION AT LOW VOLTAGE NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION

Authors: I. DIMITRIJEVIĆ, EPS Distribucija, Direkcija za upravljanje DEES, Novi Sad,
S. SPREMIĆ, J.P. EPS, Tehnički centar N.Sad, Sektor održavanja EEO VN i MM, Novi Sad, Serbia

Although it does not include independent research work, this paper gives an overview of the technical solutions for voltage control in LV grids with distributed power production, their characteristics and the regions of implementation. The paper concludes that the use of distributed sources in the depth of the LV Distribution grid can result in better power quality, smaller asymmetry in the line and smaller losses.

Questions for discussion:

1. Which voltage control solutions in LV grids with distributed power production are implemented in Serbia and what are the predominant factors for selecting some types of these solutions?
2. Does our distribution system operator apply software tools within DMS for setting the requirements and the optimal place for connection of distributed sources?
3. Can you describe the present and estimate the future impact of distributed energy sources on power quality in Serbia?

R-2.19 TECHNICAL CONNECTION CONDITIONS AND MULTI LEVEL INVERTORS IN DISTRIBUTED ENERGY SOURCES

Authors: N. SAVIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,
V. A. KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia

Safe and reliable operation of distributed energy sources (DES) is provided by energy inverters through which the DES are connected to the grid. They are known as *grid-tie inverters* and are generally implemented as three-phase ones (in a bridge configuration) and managed by PWM technique. In that form, they generally meet the technical requirements for connection of small power plants to the distribution grid (low or medium voltage), applied worldwide and in our country. However, more and more countries have been adopting additional requirements concerning the operation of these power plants in the case of short-circuit grid disturbances (voltage variations, voltage dips, breakdowns, etc.).

One of the new ways is to encourage *multilevel inverter* development. In addition to their ability to achieve great capacity, multilevel inverters provide better characteristics of the exit voltage (lower content of higher harmonics, more simple filtration, etc.) DES such as solar photovoltaic power plants, wind generators and combined (hybrid) sources can easily be connected by multilevel inverters and used both in LV and HV grids. Connecting some of the DES through these inverters helps in dealing with disadvantages such as the use of expensive, huge and too heavy transformers of great harmonic distortions of exit voltage and currents, etc. The paper gives a brief overview of different multilevel inverter solutions, as well as their operation in the light of the existing *Grid Code*.

Questions for discussion:

1. What are the key requirements for DES operation in cases of breakdowns in the grid and how much do they differ in different countries?
2. To your mind, what type of multilevel inverters will electricity distribution experts most probably deal with in future practice?
3. Can the more complex structure of these inverters cause greater issues concerning maintenance, compared to their benefits in operation?

INFORMATION

Preferential subject 1:

Quality of supplied electricity (voltage quality) – higher harmonics, flicker, voltage dips, voltage pickup, brief interruptions and other disturbances in consumer supply – causes, propagation, immunity, elimination, experience

I-2.20 INSTALLING LV CABINET FOR COMPENSATION WITH A GOAL OF FIXING CAPACITY FACTOR AT THE CONSUMPTION AREA OF PRIMARY STATION 110/35/10 KV "BELGRADE 18 - RALJA"

Authors: D. VUKOTIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd,
N. VRCELJ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“ a.d., Beograd,
R. TODORVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd,
A. MILOJKOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Serbia

The paper gives a techno-economic analysis of built-in condenser batteries for the purpose of fixing the power factor in the target consumption region, stating the extreme cost/benefits of their installation, primarily in terms of operation costs. It gives a great number of operational data and facts proving that the investment will be paid off approximately within a year, and the effect of installed condenser batteries will be reflected in a better voltage.

Questions for discussion:

1. Is there any danger of the resonance phenomenon, bearing in mind the growing number of non-linear consumers in the grid?
2. How are increased maintenance costs of LV cubicles reflected in the pay off time?
3. Is a similar campaign scheduled for any other region?

I-2.21

QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY IN DISTRIBUTION SYSTEM IN 2014 TO SERBIAN

Authors:

M. RISTIĆ, D. ILIĆ, I. JAGODIĆ, G. BJELAJAC, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd,
R. MAKSIMOVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije-Ogranak RB Kolubara, Beograd,
Z. RISTIĆ, PEP, Beograd, Serbia

The paper gives an overview of the quality of supplied electricity through a great number of operational data concerning unscheduled interruptions of supply, in Serbian electricity distribution in the period 2009 – 2014. The data are compared with similar ones referring to Austria, the Czech Republic and Hungary in the period 2009 – 2011. Suggestions are given regarding better operation reliability.

Questions for discussion:

1. Do existing power quality parameters provide sufficient data for improved voltage in the grid?
2. Is there a connection between privatization and a considerably smaller number of outages in countries which the Serbian situation was compared with?



R-2.01

KAKO POSTIĆI PRESTIŽNU POUZDANOST I KVALITET U ISPORUCI ELEKTRIČNE ENERGIJE

D. ČOMIĆ, D. CVETINOV, M. POROBIĆ, Ž. TANJGA, S. MILIVOJEV
ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija

Savremeno društvo ima sve veću potrebu za električnom energijom i zato se sve više obraća pažnja na kontinuitet i kvalitet isporučene električne energije.

Sofisticirana oprema kod kupaca električne energije u kategoriji domaćinstvo oseća sve prekide i promene napona, a kod kupaca u privredi posledice su još veće i odražavaju se na proizvodnju izazivajući „škart“ proizvoda ili kompletan zastoj u proizvodnom procesu.

Distributeri, posebno tehnička lica koja upravljaju tokovima energije, imaju zadatak i odgovornost da svojim aktivnostima utiču na povećanje pouzdanosti u napajanju kupaca električnom energijom.

U zavisnosti od: stručne obučenosti, pravovremeno preduzetih aktivnosti, osavremenjavanja procesa upravljanja elementima elektroenergetskog sistema (EES) koji su u funkciji distribucije, aktivnog praćenja EES, kontinualne analize EES i pogonskih događaja, preventivne promene uklopnog stanja, optimalnog planiranja isključenja i još niza aktivnosti postiže se prestižna pouzdanost i kvalitet u isporuci električne energije.

Danas je uobičajena praksa u elektrodistributivnim preduzećima u svetu korišćenje standardnih IEEE pokazatelja pouzdanosti (SAIDI, SAIFI, CAIDI) u cilju određivanja nivoa pouzdanosti koji se ogleda u smanjenju vremena i broja prekida u napajanju električnom energijom svojih konzuma. Takođe, ovi pokazatelji služe kao merilo pomoću koga je moguće vršiti upoređivanje kvaliteta nivoa usluga elektrodistributivnih preduzeća.

U "EPS Distribucija Beograd" d.o.o., Ogranak Novi Sad poslednjih godina preduzete su mere tehničke prirode na poboljšanju pokazatelja pouzdanosti koje su se odvijale u dva osnovna pravca:

- mere primenjene u oblasti održavanja elemenata distributivnog sistema i
- mere primenjene u oblasti upravljanja distributivnim sistemom.

Oba navedena pravca su obuhvatila pojedine geografske oblasti, kao delove konzuma, u kojima su postojali učestali kvarovi (na primer šumoviti predeli Fruške Gore), uzimajući u obzir i starost odnosno loše karakteristike ugrađene opreme. Mere u oblasti održavanja elemenata sistema su podrazumevale zamenu izolatora na nadzemnim vodovima, zamenu provodnika na nadzemnim vodovima slaboizolovanim provodnikom ili samonosivim kablovskim snopom, rekonstrukciju konzola, zamenu prekidača u TS SN/SN, zamenu SN bloka u TS SN/NN, zamenu SN kablovskih vodova starije proizvodnje, orezivanje rastinja u blizini nadzemnih vodova, ugradnju odgovarajućih zaštitnih releja koji omogućavaju uključenje opterećenih konzuma i drugo.

Mere u oblasti upravljanja su podrazumevale dalju primenu sistema daljinskog upravljanja u SN mreži, ugradnju indikatora kvarova kako u SN nadzemnoj mreži tako i u kablovskoj mreži i druge.

Autori se u ovom radu bave prikazom dominantnih aktivnosti i efekata postignutih u „EPS Distribucija“ doo Beograd, Ogranak Novi Sad, na povećanju pouzdanosti EES pod ingerencijom Operatora Distributivnog Sistema (ODS), odnosno Ogranka.

Ključne reči: pokazatelji pouzdanosti, kvalitet električne energije.

HOW TO REACH THE PRESTIGIOUS RELIABILITY AND QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY

Modern society has expanded demands for electricity supply and thus utilities pay attention to quality and continuous supply of electrical energy. Residential consumers feel every voltage swell or sag as well as industry consumers. This may cause malfunction of equipment in production process. Distribution control centers manage the load flow and have the task and responsibility to improve reliability performance.

Depending on the crew education, activities undertaken in due time, up to date distribution data management system and SCADA, continuous analysis of distribution system and fault management, predictive change and optimal planning of network configuration, high reliability and power quality can be achieved.

Today, it is common practise in the electric utility industry to use the standard IEEE reliability indices (SAIDI, SAIFI, CAIDI) to track and benchmark reliability performance. Indices serve as valuable tools to compare utility reliability performance.

In "EPS Distribucija Beograd" d.o.o, Ogranak Novi Sad many techniques in order to improve indices have been used in recent years and they have been conducted in two different ways:

- techniques applied in maintenance in distribution network and
- techniques applied in distribution network management

Both ways include specific regions, as part of the network, with frequent outages (for instance Fruska Gora forest) taking into account ageing and poor quality of equipment. Techniques applied in maintenance in distribution network include replacement of insulators on overhead lines, conductors with self – carrier cables, circuit breakers in MV/MV, MV equipment in MV/LV substations, old MV cables, modification of tree trimming schedules, implementation of specific relays with cold load pick up or other actions.

Techniques applied in distribution network management consider advanced implementation of SCADA in MV network and fault indicators installed on overhead lines or underground cables.

This paper deals with mentioned important activities and benefits achieved in utility „EPS Distribution“ doo Belgrade, Branch Novi Sad under authority of Distribution System Operator (ODS) in order to enhance realibility performance.

Key words: reliability indices, power quality.



ANALIZA POKAZATELJA KVALITETA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U DEES SRBIJE

M. BAČLIĆ*, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad,

M. RADIĆ, JP EPS Beograd, Tehnički centar, Novi Sad, Srbija

Ž. POPOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Subotica", Subotica, Srbija

Sistematsko praćenje prekida napajanja potrošača i analiza pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije prethodnih godina, omogućava kvalitetniji pristup prilikom planiranja održavanja i razvoja upravljanja distributivnom mrežom.

Pokazatelji neprekidnosti isporuke električne energije, SAIFI, SAIDI i CAIDI se uobičajeno prate u svim delovima DEES Srbije, dok se u Elektrovojvodini prati i neisporučena električna energija ENS od 2002. godine.

Pouzdanost pojedinih objekata – delova DEES: TS VN/SN, SN/NN i delova mreže se takođe može posmatrati kroz pokazatelje pouzdanosti i na osnovu njih oceniti i preporučiti za dalje održavanje ili rekonstrukciju.

Pokazatelj ENS se ne bazira na broju pogođenih korisnika distributivnog sistema nego na njihovoj potrošnji. U radu su prikazani načini dobijanja pokazatelja ENS koji se koriste u Elektrovojvodini i njihovo međusobno poređenje.

Na kraju je prikazan i ekvivalentni pokazatelj pouzdanosti koji kombinuje SAIDI, SAIFI i ENS kao jedinstveni parametar prilikom ocenjivanja pouzdanosti pojedinih objekata EES.

Analizom prekida se utvrđuju najčešće vrste kvarova i kritični elementi u distributivnoj mreži, a nakon toga se formiraju i planovi za njihovo pojačano održavanje, zamenu ili rekonstrukciju.

Na osnovu uporednog prikaza praćenja pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije u delovima DEES Srbije sagledane su pozicije svih delova i izvedeni zaključci u kom pravcu treba usmeriti aktivnosti u narednom periodu.

Ključne reči: kvalitet isporuke, pokazatelji, podsticaj, poređenje.

ANALYSIS OF POWER DELIVERY QUALITY INDICATORS IN DEES SERBIA

Systematic monitoring of power interrupts and reliability indicator analyses for last years, enabled coordination between maintenance, managing and for future expansion of network managing utility network.

Monitoring of reliability indicators for delivered electrical energy SAIFI, SAIDI CAIDI are monitored in all parts of DEES Serbia, but Elektrovojvodina from 2002 started to monitor ENS – Energy Not Supplied.

Reliability of each object or it's element: TS VN/SN, SN/NN or part of utility network can be also observed through reliability indicators which leads to improving system of maintenance planning, reconstruction and investing in new objects.

Indicator ENS is not based on number of customer without power then on their consumption. In the paper are shown some ways of calculating of indicator ENS which are used and their comparing.

At the end is presented equivalent reliability indicator which combine SAIDI, SAIFI and ENS like unique parameter for comparing and evaluation of reliability of each part or element in system.

Analysing outage reports, we can determine the most frequent types of failure and critical parts in utility network, and then we forming list of elements for substitution and enforced maintenance.

Comparing results of analyse of reliability indicator in parts of DEES Serbia, we found our place on list and made some conclusions for future steps for improving our network.

Keywords: Quality of delivered electrical energy, reliability indicators, stimulative measures, comparing.



R-2.03

INTERAKCIJA MREŽE I KORISNIKA NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE

Jovan ČARNIĆ, Elektrovojvodina, Novi Sad, Srbija

Radislav MILANKOV, Elektrovojvodina, Novi Sad, Elektrodistribucija Zrenjanin, Pogon Kikinda

Prenosna mreža i njeni korisnici, kao i distributivna mreža i njeni korisnici, u međusobnim interakcijama i svojim radom utiču i trpe posledice kada je u pitanju narušavanje parametara kvaliteta električne energije.

U radu su prikazani rezultati Komisije za merenje kvaliteta električne energije u Elektrovojvodini. Više od 4 godine Komisija se bavi monitoringom parametara kvaliteta električne energije raspoloživim uređajima – mrežnim analizatorima različitih tehničkih karakteristika. Klasifikovani su dobijeni rezultati prema:

- razlogu merenja: reklamacije ili planska merenja
- vrsti interakcije: prenosna mreža – distributivna mreža, prenosna mreža – krajnji kupac, distributivna mreža – krajnji kupac
- mestu nastanka smetnje: prenosna mreža, distributivna mreža
- smeru generisanja pojave: da li je reakcija na pojavu ili smetnja

Na osnovu ovih rezultata merenja mogu se uočiti generisane smetnje koje utiču na rad potrošača kod ostalih kupaca, kao i na potencijalne probleme koji će postati sve izraženiji u narednom periodu. Rasprostranje problema kroz prenosnu i distributivnu mrežu često nam otkriva neočekivane efekte i ukazuje na potrebu za stalno praćenje parametara kvaliteta električne energije

Ključne reči: kvalitet električne energije, distributivna mreža.

NETWORK AND USER INTERACTION ON POWER QUALITY

Transmission networks and users, as well as the distribution networks and users, in their mutual interactions, one to the other, we can observe consequences when it comes to distortion power quality parameters. The paper presents the results of the Commission for power quality measurements, established in Elektrovojvodina. More than 4 years these Commission organize the monitoring of power quality parameters with available power quality devices – network analyzers, different technical specifications. Classified results were obtained by:

- reason of measurements: complaints or planned measurements
- the type of interaction: the transmission network – distribution network, transmission network – final customer, distribution network – customer;
- the place of origin noise: transmission network or distribution network
- the direction of generating phenomena – Is it disturbance or the reaction to the occurrence

Based on these measurement results can be observed generated disturbances that affect the operation of consumers with other customers, as well as the potential problems that will become more pronounced in the future. Pollution problems through transmission and distribution network often reveals unexpected effects and highlights the need for constant monitoring of power quality parameters.

Keywords: power quality, distribution networks.



ANALIZA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DEREGULISANOM ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU

Borko ČUPIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd,
Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Beograd,
Željko MARKOVIĆ, Elektroprivreda Srbije, Beograd,
Branko GRUJIĆIĆ, Bojan ARSIĆ, Elektromreže Srbije, Beograd, Srbija

U radu je dat prikaz analize kvaliteta električne energije na srednjenaponskom distributivnom nivou. Analiza je izvršena u odnosu na snimljene sekvence napona na mernim tačkama mreže i u skladu sa standardom SRPS EN 50160 koji definiše, opisuje i utvrđuje glavne karakteristike naizmjeničnog napona na mestima priključenja korisnika na mrežu napajanja u javnim niskonaponskim, srednjenaponskim i visokonaponskim naizmjeničnim električnim mrežama u normalnim uslovima rada. Ovim standardom utvrđuju se granice ili vrednosti u okviru kojih se očekuje ostvarenje utvrđenih karakteristika napona na bilo kom mestu priključenja korisnika u javnim evropskim električnim mrežama, a ne utvrđuju se uobičajene situacije koje su prouzrokovane od strane korisnika mreže. Zakonska regulativa kojom se uređuje kvalitet električne energije isporučen krajnjim korisnicima, koja je definisana Zakonom o energetici, pravilima o radu distributivnog sistema i uredbom o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom analizirana je u odnosu na norme EU, kao i aspekt primene i postignutih rezultata analiziran je u radu. Deregulacija elektroenergetskog sistema dovodi do promena u strukturi, organizaciji i načinu funkcionisanja elektroenergetskog sistema, što rezultuje povećanjem zahteva krajnjih korisnika električne energije u pogledu kvaliteta i pouzdanosti. Zbog toga je u radu prikazana metodologija kontrole kvaliteta i pouzdanosti električne energije kroz analizu parametara pouzdanosti elemenata elektroenergetskog sistema Republike Srbije u odnosu na uporedne primere iz inostranstva. Prikazana je metodologija monitoringa, akvizicije, obrade i skladištenja podataka, pokazatelja kvaliteta električne energije u elektroenergetskom sistemu Republike Srbije.

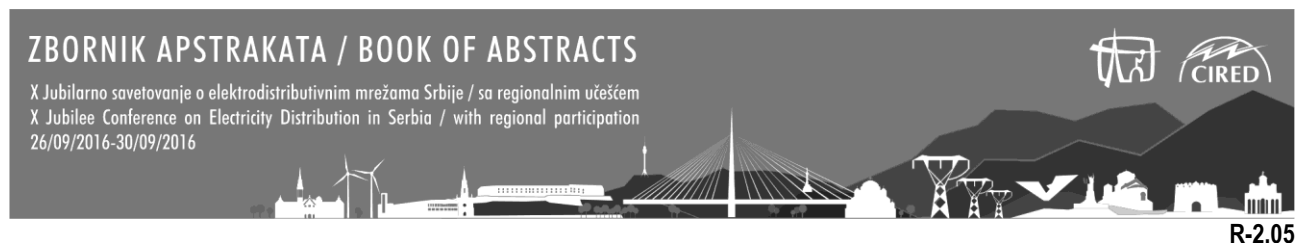
Ključne reči: analiza kvaliteta, električna energija, distribucija, monitoring.

ANALYSIS OF THE POWER QUALITY IN THE DEREGULATED POWER SYSTEM

The paper presents the analysis of the power quality on medium-voltage distribution level. Analysis was carried out in relation to the recorded sequence of voltage measuring points on the network in accordance with standard EN 50160, which defines, describes and identifies the main characteristics of the alternating voltage at the point of common coupling to the network power in public low-voltage, medium-voltage and high-voltage alternating electric networks in normal conditions work. This standard specifies the limits or values within which the expected realization of the recorded voltage at the point of common coupling connecting users to public European electricity grids and do not specify common situations that are caused by the user. Legislation governing the quality of the electricity supplied to end users, which is defined by the Energy Law, the rules on the distribution system and the regulation on

conditions for delivery and supply of electricity is analyzed in relation to the EU standards, as well as aspects of the implementation and obtained results are analysed in the paper. Deregulation of the electric power system leads to a change in the structure, organization and functioning of the electricity system, which results in increasing demands of end users of electricity in terms of quality and reliability. Therefore, in this paper shows the methodology of quality control and reliability of electricity through the analysis of parameters of reliability elements of the power system of the Republic of Serbia in relation to the comparative examples from abroad. The methodology of monitoring, acquisition, processing and storage of data, indicators of quality of electric energy in the power system of the Republic of Serbia.

Key words: quality analysis, electrical energy, distribution, monitoring.



KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U INDUSTRIJSKOM SEKTORU

Ivan RAMLJAK, J.P "Elektroprivreda HZ-HB" d.d Mostar

Kvaliteta električne energije danas je jedan od bitnih parametara proizvoda kojeg nazivamo električnom energijom. Električna energija je danas roba koja ima svoju cijenu, a kao takva mora imati određenu kvalitetu. Upliv u distribucijsku mrežu uređaja baziranih na ispravljačkim jedinicama, nelinearnosti, kao i upliv samih distribuiranih izvora može dovesti do negativnog povratnog djelovanja na distribucijsku mrežu. Samim time dolazi se do potrebe da se sustavnije i detaljnije prati i analizira kvaliteta električne. Danas industrijski pogoni priključeni na distribucijsku mrežu mogu biti različitog tipa. Industrijski pogoni sami po sebi postavljaju jako visoke zahtjeve za pouzdanost i kvalitetu isporuke električne energije. Neredovita isporuka i nekvalitetna električne energije dovodi do potencijalno velikih finansijskih gubitaka vlasnicima takvih postrojenja ali i distributerima. Međutim, takvi industrijski pogoni sami po sebi mogu biti na neki način zagađivači distribucijske mreže na koju su priključeni na način da sami generiraju smetnje u toj distribucijskoj mreži. Da bi se detaljnije i točnije odredilo kakve smetnje se točno javljaju kod industrijskih postrojenja po pitanju kvalitete električne energije i što je uzrok/čija je odgovornost tome, potrebno je uraditi određena proceduralna mjerenja kvalitete električne energije. U ovom referatu će biti predstavljeni rezultati mjerenja kvalitete električne energije za četiri različita tipa industrijskih potrošača na mjestu priključenja tih postrojenja na distribucijsku mrežu. Mjerenja i analize su vršene prema EN 50160 i referentnim IEEE standardima. U pitanju su četiri tipa postrojenja: tvornica armaturnih mreža, veliki projektni ured sa preko 100 računara i server salom, tvornica za preradu PVC-a i plastike te tiskara. Rezultati dobiveni mjerenjem ukazuju na to da postoje kod analiziranih industrijskih potrošača određena odstupanja po pitanju kvalitete električne energije u odnosu na standarde. Ti problemi su jednim dijelom zbog stanja u distribucijskoj mreži koja napaja potrošače a jednim dijelom zbog same tehnologije rada svakog tipa industrijskog postrojenja posebno. Na osnovu tih rezultata se mogu sanirati postojeći problemi i spriječiti potencijalni problemi po pitanju kvalitete električne energije. To u konačnici znači veću finansijsku uštedu i potrošaču i distributeru.

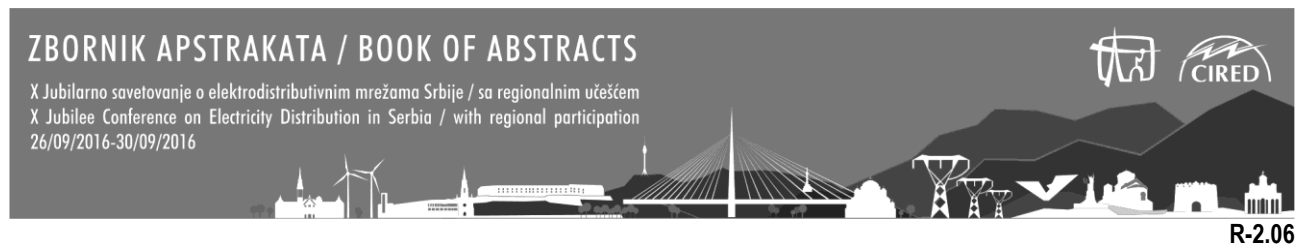
Ključne reči: kvaliteta električne energije, EN 50160, industrijski potrošači električne energije.

POWER QUALITY IN INDUSTRIAL SECTOR

Power quality nowadays is one of the important parameters of the product we call electric energy. Nowadays, electric energy is a commodity that has a price, and as such must have a certain quality. Devices in distribution network based on switching power supply, nonlinearity and distributed generators themselves are elements that can have a negative feedback effect on the power system. This leads to the needs for more systematic and detailed monitoring and analyzing power quality. Industrial facilities connected on the distribution network can be of different types today. Industrial facilities themselves set very high demands for reliability and power quality supply. Unregular delivery and poor power quality leads to potentially large financial losses to owners of such facilities and to distributors. However, these industrial facilities themselves can be somehow pollutants of distribution network to which they are connected in a way that themselves generate disturbances in the distribution network. To determine more detailed and more accurately what exactly disturbances occurring in industrial facilities in terms of power quality and what is cause/whose responsibility it is, certain procedural power quality measurements are necessary to be done. In this paper will be presented the results of measurements of power quality for four different types of industrial facilities at the point of common coupling of those facilities on distribution network. Measurement and analysis were carried out according to EN 50160 and reference IEEE standards. These are four types of facilities: factory of wire mesh, big project office with over 100 computers and a server room, a processing factory for PVC and plastics and paper mill. Results obtained by measuring indicate that at analyzed industrial facilities exists some discrepancy regarding the power quality in relation to the standards. These problems are partly due to the state of the distribution

network that supplies the facilities and partly because of the technology of work of each type of facility. Based on these results existing problems can be remediated and potential problems can be prevented in terms of power quality. This ultimately means greater financial savings and for consumer and distributor.

Key words: power quality, EN 50160, industrial electric energy consumers.



PROBLEMATIKA MERENJA NAPONA U SREDNJENAPONSKOJ MREŽI SA SLOŽENOPERIODIČNIM NAPONOM

Dušan ČOMIĆ, EPS Distribucija, Ogranak Novi Sad,
Dragan PEJIĆ, Zoran MITROVIĆ, Boris ANTIĆ, Platon SOVILJ, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Standard SRPS EN 50160 dozvoljava izobličenja napona na distributivnom nivou čak 8%, tako da se više ne može govoriti o sinusoidalnom naponu u elektrodistributivnoj mreži.

Proizvodni proces se odvija u postrojenjima kupaca električne energije koji poseduju uređaje i mašine i njima upravljaju sa konačnim interesom što veće proizvodnje kvalitetnog proizvoda. Zato je i normalno da, čim uoče nedostatke u isporuci električne energije, kao što su: narušeni kontinuitet isporuke, treptaji, pikovi, prenaponi, podnaponi, talasne smetnje i tome slično, odmah reaguju. Takvi poremećaji direktno izazivaju kod potrošača velike finansijske gubitke, prekide osetljivih proizvodnih procesa na nepredvidiv način, kao i štete na proizvodnoj opremi.

Radni uslovi kod korisnika opreme su značajne informacije o kvalitetu isporučene električne energije. Uslovi često variraju, pa zato Elektrodistribucija treba da snimi stanje pre preduzimanja korektivnih mera za otklanjanje smetnji.

Snimanje kvaliteta isporučene električne energije treba da je u istoj tački, ili što bliže osetljivoj opremi, a merna oprema mora biti sposobna da duže vreme snima, izmeri i memoriše brze promene i da u potpunosti prikaže talasni oblik i kada je on izrazito nesinusoidaln.

Najpogodnije mesto za postavljanje merne opreme je u sredjenaponskoj mernoj ćeliji, u postrojenjima kupca (ukoliko ona postoji). Ako ne postoji merna ćelija, jedina moguća tačka za priključenje na srednjem naponu je montaža NMT u sredjenaponskoj transformatorskoj ćeliji ili na ulaznim izolatorima X strane transformatora X/0,4kV.

Ukoliko se merenjem pokaže da u elektrodistributivnoj mreži sinusoidalnost odstupa van propisanih granica, nadležna elektrodistribucija će preduzeti mere da ovu neusaglašenost otkloni.

Sada se u praksi, za merenje napona preko 0,4kV, uglavnom koriste konvencionalni naponski merni transformatori (NMT) ili, izuzetno, otpornički razdelnici.

Treba naglasiti da i jedna i druga varijanta imaju po jedan ozbiljan nedostatak:

- NMT je nelinearan i dopunski izobličuje mereni nesinusoidalni napon, a
- otpornički razdelnik ne obezbeđuje galvansko razdvajanje mernog bloka od ulaznog merenog napona.

Ova dva razloga su navela autore da istraže i predlože novo merilo i mernu metodu koji neće imati navedene nedostatke.

Osnovu za taj predlog daje integrisano merilo harmonika (IMH), razvijeno na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, i stohastička metoda.

U visokonaponskoj mreži se danas napon pretežno meri mernim transformatorima sa magnetnim jezgrom. Ako je visokonaponska elektrodistributivna mreža "zaprljana" i napon u njoj nije sinusoidaln, tada konvencionalni NMT sa magnetnim jezgrom nisu pogodni, jer zbog ulaska u zonu zasićenja ne prenose verno talasni oblik signala sa primarnog na sekundarni namotaj.

Visokonaponski otpornici, u otporničkom razdelniku, daju vernu sliku merenog napona, ali je problem njihova galvanska veza sa osetljivim elektronskim kolima.

Optički merni pretvarači imaju problem spoljašnjih uticaja na merenje.

U želji da se prevaziđu navedeni nedostaci, napravljen je novi aparat za merenje napona u visokonaponskoj mreži takav da je u primarno, visokonaponsko kolo, na red sa primarom transformatora bez magnetnog jezgra postavljen visokonaponski otpornik, a na sekundaru se stohastičkom metodom mere harmonici napona i napon. Kako je predloženi aparat napravljen bez magnetnog jezgra, talasni oblici se sa primarnog namotaja verno prenose na sekundarni namotaj.

Dosadašnji rezultati primene novog NMT i stohastičke metode pokazuju da su merenja tačna i pouzdana u 10 i 20kV mreži, a merenja je moguće izvršiti i na višim naponima, ali ne višim od 35kV.

Naučni doprinos je primena nove merne metode (stohastička merna metoda) za merenja napona u visokonaponskoj "zaprlianoj" mreži, uz primenu mernih transformatora bez jezgra, što je stara ideja, ali zbog nedostataka koje ima (sekundarni napon transformatora bez jezgra sa predotporom je srazmeran izvodu primarnog napona i osetljiv je na spoljašnja polja) nije mogla biti realizovana, jer se ne bi mogla ostvariti potrebna klasa tačnosti.

Stohastička metoda merenja je zasnovana na dodavanju deterskog slučajnog signala na mereni signal. Za ovu metodu smetnje i zaprljanost mrežnog signala su dodatni deterski signali koji metodi ne smanjuju, odnosno ne kvare, tačnost merenja.

Po svojoj prirodi, naponsko-naponski konvertor, koji visoki mereni napon prilagođava naponskom ulaznom opsegu stohastičkog konvertora je NMT bez magnetnog jezgra.

Ove performanse otvaraju nove mogućnosti merenja, ne samo harmonika, nego i svih veličina definisanih preko harmonika u nesinusoidalnoj mreži, kao što su: faktori izobličenja, faktori snage, prividne snage, aktivne snage, pa i veličine koja se najteže meri u složenoperiodičnom režimu – reaktivne snage.

Merni blok čini naponski pojačavač i integrisano merilo harmonika. Integrisano merilo harmonika meri pojedinačne harmonike ulaznog napona i to tako da je preciznost srazmerna rednom broju harmonika. Stoga se najtačnije mere najviši harmonici, a samim tim i efektivna vrednost napona u celini.

Novo merilo omogućava merenje složenoperiodičnog napona većeg od 0,4kV bez uticaja viših harmonika na tačnost merenja, što ga preporučuje za merenja koja se koriste za ocenu kvaliteta napona u distributivnoj mreži.

Merilo je prvo ispitano u akreditovanoj laboratoriji Elektrotehničkog instituta Nikola Tesla u Beogradu. Nakon konstatovane mogućnosti merila (tačnost, frekvencijski opseg, brzina odziva, kratkotrajna i dugotrajna stabilnost i drugo), izvršena su merenja u laboratorijama proizvođača mernih transformatora i akreditovanim laboratorijama Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Korišćena su dostupna svetska saznanja iz oblasti relevantne za predmetnu problematiku.

Ključne reči: merenja na srednjem naponu, stohastička merenja, naponski transformator bez jezgra, merenja kvaliteta električne energije.

ISSUES OF VOLTAGE MEASUREMENTS AT MEDIUM VOLTAGE NETWORK WITH NON-SINUSOIDAL VOLTAGE

The SRPS EN 50160 allows voltage distortion of even up to 8% in the distribution network, making it, therefore, difficult to refer to it as sinusoidal voltage.

The manufacturing process, conducted in the facilities of the electrical energy consumer, is organized using adequate control of machines and devices, in order to achieve the highest production of the best quality product. In that regard, the reaction of the consumer can be expected as soon as the insufficiencies in the supplied electrical energy are noticed. These insufficiencies include: continuity of the supply interruption, flicker, peaks, overvoltage, undervoltage, interferences and similar. The effects of these disturbances can cause direct and substantial financial losses for the consumer, unexpected interruption of sensitive manufacturing processes and the damage to the equipment used. The equipment operational conditions at the end user represent useful information on supplied power quality. Since the conditions often vary, the distribution network operator (DNO) should record the previous state, prior to making any corrective measures to eliminate the insufficiencies.

The supplied power quality measurements should be performed at, or as close as possible to the connection point of sensitive equipment, while the measuring equipment needs to be capable of measuring fast dynamic changes for a significant period of time and even display complete highly non-sinusoidal waveforms.

The most appropriate place for setting the measuring equipment is at the medium-voltage switchgear for the consumer facility, i.e. the high voltage measuring cell (if present). Otherwise, the only possibility would be the mounting the voltage transformers for metering in the medium-voltage transformer cell, or at the X kV voltage level transformer bushing of X/0,4kV transformer.

If the measurement show a significant sinusoidal waveforms deviation from the standard defined limits, the relevant DNO will take appropriate action in order to correct this non-compliance.

Currently, for voltage measurement at levels higher than 0,4kV, most commonly voltage measuring transformers are used, or exceptionally resistive dividers.

It is important to note that both measurement methods have at least one serious deficiency:

- voltage measuring transformer has non-linear behavior and further distorts the voltage, and
- resistive divider has no galvanic isolation between measurement block and the measured voltage.

This was the reason for the authors to research and propose a new measuring method that will not have mentioned deficiencies.

Basis for the suggested measurement technique is provided by stochastic method and the integrated measurement of harmonics (IMH) developed on Faculty of Technical Sciences in Novi Sad.

At the high-voltage grid, most of the voltage measurement is performed using magnetic core measuring transformers. If the distribution network voltage is non-sinusoidal, then the conventional voltage transformers with magnetic core aren't suitable for metering, since they, due to the saturation effect, do not replicate the voltage waveform from primary to secondary winding correctly.

On the other hand, resistive dividers offer faithful representation of the measured voltage, but they lack galvanic isolation of sensitive electronic circuits.

Optical measurement devices have the problem of external interferences on measured data.

In order to overcome mentioned deficiencies, new measuring device for high-voltage metering was created. The new device has high-voltage resistor connected in series with the primary winding of a coreless transformer, while voltage and harmonics are measured at the secondary winding using stochastic method. Since the new device has no magnetic core, the voltage represent at the secondary winding is an accurate representation of the measured signal.

Recent results for the new voltage transformer for metering and the stochastic method show accurate and reliable measurements for the 10 kV and 20 kV networks, while the measurements can be performed for voltages up to 35kV.

The main scientific contribution is the use of the new method (stochastic measurement method) for voltage measurements in high-voltage "polluted" networks, using coreless transformer. As an old concept, it could not be used previously (secondary winding voltage of the coreless transformer with series resistor at the primary is proportional to the first derivative of the primary voltage, thus it is highly sensitive to interferences) since the required accuracy class could not be achieved.

The stochastic method is based on the addition of the random dither signal to the measurement signal. Interferences and noises of the network signals, for this measurement method represent additional dither signals that do not lower the measurement accuracy.

The voltage-to-voltage converter, used for the conversion of measured high voltage signal to the voltage input level of a stochastic converter, is basically a coreless voltage transformer for metering.

Achieved performances allow new metering possibilities, and not only for measurement of harmonics, but also other values defined using harmonics in a non-sinusoidal networks like: distortion factors, power factor, apparent power, active power and even the most complex value to measure in a multi-periodic regimes – reactive power.

The metering block consists of voltage amplifier and the integrated meter of harmonics. Integrated meter of harmonics measures individual harmonics value of the input voltage in a manner that keeps the precision proportional to the harmonic order. Therefore, the most accurate measurement is achieved for the higher harmonic orders, and consequently the RMS voltage value.

The new meter enables the measurement of a non-sinusoidal voltage higher than 0,4kV, without higher harmonics influencing the accuracy, making it appropriate for measurements used in evaluation of power quality in the distribution network.

The meter is tested in the certified laboratory at the Electrical Engineering Institute Nikola Tesla in Belgrade. After the characteristics of the meter have been confirmed (accuracy, frequency range, response time, short and long term stability etc.), the tests were also performed at the laboratories of voltage transformer manufacturers and certified laboratories at Faculty of Technical Sciences in Novi Sad.

All available world-wide knowledge relevant to the presented subject was used.

Key words: medium voltage measurements, stochastic measurements, coreless voltage transformer, power quality measurement).



R-2.07

MERENJE VIŠIH HARMONIKA NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU

Vladimir A. KATIĆ, Zoltan ČORBA, Bane POPADIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Fakultet tehničkih nauka (FTN) iz Novog Sada obrazuje više od 14.000 studenata, a nastava se odvija u prostoru od oko 30.000 m² u sedam zasebnih objekata. Pored nastavnih prostora, tu se nalazi i veliki broj laboratorija sa različitom istraživačkom opremom, jedan centralni i više distribuiranih računarskih centara i učionica sa velikim brojem računara i druge računarske opreme, te niz drugih pratećih sistema i pogona. Priključene su i dve foto-naponske elektrane, kao izvori „zelene“ energije. Kao rezultat njihovog rada u pojedinim segmentima unutrašnje električne mreže fakulteta pojavljuje se viši ili niži stepen „zagađenja“ višim harmonicima, što predstavlja potencijalnu opasnost od ispoljavanja neželjenih negativnih efekata. Da bi se utvrdio stepen rizika, na FTN se sprovode regularna godišnja merenja svih parametara kvaliteta u skladu sa evropskim i srpskim standardom EN/SRPS 50160. Koristi se savremena merna oprema, koja ispituje parametre kvaliteta u skladu sa zahtevima ovih standarda - instrument C.A. 8332, proizvođača *Chauvin Arnoux*. U radu će biti prikazani neki karakteristični rezultati merenja viših harmonika na FTN, zatim analizirani njihovi uzroci, te utvrđen stepen opasnosti od pojave nekih od negativnih efekata njihove pojave u mreži poređenjem rezultata sa podacima (limitima) propisanim u postojećoj zakonskoj regulativi i standardima.

HARMONICS MEASUREMENTS AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN NOVI SAD

Faculty of Technical Sciences (FTN) in Novi Sad educates more than 14,000 students, and classes are held in the space of about 30,000 m² in seven separate buildings. Besides teaching space, there are a large number of laboratories with different research equipment, one central and several distributed computing centers and classrooms, with a large number of computers and other computer equipment, and a number of other related systems and drives. Attached are two photovoltaic power plants as sources of "green" energy. As a result of their operation in certain segments of the internal electricity grid of the FTN, higher or lower degree of harmonics "contamination" appears, which poses a potential risk of adverse negative effects. To determine the degree of risk, the FTN is conducting regular annual measurements of quality parameters in accordance with European and Serbian standards EN/SRPS 50160. Modern measuring equipment is used, which examines the quality parameters in accordance with the requirements of these standards - CA 8332 instrument, of manufacturer *Chauvin Arnoux*. The paper will present some typical results of harmonics measurements at the FTN, then analyze their causes, and determine the degree of risk of occurrence of some of the negative effects in the network by comparing the results with data (limits) stipulated by the existing legislation and standards.



R-2.08

АНАЛИЗА ИНДУКОВАНЕ ЕЛЕКТРОМОТОРНЕ СИЛЕ У ФАЗНИМ ПРОВОДНИЦИМА ДИСТРИБУТИВНОГ НАДЗЕМНОГ ВОДА УСЛЕД ПОЈАВЕ ЈЕДНОФАЗНОГ ЗЕМЉОСПОЈА НА ВИСОКОНАПОНСКОМ ПРЕНОСНОМ ВОДУ

М. ГРБИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла“ а.д., Београд, Република Србија
А. ПАВЛОВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла“ а.д., Београд, Република Србија
Д. САЛАМОН, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду, Београд, Република Србија

У раду су приказани резултати анализа спроведених у циљу процене могућих вредности електромоторне силе која се индукује у фазном проводнику надземног вода напонског нивоа 35 kV током појаве једнофазног земљоспоја на једном од два паралелна надземна вода напонског нивоа 400 kV. Средњенапонски дистрибутивни вод се укршта са високонапонским водовима и наставља да се простире приближно паралелно са њима једним делом своје трасе. Спроведене анализе су биле неопходне у циљу провере безбедносних услова за раднике током радова на одржавању дистрибутивног вода.

Током радова на одржавању, фазни проводници дистрибутивног вода су уземљени у трансформаторским станицама на крајевима вода, формирајући затворену петљу коју чине импеданса фазног проводника вода, отпорности уземљења на крајевима вода и импеданса повратног пута струје кроз земљу.

За анализу безбедности запослених, најкритичнији случај наступа када је дистрибутивни вод ван погона и уземљен на својим крајевима, а рад се обавља на неком од стубова изван деонице укрштања и паралелног вођења, пошто у овом случају електромоторна сила која се индукује у фазним проводницима дистрибутивног вода има максималну вредност. Опасност за раднике наступа након уземљавања фазних проводника на стубу, због протицања струје кроз уземљивач стуба, која се јавља као последица индуковане електромоторне силе. Пошто су отпорности уземљења стубова водова напонског нивоа 35 kV релативно високе, највећи пад напона у колу јавља се управо на овим отпорностима. Због тога се у околини стуба на коме се обавља рад могу појавити опасне вредности напона додиром, што је потврђено спроведеним анализама.

У раду су такође приказани и анализирани домаћи прописи из области електромагнетске интерференције, и дато је њихово поређење са међународним стандардима.

Кључне речи: надземни вод, једнофазни земљоспој, индукована електромоторна сила.

ANALYSIS OF INDUCED ELECTROMOTIVE FORCE IN PHASE CONDUCTORS OF DISTRIBUTION OVERHEAD LINE CAUSED BY PHASE-TO-GROUND FAULT ON HIGH VOLTAGE TRANSMISSION OVERHEAD POWER LINE

The paper presents the results of the analyses performed to estimate possible values of the electromotive force induced in phase conductors of a 35 kV overhead power line during a phase-to-ground fault occurring on one of two parallel 400 kV overhead power lines. The medium voltage distribution line lies partially parallel to the high voltage lines and then intersects them. The analyses were necessary to ensure safe conditions for the employees during maintenance of the distribution line.

During the maintenance work the phase conductors of the distribution line are grounded in the substations at the ends of the line, forming a closed loop that consists of the line phase conductor impedance, grounding resistances at the ends of the line and the impedance of the ground return path.

For the analysis of the employees' safety conditions, the most critical case scenario is when the distribution line is out of operation, grounded at the ends and the work is carried out on any line tower outside the segment where the lines intersect and run approximately parallel, since in these circumstances the electromotive forces induced in the distribution line phase conductors are of maximum value. The danger to the personnel arises after grounding of all phase conductors at the tower mentioned, because of the current flow through the tower grounding electrode, which appears as a result of the induced electromotive force. Since the grounding resistances of the 35 kV line towers are relatively high, the main voltage drop in the circuit occurs at the tower grounding resistances. As a consequence, hazardous values of touch voltages can appear in the vicinity of the tower where work is performed, which was confirmed by the analyses carried out.

Serbian legislation in the area of electromagnetic interference is also presented and analyzed in the paper, as well as its comparison to international standards.

Keywords: overhead power line, phase-to-ground fault, induced electromotive force.



R-2.09

PRIKAZ FAMILIJE TERENSKIH INSTRUMENTATA SOPSTVENOG RAZVOJA ZA REGISTRACIJU KVALITETA ELEKTRICNE ENERGIJE TROFAZNE MREŽE OD 0.4KV (PO STANDARDU EN50160) SA MOGUĆNOŠĆU DALJINSKOG OCITAVANJA PREKO GPRS VEZE

I. ČASAR, VILLBEK Doo, Mađarska
K. PALUŠEK, Palušek inženjering, Mađarska

Naša novo razvijena familija instrumenata (IP67 izvedbe) služi za merenje i registraciju kvaliteta električne energije na el. mrežama od 0,4kV. Uređaji u unapred zadatom vremenskom intervalu mere i sakupljaju prosečne, maksimalne i minimalne podatke kao i talasne oblike koji su se pojavili pod unapred definiranim uslovima. Ti podaci se pohranjuju u internoj memoriji i prenose se sa GPRS vezom u centralni server. Tim podacima je moguće pristupiti preko interneta.

Ključne reči: EN50160, 0,4kV, GPRS, kvalitet, terenski, talasni oblik.

INTRODUCING THE OUTDOOR DEVICE FAMILY DEVELOPED BY OUR COMPANY THAT CAN LOG THE POWER QUALITY OF A 0,4 KV THREE-PHASE NETWORK VIA GPRS TELEMETERING (EN 50160)

CSÁSZÁR István, VILLBEK Kft., Szeged, Hungary,
PALUSEK Károly, Palusek K. vill.mérnök, Szeged, Hungary

The devices (IP67) developed by our company can measure and log the parameters of a 0,4kV supply network. Within a pre-set period it can save the min. and max. values and the average, as well as signal waveform corresponding to the trigger conditions. The data are continuously sent to the device memory and to the central server via GPRS communication. The data can be accessed via internet.

Keywords: EN50160, 0,4kV, GPRS, quality, outdoor, waveform.

**PRIMENA SEMONT SISTEMA ZA MONITORING EM POLJA VISOKIH FREKVENCIJA U
OKOLINI TRAFOSTANICE 110/x kV "NOVI SAD 7"**

Goran NEDIĆ, Elektroprivreda Srbije, Novi Sad,
Danka ANTIĆ, Dragan KLJAJIĆ, Nikola ĐURIĆ
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Republika Srbija

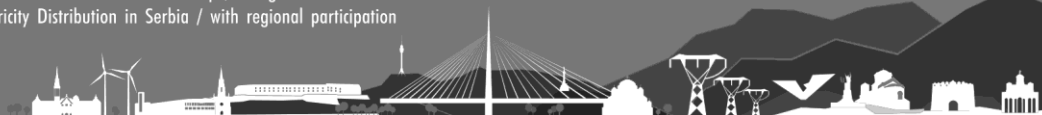
Najnoviji koncept pametnih mreža i potreba za unapređenjem pouzdanosti elektrodistributivnog sistema podstiču upotrebu daljinskog nadzora nad procesima u distributivnim trafostanicama i automatizaciju distribucije. Najčešće se podaci o raznim procesima prenose putem radio komunikacionih veza, kao što je to slučaj i sa visokonaponskom trafostanicom 110/x kV "Novi Sad 7". Nažalost, ovi vrlo važni objekti vremenom postaju okruženi stambenim oblastima, što izaziva zabrinutost javnosti u vezi sa štetnim efektima po zdravlje, kao posledice elektromagnetskog (EM) zračenja ovih postrojenja. Trafostanice su generalno poznate kao izvori EM polja niskih frekvencija; međutim korišćenje radio veza čini ove objekte takođe i izvorima EM polja visokih frekvencija. U ovom radu razmatran je primer monitoringa EM polja visokih frekvencija korišćenjem Srpske mreže za monitoring elektromagnetskih polja – SEMONT, i njegovog savremenog pristupa monitoringu. Za razliku od klasičnog pristupa sa merenjima u kratkom vremenskom intervalu, SEMONT sistem vrši kontinualni nadzor i pruža informacije o promenama nivoa EM polja, u dužem periodu, na konkretnoj lokaciji. U slučaju visokonaponske trafostanice "Novi Sad 7", na lokacijama u njenoj blizini gde opšta populacija ima pristup i gde može biti izložena EM zračenju, prezentovana je mogućnost SEMONT sistema da se za dugotrajno merenje upotrebe ručni prenosni merni instrumenti. Dobijeni rezultati pokazuju nizak nivo izloženosti, koji je značajno ispod referentnih nivoa propisanih zakonodavstvom Republike Srbije.

Ključne reči: trafo stanica, elektromagnetno polje, izloženost, monitoring EM polja.

**THE SEMONT SYSTEM UTILIZATION FOR HIGH-FREQUENCY EMF MONITORING IN VICINITY OF 110/x kV
"NOVI SAD 7" POWER SUBSTATION**

The latest smart grid concept and a need for reliability improvement of the electric power distribution system encourages remote supervision of processes in distribution substations and distribution automation. Usually, the data about various processes are transferred via radio links, as it is the case for the high power 110/x kV outdoor substation "Novi Sad 7". Unfortunately, these highly important objects, over the time, become surrounded by residential areas, causing public concerns on health effects of electromagnetic radiation from such facilities. The power substations are generally known as the sources of the low-frequency electromagnetic field (EMF); however, the radio links utilization makes those objects, also, the sources of the high-frequency EMF. In this paper, the case study of the high-frequency electric field strength monitoring has been considered, applying the Serbian Electromagnetic Monitoring Network – SEMONT and its state of the art monitoring approach. Unlike the conventional and short-term measurement, the SEMONT network performs continuous monitoring, offering information on long-term EMF fluctuation in a particular spot. In case study of the "Novi Sad 7" power substation, the SEMONT system feature of handheld measurement instruments utilization in long-term monitoring, was presented in vicinity of substation, where the general public can access and be exposed to the EMF radiation. The monitoring results show low-level of exposure, far below the reference levels prescribed by Serbian legislation.

Key words: power substation, electromagnetic field, exposure, EMF monitoring.



KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE I PROPISI

Radislav MILANKOV, Elektrovojvodina Novi Sad Elektrodistribucija Zrenjanin Pogon Kikinda, Srbija

U radu je dat presek stanja zakonskih, podzakonskih akata i akata organizacija koje imaju dodirnih tačaka sa kvalitetom električne energije. Pojedini institucionalni nivoi sa opravdanom dozom bojazni odlažu institucionalizaciju standarda. Većina standarda iz domena kvaliteta električne energije je dostupna u domaćem izdanju, izdati su i objavljeni pod SRPS prefiksom – ima ih 69. Nijedan od ovih standarda nema obavezujuću težinu. Prilikom izdavanja Zakona o energetici, Uredbe o uslovima isporuke električne energije, Pravila o praćenju tehničkih i komercijalnih pokazatelja kvaliteta isporuke i snabdevanja električnom energijom i prirodnim gasom, očigledno je da je ova oblast zaobiđena i propušteno je da se bar deo materijala iz ovih standarda učini obavezujućim.

Pojam kvaliteta električne energije se mora razlikovati od pojma kvalitet isporuke električne energije, a vrlo često se ova dva pojma definišu isto, na štetu pojava koje su definisane u standardima koji se bave:

- okruženjem u kom važe standardi
- tehnikama ispitivanja i merenja
- dozvoljenim granicama međusobnih uticaja
- definisanjem određenih smernica za instalisanje i ublažavanje uticaja
- i generički standardi za definisanje emisija u stambenim i komercijalnim okruženjima

Pošto svakodnevna praksa i najčešće postavljana pitanja u reklamacijama korisnika Distributivnog elektroenergetskog sistema pokazuju nužnu potrebu za uvođenjem pojedinih parametara kvaliteta električne energije u zakonske okvire. Dokumenti za priključenje, počevši od Ugovora o prodaji električne energije za javno snabdevanje, zakonskih i drugih akata, dosta na uopšten način opisuju tehničke i druge aspekte isporučene robe, električne energije, koja je po svojoj prirodi posebna.

Zaključak, koji se nameće u ovom radu, jeste takav da se smatra da bar delovi standarda koji se odnose na definisanje nominalnih vrednosti i metode merenja moraju naći mesto u novim zakonskim aktima koji će se pojaviti.

Ključne reči: kvalitet električne energije, zakon, propis.

POWER QUALITY AND REGULATIONS

The paper gives an overview of the situation of legal, by-laws and acts of organizations that have to do with the power quality. Some levels of government with a reasonable dose of fear delaying institutionalization of standards. Most of the standards in the field of power quality is available in the domestic release, issued and published under the SRP prefix - there are 69. None of these standards has no binding weight. When issuing the Energy Law, the Regulation on conditions for electricity delivery, rules on monitoring technical and commercial indicators of the quality of delivery and supply of electricity and natural gas, it is obvious that this area is bypassed and missed that at least part of the material from these standards make binding.

The term power quality must be distinguished from the concept of quality of electricity supply, and very often the two terms are defined the same, to the detriment of phenomena that are defined in standards dealing with:

- The environment in which applicable standards
- Testing and measurement techniques
- Permissible limits of mutual influences
- The definition of specific guidelines for installation and mitigation
- The generic standards for defining emissions in residential and commercial environments

As a daily practice and the Frequently Asked Questions in complaints from customers distribution systems show an urgent need for the introduction of individual power quality parameters in the legal framework. Documents for the connection, starting from the contract on the sale of electricity for public supply, legal and other documents, quite a general way describe the technical and other aspects of the delivered goods, electrical energy, which is by nature special.

The conclusion that arises in this paper, is such that it is considered that at least parts of standards that relate to defining the nominal values and methods of measurement must find a place in the new legislation that will appear.

Key words: power quality, binding documents.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-2.12

ANALIZA UTICAJA KVARA KOMPENZACIJE REAKTIVNE SNAGE NA RAD MODERNIH ELEKTRONSKIH DVOSMERNIH BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Boris HOLIK, Saša MARČETA
EPS Distribucija, Srbija

Zamena postojećih indukcionih brojila električne energije modernim elektronskim sa širokim spektrom merenja, registrovanja i detekcije čitavog niza parametara mernog mesta, otvara distributeru pristup novom skupu informacija o stanju mernog mesta i merenja uopšte. U radu je prikazan primer iz prakse, kada je nakon zamene brojila utvrđena nelogičnost u pokazivanju tokova energije po fazama. Pored eksperimentalnih podataka, data je i kratka matematička analiza uočene situacije. U zaključku se navode analize verovatnog uticaja kvara na indukciono brojilo, odnosno na obično elektronsko brojilo.

Ključne reči: dvosmerno brojilo električne energije, kvar kompenzacije reaktivne snage.

IMPACT ANALYSIS OF REACTIVE POWER COMPENSATION'S MALFUNCTION ON MODERN STATIC ELECTRICITY METERS

Replacement of existing „Ferrari“ electricity meters with modern static electronic meters, which are capable of wide range of metering, registering and detection of variety of parameters at point of delivery, enables Distribution System Operator an access to new information about state of measurement at the point of delivery. Paper covers one situation from the field, when after replacement of the meter an irregularity in energy flow in one of the systems has been detected. In addition to experimental data, a short mathematical analysis of the situation is also given. In conclusion are given analyses of the probable impact of encountered malfunction to the working of „Ferrari“ meters, as well as ordinary static electricity meter.

Key words: two-way static electricity meter, malfunction of reactive power compensation.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-2.13

GREŠKE AUTOMATSKE REGULACIJE NAPONA SA PRIMERIMA

Siniša SPREMIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

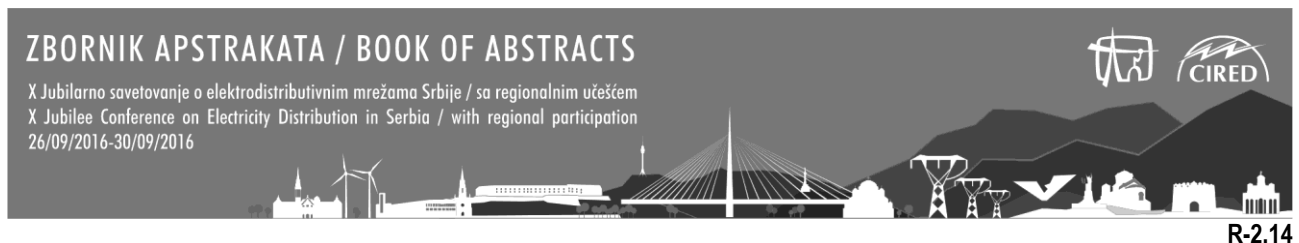
Automatska regulacija napona pod opterećenjem u delatnosti distribucije električne energije je veoma bitna automatika čija upotreba omogućava željenu promenu položaja regulacione sklopke pod opterećenjem čime se vrši promena prenosnog odnosa transformatora tako da se na sekundarnoj strani transformatora dobija željena veličina napona. Ovakvom regulacijom napona ne može se u potpunosti obezbediti stabilnost napona na elektrodistributivnoj mreži. Uvažavanjem parametara mreže i parametara opterećenja sa odgovarajućim podešenjima besteretnih menjača transformatora nižeg naponskog nivoa može se obezbediti da se kod najvećeg broja potrošača veličine napona nalaze u propisima određenim granicama. Podrazumeva se da i parametri automatskog regulatora napona moraju biti odgovarajuće podešeni. U automatsku regulaciju napona su uključeni i drugi uređaji, pomoćni releji, ožičenje, mehanički kontakti, oprema u motornom pogonu regulacione sklopke tako da postoji mogućnost da svaki deo može da uzrokuje neispravan rad automatske regulacije napona. Uzrok neispravnog rada automatske regulacije napona su u nekim slučajevima ljudske greške bilo kroz neispravno projektovanje, izvođenje ili parametrisanje. Dat je prikaz mogućih uzroka neispravnog rada automatske regulacije napona transformatora pod opterećenjem. Podrobno je opisano i razmotreno nekoliko posebnih slučajeva neispravnog rada automatske regulacije napona koji se odnose na neispravno uvezivanje, grešku uređaja uključenog u automatsku regulaciju napona i grešku projektovanja.

Ključne reči: transformator, automatika, regulacija, napon, uticaj, regulaciona sklopka, položaj.

ERRORS OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION WITH EXAMPLES

On-load automatic voltage regulation in electricity distribution is very important automation which use enable desirable change of on-load tap changer position i.e. change of turn ratio of transformer and thus desirable value of voltage is obtain on the secondary side of transformer. Such voltage regulation could not obtain voltage stability in distribution network. Taking account network parameters and loading parameters together with adequate adjustment of off-load tap changers (de-energized tap changers) of transformers of lower voltage levels it is possible to obtain voltage values which enter borders defined by regulations. Of course parameters of automatic voltage regulator must be properly adjusted. Automatic voltage regulation contain other devices, auxiliary relays, wiring, cam-operated contacts, motor drive unit equipment so there is possibility that every part can cause automatic voltage regulation malfunction. In some cases human error is cause of automatic voltage malfunction possibly through incorrect designing, implementation or parameterization. Review of possible causes malfunction of automatic voltage regulation of transformers with on-load tap changer is given. Several specific cases of incorrect operation of automatic voltage regulation are described and analyzed in detail which refer to incorrect wiring, malfunction of device incorporated in automatic voltage regulation and designing error.

Key words: transformer, automation, regulation, voltage, influence, tap changer, position.



PROBLEMI U RADIJALNOJ MREŽI SREDNJEG NAPONA SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM NASTALI USLED FEROREZONANSE

Svetislav MILORADOVIĆ, M. STANKOVIĆ
P.D. "Termoelektrane i kopovi Kostolac" D.O.O. Republika Srbija

Pošto se u sredjenaponskim radijalnim mrežama sa izolovanom neutralnom tačkom koristi induktivni naponski transformator, primenom savremenih uređaja za sprečavanje i prigušenje ferorezonanse shodno IEC 60071-2, u trajanju do 1s i pri nominalnom naponu mreže i stiče se uslov da se koriste odvodnici prenapona bez iskrišta (MO) sa nižim naznačenim naponom. Prema IEC 60099-5 naznačeni napon odvodnika može biti jednak ili veći od najvećeg ekvivalentnog privremenog prenapona u mreži. Otpornosti nastale provođenjem struje kroz odvodnik prenapona u razvodu za vreme uspostavljanja zemljospoja svežće izolovanu mrežu ($I_a < 0.1 \cdot I_c$) na mrežu čija je aktivna komponenta struje zemljospoja funkcija u-i karakteristike odvodnika prenapona. Tako se svodi u izolovanoj mreži nagib karakteristike prenapona pri uspostavljanju zemljospoja i njena temena vrednost na nižu vrednost. Ovo dovodi do niže vrednosti preostalog napona (za istu nominalnu struju) odvodnika, manje mogućnosti nastanka visokih prenapona pri uspostavljanju zemljospoja, manju mogućnost nastanka i mrežne ferorezonanse, manje mogućnosti nastanka intermitirajućih zemljospoja i nižih stacionarnih napona ispravnih faza u toku zemljospoja. Pri tim uslovima smanji će se mogućnost nastanka višestrukih zemljospoja i višepolnih kratkih spojeva, što nije slučaj u izolovanoj mreži ($I_a < 0.1 \cdot I_c$). U svedenoj mreži sa takvim rešenjem postoje svi uslovi za zaštitu opreme od privremenih, sklopnih i atmosferskih prenapona. Odvodnici prenapona bez iskrišta (MO) će aktivno učestvovati, sa svojom otpornošću (TOV) u prigušenju ferorezonanse nastale u delu razvoda, potpomognuti savremenim uređajem u tercijaru naponskih transformatora.

Zemljospoj sa velikim strujama (veće od propisanih) u izolovanoj mreži izaziva manju verovatnoću njenog samogašenja pa zato on duže traje, sa većim stacionarnim naponima na preostalim fazama što će zagrejati mesto kvara. Tada zemljospoj može postati dvopolni ili trolni kratki spoj. Prenaponi pri uspostavljanju zemljospoja dostižu 2.5Uf. Prenaponi kod isključenja zemljospoja najčešće ne prelaze nominalni napon mreže ukoliko se isključenje dešava pri prolasku struje kroz nulu. Tako se i delovanjem odvodnika prenapona (MO) isključenje veze sa uzemljenjem vrši najkasnije pri prvom prolasku struje kroz nulu. Visoki prenaponi mogu se pojaviti ukoliko dođe do ponovnog paljenja električnog luka pri isključenju prekidača ili kada prekidač prekida struju pre njenog prolaska kroz nulu – sečenje struje. Sklopni prenaponi pri tome su reda 3.5Uf. Kod velikih kapaciteta mreže odnosno pri njenim velikim strujama zemljospoja, veća je mogućnost nastanka 2. subharmonijske ferorezonanse. Visina faznih napona u toku ferorezonansnih oscilacija zavisi od: vrednosti kapaciteta provodnika mreže prema zemlji; od oblika u-i karakteristike magnećenja naponskog ili energetskog transformatora (potrošač) ili armiranog opleta od čelične žice ili trake kod podzemnih kablova i otpora prigušenja razvoda.

Intermitirajući zemljospoj je više verovatan u mrežama sa malim strujama zemljospoja i pri uspostavljanju zemljospoja dostiže 6Uf. Opasan je za naponsko naprezanje izolacije i za termička oštećenja uzemljenja postrojenja na konzumu pa i za ljudstvo koje radi na tim poslovima, ukoliko pređe u višestruki zemljospoj. Jedna od dodatnih mera zaštite od opasnog napona dodira jeste izvođenje zaštitnog centralnog uzemljivača.

Pored gore navedenog, ovim radom razmatrani su sledeći problemi (i njihova rešenja) nastali usled ferorezonanse u izolovanim mrežama:

- a) problem pregorevanja naponskih induktivih transformatora,
- b) problem neselektivnog reagovanja zemljospojne usmerene zaštite izvodne ćelije transformatorske stanice
- c) problem ometanja rada odvodnika prenapona (TOV) i
- d) problem pri asimetriji energetskog transformatora kao potrošača.

Ključne reči: ferorezonansa, neselektivnost, zemljospojna usmerena zaštita, naponski transformator, srednjenaponska mreža, transformatorska stanica, odvodnik prenapona bez iskrišta (MO).

UNAPREĐENJE PROCESA ODRŽAVANJA RADIJALNE MREŽE SREDNJEG NAPONA SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM PRIMENOM SAVREMENIH UREĐAJA ZA SPREČAVANJE I PRIGUŠENJE FEROREZONANSE, CIRED 2014.

PROBLEMS IN RADIAL MEDIUM VOLTAGE NETWORKS WITH ISOLATED NEUTRAL POINT CAUSED BY FERRORESONANCE

As the above-mentioned networks use an inductive voltage transformer, using modern devices for preventing and damping ferroresonance according to IEC 60071-2, up to 1s and at nominal voltage networks there is a condition to use a surge arrester without gaps (MO) with lower rated voltage. According to IEC 60099-5 rated voltage of surge arresters can be equal or greater than the maximum equivalent temporary voltage in the network. Resistance caused by conducting current through the arrester in the part of network, during the establishing ground fault will reduce the isolated network ($I_a < 0.1 \cdot I_c$) to the network whose active component of the current ground fault is function u-i characteristic of surge arresters. In that way, down slope characteristics of overvoltage at the establishing earth fault in an isolated network and its apex value reduce to a lower value. This leads to a lower value of residual voltage (for the same nominal current) of surge arrester, lower probability of high overvoltages in the establishing ground faults, lower probability of network ferroresonance, lower probability of intermittent earth faults and lower stationary voltage of correct phases during earth fault. Under these conditions the possibility of occurrence of multiple ground faults and multi pole short circuit will reduce, which is not the case in an isolated network ($I_a < 0.1 \cdot I_c$). In the adjusted network with such a solution, there are all conditions to protect the equipment from temporary, switching and lightning surges. Surge arresters without gaps (MO) with their resistance (TOV) will actively participate in damping ferroresonance occurred in the part of network, assisted by a modern device connected to voltage transformers.

Ground fault with large currents in an isolated network causes less likely its self-extinguishing and therefore it lasts longer, with higher stationary voltages on the remaining stages which will heat place of the fault. Then ground fault may become bipolar or three phase short circuit. Overvoltages in establishing ground fault reach 2.5Uf.

Overvoltages in the exclusion of earth usually do not exceed the nominal voltage of network, if the switching occurs when passing current through zero. So, the operation of surge arresters (MO) exclusion from connection with earth is done at latest at the first passage through zero current.

With the exclusion of earth fault in this network high overvoltage may occur if there is a re-ignition of electric arc when turn off switch or when switch out the current before it passes through zero - cutting current. Switching overvoltages are in the range 3,5Uf. In large network capacity and its large ground fault currents, the possibility of 2. subharmonics ferroresonance is greater. The height of phase overvoltages in the ferroresonance oscillation flow depends on the values of its capacity conductor with the ground; the form of u-i characteristic magnetization voltage or power (consumers) transformer or reinforced braids of steel wire or strip with underground cables and resistance damping part of the network.

Intermittent ground fault is more likely in networks with low earth fault current and in the establishing overvoltage earth fault, when it reaches 6Uf. It is dangerous for the voltage stress of insulation and thermal damage to earth installations in the consumption and even for people who work in these jobs, if it converts to multiple ground faults. One of the additional protection against danger touch is the central performance of protective earthing.

In addition to the above, the article provides solutions to the following problems which occurred due to ferroresonance in isolated networks, namely:

- a) the problem of burning inductive voltage transformers,
- b) the problem of nonselective reactions of directed earth fault protection in outgoing cubicles (substations),
- c) the problem of obstruction of surge arresters without gaps (MO) and
- d) the problem of asymmetry power transformer as a consumer.

Key words: ferroresonance, damping resistor, non-selectivity, directional earth-fault protection, voltage transformer, grounding, medium voltage network, substation, transformer-sensore, surge arrester without gaps (MO)

IMPROVING THE PROCESS OF MAINTENANCE OF MEDIUM VOLTAGE RADIAL NETWORKS WITH AN ISOLATED NEUTRAL POINT, BY APPLYING MODERN APPARATUS FOR PREVENTING AND DAMPING FERRORESONANCE

**PROBLEM ZAŠTITE 35 KV POSTROJENJA SA IZOLOVANOM NEUTRALNOM TAČKOM
U PLANINSKOM PODRUČJU OD PRENAPONA**

Milan SAVIĆ, Mileta ŽARKOVIĆ, Ratko KOVAČIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija
Marko MIJIĆ, Elnos BL, Banja Luka,
Mladen BANJANIN, Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu, Bosna i Hercegovina

U toku eksploatacije u Hidroelektrani Bočac na Vrbasu u 35 kV postrojenju se desilo u kratkom roku nekoliko kvarova izolacije (proboj namotaja 35 kV suvog transformatora sopstvene potrošnje, proboj 35 kV kablovske glave, havarija 35 kV odvodnika prenapona, havarija 35 kV osigurača sa pojavom međufaznog luka praćenog eksplozijom). Studija koordinacije izolacije je napravljena u 2 pravca:

- a) Studija atmosferskih prenapona kada su vodovi 35 kV sa zaštitnim užetom na kamenitom terenu ispred analiziranog postrojenja pogođeni atmosferskim udarom.
- b) Eksperimentalno istraživanje kontrolisanog jednopolnog zemljospoja sa lukom u 35 kV sistemu.

Na osnovu studije atmosferskih prenapona je potvrđeno da su neke od havarija posledica atmosferskih udara. Na osnovu dnevnika događaja utvrđeno je tačno vreme havarije. Od Nezavisnog operatera sistema Bosne i Hercegovine koji raspolaže sa rezultatima registracije sistema za detekciju i lociranje atmosferskih udara je utvrđeno da postoji korespondencija između havarija i atmosferskih udara na analiziranom području. Utvrđeni su sledeći problemi vezani za zaštitu od atmosferskih prenapona:

- Utvrđeno je da jedan set odvodnika prenapona postavljen na spoljašnjem zidu zgrade postrojenja pored kablovske glave 35 kV kabela, koji povezuje ulaz u zgradu postrojenja sa transformatorom sopstvene potrošnje 35/0.4 kV, nije dovoljan za efikasnu prenaponsku zaštitu. Predloženo je da se montira još jedan set odvodnika prenapona na samom transformatoru sopstvene potrošnje, što bi obezbedilo potpunu zaštitu.
- Analizirani 35 kV sistem sa izolovanom neutralnom tačkom ima samo indikaciju zemljospoja, ali ne i isključenje, tako da zemlj spoj može neograničeno da traje. Izbor adekvatnog odvodnika prenapona u takvim uslovima je ozbiljan problem. Tri odvodnika prenapona različitih proizvođača su analizirana i samo jedan odvodnik prenapona ispunjava uslov da mu je preostali napon, koji definiše zaštitni nivo, dovoljno nizak. Sa druge strane potrebno je da sposobnost odvodnika prenapona da podnese privremene prenapone bude takva da odvodnik može da radi u uslovima zemljospoja neograničenog trajanja.

Eksperimentalno su istraživani prenaponi usled intermitentnih zemljospojeva sa lukom u kontrolisanim uslovima. Dužina luka je podešavana da se dobije da je trajanje intermitentnih prenapona bude bar nekoliko perioda. Dobijen je maksimalni koeficijent prenapona na zdravoj fazi veći od 2.8 relativnih jedinica. Broj eksperimenata je bio ograničen, tako da je broj registrovanih prenapona bio nedovoljan da bi se mogli statistički obraditi. Eksperimenti su pokazali da zemljospojevi sa lukom mogu da izazovu visoke prenapone koji mogu da značajno naprežu izolaciju. Rezultati su kasnije numerički simulirani da bi se dokazao mehanizam nastanka prenapona pri intermitentnom gorenju luka.

Ključne reči: Atmosferski prenaponi, odvodnici prenapona, izolovano zvezdište, zemljospojevi.

**AN OVERVOLTAGE PROTECTION PROBLEM OF THE 35 KV SUBSTATION WITH INSULATED NEUTRAL CONNECTED TO
OVERHEAD LINE IN MOUNTAINOUS REGIA**

During the exploitation of the HE plant Bočac 1 at river Vrbas in the 35 kV substation couple insulation failures happened in the short time period (35 kV winding of power transformer for self plant consumption failure, 35 kV cable termination outage, surge arrester damage, 35 kV fuse housing breaking causing three phase short circuit with explosion). The over-voltages study was performed in two directions:

- a) Lightning overvoltage study for the case when 35 kV lines with shield wire connected to the substation, built at rocky terrain, are subjected to the lightning discharges,
- b) The experimental investigation of the single line controlled arcing ground fault in 35 kV system.

From lightning overvoltage study it was proven that some of accidents are caused by lightning strikes. From log-books the exact timing of the accident was detected and compared to the results of lightning detection system owned by Independent System Operator in Bosnia and Herzegovina and strong correlation was found. The following problems considering lightning initiated failures are detected:

- It was found that one set of surge arresters mounted at the outer wall of substation building close to the cable terminations connecting end of overhead line with 35/0.4 kV transformer for self consumption is not sufficient for efficient overvoltage protection. Another set of surge arrester mounted directly at the dry type transformer for self consumption must be mounted to perform full protection.
- The analyzed 35 kV system with isolated neutral point has only indication of the ground faults, which can have unlimited duration. From this reason surge arrester selection for such a system is a complicated problem. Three surge arresters from different manufactures are compared and only one surge arresters type has adequately low residual voltage characteristics to protect insulation and enough high temporary overvoltage withstand ability for ground faults with unlimited duration in 35 kV network.

Transient over-voltages caused by arcing ground fault are experimentally simulated in controlled conditions. The arc length was controlled in such a way that intermittent arc duration was couple of periods, giving high overvoltage factors, acceding the value of 2.8 per unit. The number of performed experiments was not great enough to deduce overvoltage statistical parameters, but experiments showed that arcing fault can cause high overvoltage and that the intermittent ground fault can have long duration causing number of transients stressing insulation. The results are afterwards numerically simulated to proof the mechanism of overvoltage origination.

Key words: Lightning overvoltages, surge arresters, insulated neutral, ground faults.



R-2.16

ANALIZA UTICAJA SOLARNE ELEKTRANE NA KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTIVNE MREŽE

H. SALKIĆ, A. BIJEDIĆ, A. SOFTIĆ
JP Elektroprivreda BiH, Bosna i Hercegovina

U poslednje vreme sve veći značaj u proizvodnji električne energije je dat korišćenju obnovljivih izvora energije. U Bosni i Hercegovini to se, u ovom trenutku, naročito odnosi na korišćenje energije sunčevog zračenja, odnosno izgradnju solarnih (fotonaponskih) elektrana. U cilju analiziranja uticaja ovakvih elektroenergetskih objekata na kvalitet električne energije celokupne distributivne mreže potrebno je poznavati određene parametre koji su definisani normom EN 50160. Vrednosti ovih parametara mogu se dobiti merenjima i to instrumentima za merenje kvaliteta električne energije (analizatori). U ovom radu je razmatran uticaj na distributivnu mrežu solarne elektrane instalisane snage 21,5 kWp, a za analizu su korišćena merenja koja su izvršena tokom sedmodnevnog radnog ciklusa solarne elektrane. Tokom mernog perioda vršeno je uzorkovanje i merenje mernih veličina u 10-minutnim, odnosno 10-sekundnim vremenskim intervalima, u zavisnosti od merene veličine, kako je to propisano normom. Rezultati merenja su predstavljeni na dijagramima i na osnovu njih su izvedeni zaključci o kvalitetu električne energije koju ova solarna elektrana distribuiše potrošačima.

Ključne reči: solarna elektrana, norma EN50160, kvalitet električne energije, distributivna mreža.

ANALYSIS OF SOLAR POWER PLANT IMPACT ON DISTRIBUTION NETWORK POWER QUALITY

Recently, the increasing importance in power production is given to the usage of renewable energy sources. In Bosnia and Herzegovina, in this moment, this particularly refers to the usage of solar radiation energy, respectively to the construction of solar (photovoltaic) power plants. In order to analyze the impact of such power facilities on the power quality of entire distribution network it is necessary to know a certain parameters that are defined by the norm EN 50160. The values of these parameters can be obtained by measurements, with instruments for measuring the power quality (analyzers). In this paper is analyzed the influence on the distribution network of solar power plant with installed capacity of 21.5 kWp, and for the analysis are used the measurements that are performed during a seven-day working cycle of solar power plant. During the measurement period the sampling and measurement of measuring values is performed, in 10-minute or 10-second time intervals, depending on the measured value, as it is prescribed in the norm. The measurement results are presented in diagrams and based on them the conclusions about power quality which is distributed to the consumers by these solar power plant are made.

Key words: solar power plant, norm EN50160, power quality, distribution network.

ZAJEDNIČKI UTICAJ FOTONAPONSKIH SISTEMA I ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA NA HARMONIJSKO IZOBLIČENJE STRUJA U URBANIM DISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA

Duško TOVILOVIĆ, Stanari 438, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
Nikola RAJAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Republika Srbija

U posljednjih nekoliko decenija proizvodnja električne energije iz fotonaponskih sistema (FNS-a) i broj prodatih električnih automobila (EA-a) su u stalnom porastu. Kako bi se obezbijedilo značajnije priključenje FNS-a i EA-a u elektroenergetski distributivni sistem (EDS) neophodno je istražiti moguće uticaje priključenja ovih sistema na EDS. U ovom radu biće istražen je zajednički uticaj FNS-a i EA-a na harmonijsko izobličenje struja. Testni sistem biće razvijen je na osnovu stvarnog sistema te će biti posmatrano nekoliko karakterističnih slučajeva u pogledu priključenja FNS-a i EA-a. Potrošači na niskom naponu biće modelovani sa dnevnim dijagramima opterećenja sa kvazistacionarnim intervalima od 10 minuta. Za modelovanje biće korišteni podaci o izmjenjenim snagama grupisanih potrošača u stvarnom EDS-u. Dijagram proizvodnje fotonaponskog sistema biće modelovan na osnovu izračunate izlazne snage stvarnog FNS-a naznačene snage od 15 kW. Proizvodnja električne energije posmatranog FNS-a biće izračunata korištenjem programskog alata OpenDSS, koji posjeduje model FNS-a, korištenjem podataka o stepenu korisnog dejstva invertora posmatranog FNS-a te podataka o vrijednostima intenziteta Sunčevog zračenja u toku dana i dnevne temperature. Podaci o intenzitetu Sunčevog zračenja biće preuzeti su sa internet servisa SODA te će biti posmatrano područje grada Doboja. Za potrebe analize tokova snaga viših harmonika (harmonijska analiza) pojedini karakteristični tipovi potrošača biće modelovani kao strujni izvori struja osnovnog harmonika i viših harmonijskih komponenti (harmonika) struje. Za modelovanje biće korišteni podaci o amplitudama i faznim stavovima pojedinih harmonika struje koji su izmjereni u stvarnom sistemu. Očekuje se da će biti pokazano da istovremeno priključenje FNS-a i EA-a može da dovede do povećanja harmonijskog izobličenja struja u sistemu. S obzirom da je održanje kvaliteta električne energije u zadovoljavajućim granicama jedan od zadataka u eksploataciji EDS-a, te pošto se očekuje značajnije priključenje FNS-a i EA-a u skorijoj budućnosti, neophodno je nastaviti istraživanje zajedničkog uticaja FNS-a i EA-a u pravcu otkrivanja radnih režima sistema u kojima bi njihovi negativni uticaji bili minimalni.

Ključne riječi: distributivni sistem, distribuirana proizvodnja, fotonaponski sistem, električni automobil, harmonijska analiza.

SIMULTANEOUS IMPACT OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AND ELECTRIC VEHICLES ON HARMONIC DISTORTION OF CURRENTS IN URBAN DISTRIBUTION SYSTEMS

In recent decades, the production of electricity from photovoltaic systems (PVs) and the number of sold electric vehicles (EVs) are increasing. In order to provide significant connection of PVs and the EVs in the electricity distribution system (EDS) it is necessary to investigate the possible impacts of connecting these systems to EDS. In this paper we will investigate the combined effect of PVs and EVs to harmonic current distortion. The test system will be developed based on the actual system. Several characteristic cases will be considered in terms of PVs and EVs connection. Loads on low voltage will be modeled by daily load profiles and data measured in real EDS will be used for modelling. Electric power generation of a photovoltaic system will be modeled on the calculated output power of real PVs a specified power of 15 kW. Electricity production of observed PVs will be calculated using a software tool OpenDSS using data of efficiency of the inverter observed PVs 's and data of the values of the solar radiation during the day and daytime temperatures. Solar radiation data will be taken from the internet service SODA and city Doboj will be considered. For the harmonics power flow calculation (harmonic analysis), some typical types of consumers will be modeled as a current source current for fundamental harmonic and higher harmonic components (harmonics). Data of the amplitudes and phases of individual harmonic currents measured in the real system will be used for modelling. It is expected that simultaneous connection of the PVs and the EVs may lead to an increase of the harmonic distortion currents in the system. Due to maintaining the quality of electricity within the required limits is one of the tasks in service of EDS, and as it is expected a significant connection PVs and the EV in the near future, it is necessary to continue research of simultaneous impact of PVs and EVs towards discovering operating modes of the system in which their adverse effects will be minimal.

Keywords: Electric Power Distribution System, Distributed Generation, Photovoltaic System, Electric Vehicle, Harmonic Power Flow Calculation.

REGULACIJA NAPONA U NISKONAPONSKIM MREŽAMA SA DISTRIBUIRANOM PROIZVODNOM

Ilija DIMITRIJEVIĆ, EPS Distribucija, Direkcija za upravljanje DEES, Služba za MIZ i automatizaciju DEES, Novi Sad,
Siniša SPREMIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

Osnovni i u dosadašnjoj praksi jedini način regulacije napona u distributivnoj mreži (u daljem tekstu: DM) se vrši regulacionom sklopkom pod opterećenjem na transformatorima visoki napon/srednji napon čime se samo delimično mogu otkloniti padovi napona i obezbediti veličina napona u relativno uskom opsegu bez značajne nesimetrije. Velike promene veličine napona i nesimetrija su posebno izraženi u niskonaponskoj (u daljem tekstu: NN) mreži. Kako bi se izbegla veća ulaganja u otklanjanje problema u NN pasivnim mrežama bez distribuiranih izvora, ali i aktivnim mrežama sa distribuiranom proizvodnjom u poslednje vreme je razvijen veći broj različitih tehničko-tehnoloških rešenja za regulaciju napona u NN DM. Ova rešenja obuhvataju dva rešenja transformator srednji/niski napon sa više položaja (otcepa) sa regulacijom napona pod opterećenjem, transformator niski/niski napon (NN/NN) sa više položaja (otcepa) sa regulacijom napona pod opterećenjem, transformator niski/niski napon sa promenljivom induktivnošću, NN/NN kaskada upravljana kontaktima, tri rešenja NN/NN pojačala sa energetsom elektronikom i rešenje korišćenjem Skotovih transformatora. Dat je kratak prikaz rešenja za regulaciju napona u NN mrežama sa mogućnostima primene. Navedene su prednosti i nedostaci svakog od rešenja. Pored ovog značajan uticaj na veličinu napona i nesimetriju može imati distribuirana proizvodnja električne energije priključena na NN DM. Opisan je uticaj različitih vrsta distribuiranih izvora električne energije na prilike u NN DM uvažavajući značajnu nesimetriju koja se javlja u većini NN DM. Razmotren je zajednički uticaj različitih uređaja za regulaciju napona i distribuirane proizvodnje na poboljšanje napona u NN mrežama.

Ključne reči: Regulacijam, Niski, Napon, Distribuirana, Proizvodnja.

VOLTAGE REGULATION AT LOW VOLTAGE NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION

Basic and in previous practice only way for voltage regulation in distribution network was using On-Load Tap Changers at transformers high voltage/medium voltage. This type of voltage regulation could only partially remove voltage drops and provide voltage at relative narrow range without significant asymmetry. Big voltage changes and asymmetry are especially noticeable at low voltage network. In order to avoid large investment due to problems in passive low voltage networks without distributed generation and active low voltage networks with distributed generation several different technical and technological solutions for voltage regulation at low voltage network was developed. Those solutions comprise two solutions of transformers medium voltage/low voltage (in following text: LV/LV) with several taps with On-Load Tap Changer, transformer low voltage/low voltage (in following text: LV/LV) with on-load regulation over several taps, transformer LV/LV with variable inductance, LV/LV contactor controlled cascade, three solutions of LV/LV amplifiers with electronic control and solution using Scott transformers. Short description of solutions for voltage regulation in low voltage networks with application possibilities was given. Advantages and disadvantages of each solution are suggested. Significant influence on voltage and asymmetry could have distributed generation connected at low voltage distribution network. Different types of distributed generation influence on condition at low voltage distribution network with respect to significant asymmetry which occurs in most low voltage distribution networks are showed. Consideration of common influence of different devices for voltage regulation and different distribution generation to improve voltage in low voltage networks.

Key words: Regulation, Low, Voltage, Distributed, Generation.

TEHNIČKI USLOVI PRIKLJUČENJA I MULTILEVEL INVERTORI U DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE

N. SAVIĆ, V. A. KATIĆ

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Poslednjih godina, distribuirani izvori energije (DIE) predstavljaju jedan od energetske resursa koji se sve intenzivnije koriste [1]. Dobro funkcionisanje sastavnih delova i zadovoljenje mrežnih zahteva za priključenje DIE, predstavljaju ključne uslove za efikasno korišćenje i uspešnu integraciju DIE u elektroenergetski sistem. Jedan od najvažnijih sastavnih delova, koji obezbeđuju siguran i pouzdan rad distribuiranih izvora energije, predstavljaju energetske pretvarači (invertori) preko kojih su DIE povezani na mrežu. Ovi invertori, poznati pod imenom mrežni invertori (*grid-tie inverter*), obično su realizovani kao trofazni u mostnoj konfiguraciji i upravljani su sa PWM tehnikom [2]. U tom obliku, oni najčešće zadovoljavaju tehničke uslove priključenja za male elektrane na distributivnu mrežu (niski ili srednji napon), koji važe u svetu i kod nas [3]. Međutim, sve više zemalja usvajaju dodatne uslove, koji se vezuju za rad ovih elektrana u slučaju kratkotrajnih poremećaja u mreži (naponskih varijacija, propada napona i sl.), pogotovu ako se DIE vezuju na srednji ili visoki napon. Ovi uslovi, poznati kao „Pravila mreže“ (*Grid Code*) predviđaju da DIE nastavi sa radom, čak i ako u mreži dođe do kvara, odnosno do značajnijeg pada napona (pa i na nulu) u jednom kratkom vremenskom periodu (150 ms – 600 ms) [4]. U takvim uslovima dolazi do značajnog strujnog naprezanja komponenti mrežnog invertora, pa je potrebno razviti posebne algoritme upravljanja i druge mere zaštite ili tražiti nova rešenja.

Jedan od novih puteva je razvoj invertora sa više nivoa (*multilevel inverter*). Elementarni koncept invertora sa više nivoa, koji može da dostigne velike snage, je da koristi seriju snažnih poluprovodničkih prekidača sa nekoliko manjih izvora DC napona koji vrše konverziju snage kreirajući stepeničast oblik napona ili struje na svom izlazu. Broj nivoa u invertoru definiše broj jednosmernih (DC) naponskih izvora (kondenzatori, baterije i obnovljivi izvori energije mogu se koristiti kao DC naponski izvori) koji su potrebni u cilju da se dostigne određen napon na svom izlazu. Pored sposobnosti (karakteristike, osobine) da dostižu velike snage, multilevel invertori omogućuju bolje karakteristike izlaznog napona (manji sadržaj viših harmonika, jednostavnije filtriranje i dr.). DIE kao što su solarne fotonaponske elektrane, vetrogeneratori ili kombinovani (hibridni) izvori mogu se sa lakoćom povezati sa pretvaračima sa više nivoa i koristiti u mrežama kako niskog, tako i visokog napona. Povezivanje nekog od DIE sa mrežom preko multilevel pretvarača prevazilaze se neke od mana kao što su upotreba skupih, glomaznih i preteških transformatora, velika harmonijska distorzija izlaznih napona i struja, itd.. Drugi veoma važan faktor predstavljaju zahtevi mreže za priključenje DIE u elektroenergetski sistem. U ovom radu će biti predstavljeni invertori sa više nivoa, njihove najvažnije konfiguracije, kao i karakteristični metodi upravljanja.

Ključne reči: Distribuirani izvori energije, Multilevel invertori, Priključenje FN elektrana.

GRID CODE REQUIREMENTS AND MULTILEVEL INVERTERS IN DISTRIBUTED ENERGY SOURCES

N. SAVIĆ, V. A. KATIĆ

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

For the past few years, the use of distributed energy resources (DER) has widely intensified. Good function of devices and compliance with grid connection requirements for a DER are the key to the efficient use and successful integration of a DER into the power system. One of the most important components, which ensure safe and reliable performance of a DER is power inverter which connects DER to the grid. These inverters, known as grid-tie inverters, are usually realized as 3-phase bridge inverters controlled by PWM technique. In this form, they usually satisfy technical requirements, domestic as well as international, for connecting small power plants to the grid (low or medium voltage). However, more and more countries adopt additional requirements in terms of small power plant operation during short-term grid fluctuations (voltage variation, voltage drop, etc.), especially if DER is connected to medium or high voltage. These requirements, known as *Grid Code* expect a DER to continue working even if there is a break down in the grid, i.e. if there is a significant voltage drop (even to 0) in a short period of time (150 ms – 600 ms). These conditions deliver substantial over-current to the components of the grid tie inverter, so it is necessary to develop special managing and other protective measures, or simply research new solutions.

One of new trends is the development of multilevel inverters. Basic concept of multilevel inverters, which can reach great power, is use of a series of strong semiconductor switches with a few smaller DC voltage sources which convert the power by creating a cascading output voltage or current. Number of inverter levels defines a number DC voltage sources (capacitors, batteries and renewable energy resources can be used as DC voltage sources) which are needed in order to achieve certain output voltage. Along with the ability (characteristics, performances) to achieve great power, multilevel inverters produce output voltage with better

characteristics (smaller content of higher harmonics, simpler filtration, etc.). DER as solar photovoltaic power plants, wind generators or combined (hybrid) resources can easily be connected to multilevel inverters and thus be used in low voltage as well as in high voltage grids. By connecting a DER to the grid using a multilevel inverter a few disadvantages can be overcome, such as the use of expensive, large and heavy transformers, large harmonic distortion of output voltage and current, etc. The second most important factor is the requirements for connecting DER to the power grid. This paper concentrates on multilevel inverters, their most important configurations, as well as particular methods of control (management)..

Keywords: Distributed energy resources, Multilevel inverters, PV plants connection.



UGRADNJA NN ORMANA ZA KOMPENZACIJU U CILJU POPRAVKE FAKTORA SNAGE NA KONZUMNOM PODRUČJU TS 110/35/10 KV „BEOGRAD 18 – RALJA“

Dušan VUKOTIĆ*, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija
Nada VRCELJ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“ a.d. Beograd, Srbija
Radomir TODOROVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija
Aleksandar MILOJKOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

Duži niz godina na konzumnom području TS 110/35/10 kV „Beograd 18 – Ralja“ postoji problem izuzetno lošeg ukupnog faktora snage koji je rezultirao registrovanjem prekomerne preuzete reaktivne energije na tom mernom mestu. U cilju popravke faktora snage, odnosno eliminisanja prekomerne preuzete reaktivne energije na ciljnom konzumnom području izvršena je analiza koja je dala smernice u pogledu potrebnih akcija koje je potrebno sprovesti u cilju rešavanja problema. Pod tim se podrazumevalo da se napravi odgovarajuća tehnička specifikacija za nabavku NN ormana za kompenzaciju, budući da postojeće tehničke specifikacije nisu obuhvatale NN ormane za kompenzaciju koje bi se ugrađivali na stubnim transformatorskim stanicama instalisane snage od 160 kVA i 250 kVA, a kojih je bilo najviše na tom konzumnom području. U prvoj etapi u potpunosti je ugradnjom pokriveno konzumno područje na teritoriji Sopota, i već na osnovu prvih rezultata kampanje ugradnje došlo je praktično do eliminisanja prekomerne preuzete reaktivne energije, naročito tokom letnjih meseci. Ali sa kampanjom ugradnje se nastavilo i na konzumnom području koje obuhvata deo teritorije Grocke, kojim se problem izuzetno lošeg ukupnog faktora snage u potpunosti eliminisao. U radu su dati i rezultati proračuna tokova snaga na ciljnom konzumnom području za slučaj kada nije bila sprovedena kampanja ugradnje NN ormana za kompenzaciju, kao i nakon ugradnje, na osnovu koji se u potpunosti mogu videti svi efekti sprovedene kampanje ugradnje NN ormana, koji se pre svega odnose na popravak faktora snage, ali i na poboljšanje naponskih prilika i smanjenja ukupnih tehnički gubitaka. Takođe, data je analiza rezultata proračuna u cilju definisanja plana isključenja kondenzatorskih baterija u NN ormanima tokom zimskog perioda kada dolazi do prekompenzovanja reaktivne energije na mestu ugradnje.

Ključne reči: Popravak faktora snage, kondenzatorske baterije.

INSTALLING LV CABINET FOR COMPENSATION WITH A GOAL OF FIXING CAPACITY FACTOR AT THE CONSUMPTION AREA OF PRIMARY STATION 110/35/10 KV "BELGRADE 18 - RALJA"

There has been a problem for many years in the consumption area of primary station 110/35/10 kV "Belgrade 18 - Ralja", of extremely low total power factor which resulted in the registration of excessive reactive power at the measuring point. In order to repair the power factor, or to eliminate the excessive reactive power on the target consumption area, the analysis has been performed. The results of the analysis have led to the guidance on the necessary actions to be undertaken in order to solve the problems. By this is meant to make appropriate technical specifications for the procurement of LV cabinet for compensation (capacitor banks), because the existing technical specifications did not include LV cabinets for the compensation that would be incorporated in the pole mounted transformer stations with installed capacity of 160 kVA and 250 kVA, and the most of them were present in this consumption area. In the first stage the consumption area of Sopot community has been completely covered by the installation, and already the first results of the campaign there has been mounting to virtually eliminate excessive reactive energy, assessing by the first results of the campaign the excessive reactive energy has been practically eliminated, especially during the summer months. The campaign has continued installation on the consumer area including a part of the territory of Grocka community, thus a problem of extremely low total power factor has been completely eliminated. The paper presents the results of calculations of power flows on the target consumption area when there were not a campaign mounting LV cabinet for compensation done, and after the installation, where all the effects of campaigns LV cabinet installation can be fully seen all this being related to power factor, but also on improvement of

voltage conditions and reduction of the total technical losses. It also provides an analysis of the calculation results in order to define a plan of disconnection of capacitor banks in LV cabinets during the winter period, when there is over- compensation reactive power on site.

Keywords: Repair of power factor, capacitor banks.



KVALITET ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNOM SISTEMU SRBIJE DO 2014. GODINE

M. RISTIĆ, D. ILIĆ, I. JAGODIĆ, G. BJELAJAC, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd,
R. MAKSIMOVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije-Ogranak RB Kolubara, Beograd,
Z. RISTIĆ, PEP, Beograd

U radu je izložena metoda praćenja kvaliteta isporuke električne energije, koja se u Evropskoj uniji primenjuje više od 14 godina. Dati su i zahtevi Evropske energetske politike iz ove oblasti. Izložen je i način praćenja u Elektrodistributivnom sistemu Srbije. Dati su neki primeri praćenja u Elektrodistributivnom sistemu Srbije do 2014. godine.

Ključne reči: kvalitet isporuke električne energije, metoda, elektrodistributivni sistem.

QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY IN DISTRIBUTION SYSTEM IN 2014 TO SERBIAN

The paper presents a method of monitoring the quality of electricity supply, which the European Union applies more than 14 years. They are given the requirements of the European energy policy in this field. Also we present a way of monitoring in Distribution system of Serbia. We gave some examples of monitoring in Distribution system of Serbia by 2014.

Keywords: quality of electricity supply, method, power distribution system.



Stručna komisija 3

UPRAVLJANJE I ZAŠTITA

Predsednik komisije: mr Dušan VUKOTIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 15 (petnaest) radova, od čega je 12 (dvanaest) usvojeno kao referati (R), a 3 (tri) je usvojeno kao Informacije (I). Radi efikasnijeg rada u okviru stručne komisije, izvršeno je grupisanje radova u tri teme, objedinjavanjem preferencijalnih tema iz poziva za pisanje referata:

Tema 1 – Upravljanje elektrodistributivnim mrežama i telekomunikacije

Stručni izvestilac je Dalibor NIKOLIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd.

U ovoj temi prihvaćeno je 1 (jedan) rad i 2 (dve) informacije u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:

- Primena energetskih aplikacija u elektrodistributivnim preduzećima.
- Automatizacija elektrodistributivnih mreža.
- Upravljanje elektrodistributivnom mrežom u tržišnim uslovima.
- Regulacija napona u SN i NN mrežama.

Tema 2 – Zaštita u elektrodistributivnim mrežama

Stručni izvestilac je mr Zoran RISTANOVIĆ, „Siemens“ d.o.o. Beograd.

U ovoj temi prihvaćeno je 7 (sedam) radova i 1 (jedna) informacija u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:

- Strategije pri zameni SCADA sistema, rekonstrukciji relejne zaštite i uvođenju sistema za nadzor i upravljanje u transformatorskim stanicama.
- Aspekti pouzdanosti zaštite bazirane na standardu IEC 61850.
- Uticaj distribuirane proizvodnje na tradicionalne sisteme zaštite i upravljanja.
- Analiza pojave kvarova i registrovanih zapisa o kvarovima.

Tema 3 – Telekomunikacije i informatička podrška procesima u elektrodistributivnim mrežama

Stručni izvestilac je mr Miodrag PAŠČAN, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad.

U ovoj temi prihvaćeno je 4 (četiri) rada u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:

- Sigurnosni aspekti pristupa informacijama i njihova razmena.
- Primena komunikacionih sistema za potrebe zaštite i upravljanja.
- Komunikacione tehnike i protokoli za realizaciju inteligentnih mreža („Smart Grids“ i Smart Metering“).
- Međusobna zavisnost upravljanja elektrodistributivnim mrežama i komunikacione infrastrukture
- Zahtev za potrebnim informacijama, upravljanje podacima i dokumentacijom.

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

IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVEŠTILACA

Tema 1:

Upravljanje u elektrodistributivnim mrežama

Stručni izvestilac: Dalibor NIKOLIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

R-3.01

OPTIMALNA STRATEGIJA ZA UNAPREĐENJE POUZDANOSTI U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Autori:

Ž. POPOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Subotica“

S. KNEŽEVIĆ, B. BRBAKLIC, „Schneider Electric DMS“ d.o.o. Novi Sad, Srbija

U ovome radu je predložen pristup, zasnovan na mešovitom celobrojnom linernom programiranju, za određivanje optimalne strategije za unapređenje pouzdanosti u distributivnim mrežama. Predloženi pristup istovremeno razmatra zamenu postojećih elemenata mreže novim, pouzdanijim elementima, relokaciju postojećih automatizovanih uređaja i ugradnju novih automatizovanih uređaja u cilju dobijanja strategije za unapređenje pouzdanosti koja garantuje minimum ukupnih svedenih troškova pouzdanosti.

Pitanja:

1. U radu je navedeno da se heurističkim i metaheurističkim pristupima ne garantuje dobijanje globalnog optimuma. Da li je primenom pristupa zasnovanog na algoritmu mešovitog celobrojnog linearnog programiranja to garantovano?
2. Koliko se razlikuju pokazatelji pouzdanosti napajanja kupaca ostvareni različitim scenarijima automatizacije predloženim u radu? Da li su oni u korelaciji sa troškovnim pristupom prikazanim u radu?
3. Da li bi se sukcesivnim optimizacionim postupkom kojim bi se optimizacija vršila po svim nabrojanim aktivnostima dobili rezultati uporedivi sa optimalnim rešenjima sistema sa i bez normalno otvorenih uređaja. Koliko su odstupanja značajna i u kojoj meri favorizuju znatno složenije proračune?

I-3.02

UTICAJ AUTOMATIZACIJE ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NA POVEĆANJE NJENE POUZDANOSTI NA KONZUMNOM PODRUČJU VOJVODINE

Autori:

A. BOŠKOVIĆ, B. RADMILOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad

U radu je analizirana pouzdanost elektrodistributivne mreže na području Vojvodine, pre i posle ulaganja u automatizaciju srednjenaponske mreže. Napravljen je pregled ulaganja u poslednje 4 godine. Praćeni su sledeći pokazatelji: SAIFI, SAIDI i ENS. Konstatovano je značajno poboljšanje ovih pokazatelja nakon ulaganja.

Rad daje pregled sistema koji se koristi za nadzor i upravljanje. Takođe, u radu su predloženi i planovi za dalja unapređenja.

Pitanja:

1. Šta su ciljne vrednosti pokazatelja koje bi trebalo da se dostignu u nekom narednom periodu?
2. Da li se razmišlja o korišćenju standarda IEEE 1366, odnosno koliko su procedure za proračun pokazatelja usklađene sa ovim standardom?
3. Da li su autori napravili analizu uzroka i trajanje ispada po pojedinim tipovima problema? Šta bi bio neki najčešći uzrok i šta bi mogle biti mere kojim bi se mogle ublažiti posledice takvih ispada?

I-3.03**PREPORUKE PRI DEFINISANJU OPREME ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE SN MREŽOM**Autori:

V. MIJATOVIĆ, M. RADUNOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Sombor“

U radu su od strane autora date preporuke na osnovu decenijskog iskustva u automatizaciji elektrodistributivne mreže na teritoriji koju pokriva Ogranak „Sombor“. Preporuke koje su autori u radu dali delimično se razlikuju u odnosu na rešenja koja se primenjuju u drugim ograncima u okviru ODS, te je u perspektivi neophodno da se dosadašnja heterogena iskustva iz prakse koja poseduje ogranci, akumuliraju i unesu u jedinstvene tehničke preporuke u pogledu automatizacije u okviru celokupnog ODS, a na kojima već rade formirane radne grupe. Iz tog razloga postavljeno je nešto više pitanja sa ciljem da se što bolje objasne neke preporuke koje su autori izneli u radu.

Pitanja:

1. Da li autori mogu da konkretno pojašne koje su probleme imali kod rešenja gde su koristili opremu različitih proizvođača, imajući da su proizvođači u velikoj meri ispoštovali tehničke kriterijume u pogledu kompatibilnosti opreme kroz dosledno poštovanje usvojenih standarda?
2. Da li autori mogu detaljnije da objasne razlog za izbor komandnog napona od 24 V JSS, imajući u vidu da se samo predloženi komandni napon opreme za automatizaciju u na celom području ODS koristi samo u njihovom Ogranku? Takođe, potrebno je da autori daju kratak osvrt na izgled baterije, budući da se u opremi za automatizaciju isključivo koriste baterije u jednom kućištu, a ne u više kućišta kao što su autori naveli u radu.
3. Da li autori mogu da daju detaljan osvrt na izbor napajanja telekomunikacione opreme, kao i da daju detaljno razmatranje uticaja rada telekomunikacione opreme na rad sistema za besprekidno napajanje opreme za automatizaciju?
4. Da li postoje dodatni razlozi za izbor pomoćnog napajanja opreme za automatizaciju od 230 V?
5. Kako eksploataciono stanje baterije utiče na pouzdan rad opreme za automatizaciju, imajući u vidu da je predloženo da se transformator za napajanje opreme montira iza nadzemnog rasklopnog elementa? Da li autori mogu da daju kraći tehnički opis sekcionalizera ugrađenih na njihovom konzumnom području?
6. Prilikom montaže indikatora prolaska struje kvara u kojoj su meri poštovana uputstva za montažu predmetne opreme date od strane proizvođača opreme.
7. Imajući u vidu da se na nivou ODS definišu jedinstvene specifikacije opreme za automatizaciju, koliko su autori upoznati sa istim i koliko se one razlikuju od predloga datih u predmetnom radu?
8. Da li je samo potrebno vršiti isključenje lokalne automatike na opremi duž voda na kome se vrše radovi ili je neophodno da se izvrše i neke druge mere?
9. Zašto je izabrano da se primenjuje isti način rada APU na izvodu i na riklozeru koji je ugrađen u dubini mreže?

Tema 2:**Zaštita u elektrodistributivnim mrežama**Stručni izvestilac: mr Zoran RISTANOVIĆ, „Siemens“ d.o.o. Beograd**R-3.04****AUTOMATIZACIJA SN MREŽE KROZ UGRADNJU PREKIDAČA (REKLOZERA) - REALIZACIJA I FUNKCIONALNOST ZAŠTITE**Autori:

S. MANDIĆ, S. MILIVOJEV, M. POROBIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Novi Sad“

U radu je prikazana praksa pri ugradnji inteligentnih linijskih prekidača (ILP – „riklozera“) na teritoriji koja se nalazi u nadležnosti Ogranka „Novi Sad“, gde autori na vrlo detaljan način daju pregled svih aktivnosti koji se tom prilikom sprovode. Takođe, autori su na vrlo detaljan način prikazali proceduru funkcionalnog ispitivanja rada i integracije uređaja u okviru Sistema Daljinskog Upravljanja (SDU). Autori su u radu detaljno obrazloženo kojim su se razlozima i kriterijumima vodili prilikom određivanja optimalnog mesta ugradnje na konkretnim slučajevima na cilnom konzumnom području. Na vrlo detaljan način su prikazani konkretni slučajevi podešenja zaštitnih funkcija na samim uređajima, a pre svega u vezi sa načinom uzemljenja SNDM mreže, odnosno neutralne tačke napojnih transformatora. Sva podešenja su proverili na osnovu energetskih proračuna namenjenih za proračun kratkih spojeva u SNDM mreži i proveru koordinacije delovanja zaštitnih uređaja. Na konkretnim događajima koji su se desili u okviru SNDM mreže koji su imali uticaja na rada ugrađenih uređaja, data je detaljna analiza rada uređaja u pogledu selektivnosti realizovanih zaštitnih funkcija na samim uređajima, kao i predlozi za njihovo unapređenje.

Pitanja:

1. Da li autori mogu da detaljnije pojašne šta tačno projektna dokumentacija sadrži? Ko je izrađuje, a ko usvaja?
2. Da li se prilikom montaže inteligentnog linijskog prekidača vodilo računa sa kog je NN izvoda obezbeđeno napajanje zaštitno-upravljačkog ormana uređaja?
3. Da li bi montaža naponskog transformatora na dovodu inteligentnog linijskog prekidača eliminisao probleme koji se javljaju pri delovanju brzog ciklusa APU? Dati komentar.
4. U slučaju kada tokom radova, vreme izvođenje radova veće od autonomije napajanja AKU baterije, na koji način se postiže obezbeđivanje komandnog napona za potrebe manipulacija?
5. Zbog čega su se autori opredelili na izuzetno dugo trajanje sporog APU, kada je savremena praksa da se to vreme smanji na nekoliko desetina sekundi?
6. Da li su podešenja prekostrujne i kratkospojne zaštite mogla da budu bar dva puta manja? Dati komentar.

R-3.05 USKLAĐIVANJE ZAŠTITE I LOKALNE AUTOMATIKE PAMETNIH MREŽA 20 KV SA RADOM TEHNIKE ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA

Autori: M. RADUNOVIĆ, V. MIJATOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Sombor“

Rad donosi dragocena iskustva iz eksploatacije dela distributivne mreže u kojem su ugrađeni reklozeri, RMU-ovi i daljinski upravljivi rastavljači. Ovo je od velikog značaja imajući u vidu činjenicu da se aktivnosti ugradnje ove opreme u budućnosti zasigurno intenzivirati što će dodatno povećati složenost selektivnog podešavanja svih uređaja zaštite u srednjenaponskoj distributivnoj mreži.

Pitanja:

1. U radu je napomenuto da rastavljači snage registruju kvar. Na koji način? Odnosno, da li su isti opremljeni zaštitnim uređajima? Ako je odgovor, potvrđan, kojom vrstom zaštitnih uređaja su opremljeni i šta u tom slučaju još od primarne opreme postoji na lokaciji ugradnje rastavljača snage?
2. Da li autori smatraju dobrim rešenjem činjenicu da je dispečer ostao i dalje bitan element i faktor u procesu restauracije napajanja kod primarne eRMU-ova u kablovskoj mreži? Da li je ovo učešće dispečera moguće minimizirati ili u potpunosti eliminisati iz ovog segmenta, i ako jeste – kako?
3. Da li autori smatraju da je za ovaj segment distributivne mreže koji je tretiran u radu, kao i za ključne TS 110/x kV, potrebna i adekvatna prateća studija selektivnosti sistema zaštite obzirom da se sada kroz instalacije riklozera i RMU-ova dublje u distributivnoj mreži ima složenija situacija, kada su u pitanju zaštite u ovom segmentu mreže?
4. Kako autori vide rešenje postojeće, u radu apostrofirano, neusklađenosti vremena događaja koja stižu iz primarne TS 110/20 kV i sa pozicije riklozera?

R-3.06 KARAKTERISTIČAN DOGAĐAJ PRI RADU ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA

Autori: D. CVETINOV, Ž. TANJGA, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Novi Sad“

Rad donosi bitnu informaciju o realnoj neselktivnosti podešenja zaštitno-upravljačkog uređaja koji kontroliše rad zemljospojnog prekidača. Rad, takođe, sugeriše i korisno rešenje uočenog, i precizno definisanog slučaja neselektivnosti u radu zemljospojnog prekidača.

Pitanja:

1. Da li je opisan događaj bio jedini u predmetnoj TS i koliki je procenat opisanih situacija u odnosu na ukupan registrovani broj prorada zaštite predmetnog zemljospojnog prekidača?
2. Da li autori smatraju da je za ovaj segment distributivne mreže koji je tretiran u radu, kao i za ključne TS 110/x kV, potrebna i adekvatna prateća studija selektivnosti sistema zaštite obzirom da se sada kroz instalacije riklozera i RMU-ova dublje u distributivnoj mreži ima složenija situacija, kada su u pitanju zaštite u ovom segmentu mreže?

R-3.07 INTEGRACIJA INDIKATORA PROLASKA KVARA U OKVIRU SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA (SDU) GRADA BEOGRADA

Autori: D. VUKOTIĆ, G. ŽIVADINOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd

U radu je opisan sistem za integraciju indikatora prolaska struje kvara ugrađenih u nadzemnu SN mrežu u SN SCADA sistem grada Beograda.

Opisan je komunikacioni podsistem koji je ovo omogućio (indikator kvara, komunikacioni server, komunikaciona infrastruktura). Objasnjene su komponente sistema: SMS server, Web server sa lokalnom bazom podataka, kao i dijagnostikom sistema, način njegovog konfigurisanja i mogućnosti analize podataka prikupljenih sa indikatora (signali, merenja).

Integracijom indikatora u SCADA sistem, efikasnije i brže se određuje deonica u kvaru, a time se poboljšavaju pokazatelji pouzdanosti napajanja kupaca električnom energijom.

Pitanja:

1. Da li je na osnovu podataka iz SCADA i povratne informacije o mestu i vrsti kvara na terenu analizirana tačnost rada indikatora i ako jeste, koji su rezultati?
2. Pošto su indikator u eksploataciji oko 15 godina, da li postoji evidencija o kvarovima/otkazima ovih uređaja i koji su najčešći/karakteristični kvarovi?
3. Kolika je pouzdanost SMS komunikacije, odnosno da li je bilo slučajeva da SMS sa indikatora nije isporučen u SN SCADA (npr. zbog greške/smetnje u mreži provajdera telekomunikacionih usluga)?

R-3.08 PRIMENA "TOUCHSCREEN" TEHNOLOGIJE U SISTEMIMA ZA LOKALNI NADZOR I UPRAVLJANJE ELEKTROENERGETSKIM OBJEKTIMA

Autori: D. VOJNOVIĆ, M. KUZMANOVIĆ, G. JOVANOVIĆ, M. MALETIN, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad
N. JEMUOVIĆ, A. CAR, Institut „Mihailo Pupin - Automatika“ Beograd

Rad daje interesantno uvođenje novih tehnologija u lokalno upravljanje transformatorskim stanicama. U radu je malo opširnije dat pregled svih vrsta „touchscreen“ tehnologija. Pohvalno je što se softver ne razlikuje mnogo od postojećih softverskih rešenja, i što mogu da se koriste ista baza i grafički prikazi istog proizvođača, što pojednostavljuje prelazak na novi sistem.

Pitanja:

1. Hardver podržava „bluetooth“ i „wireless“ veze. Da li se one koriste i kako je rešena sigurnost tih veza?
2. U tekstu je rečeno da se eliminiše potreba za posebnim invertorskim napajanjem. Kako je rešeno napajanje uređaja, kada ne podržava 110V DC napajanje?
3. Kakva je osetljivost ekrana na „prljave“ ruke i kakva je procedura za čišćenje ekrana?
4. Kakva su iskustva korisnika (administratora i dispečera) u korišćenju novog sistema?

I-3.09 ISKUSTVA U REKONSTRUKCIJI TRANSFORMATORSKIH STANICA KORIŠĆENJEM TEHNOLOGIJE OPTIČKE PROCESNE SABIRNICE

Autori: J. SECO, J. CARDENAS, „GE Digital Energy“, Španija
S. SHOARINEJAD, „Araz Energy“, Azerbejdžan

U radu je dat opis korišćenja „process bus“-a u trafostanicama, kao i iskustva u korišćenju istih. Korišćenjem „Process Interface Unit - PIU“ se dramatično smanjuje količina žičanih provodnika što implicira dosta smanjenja u svim fazama izgradnje ili retrofita trafostranica. Sa novim sistemom je neophodno izvršiti promene u svim procesima rada od projektovanja do završnog ispitivanja. Posebno je pregledno data komparacija korišćenja tradicionalnog i novog principa izgradnje TS. U zaključcima su date ključne prednosti korišćenja opisanog sistema na potencioniranju protokola IEC 61850 koji ovo omogućuje.

Pitanja:

1. U Srbiji je uobičajeno da se na nivou polja izvode žičane i softverske blokade, a na nivou TS samo softverske. Kako se to izvodi u opisanoj TS?
2. Da li je napravljena ekonomska analiza ovog rešenja i rešenja sa IEC 61850 i žičanim vezama do relea?
3. U radu je dato da se ove TS preporučuju za gradove, gde je skupo zemljište za TS. Na kom delu TS je ušteda u prostoru, kada se zna da najveća ušteda je u primarnoj opremi, a ovde nije pomenuto da se i ona menja?
4. U Srbiji je široko primenjena „ring“ struktura FO za protokol IEC 61850. Da li je primenjen ovaj princip u predstavljenim TS za vezu zaštitnih uređaja i PIU-a?

R-3.10 RASPODELA STRUJE JEDNOFAZNOG ZEMLJOSPOJA DUŽ SREDNJE NAPONSKOG NADZEMNOG VODA

Autori: N. MUČALICA, S. LOLIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad

U radu se razmatra raspodela struje kvara kroz uzemljivački sistem izvornog postrojenja, kao i kroz zaštitni provodnik dalekovoda u zavisnosti od udaljenosti mesta kvara od izvornog postrojenja. U prvom delu rada predstavljen je uzemljivački sistem dalekovoda kroz uprošćenu ekvivalentnu šemu rednih impedansi zaštitnog užeta i otočnih impedansi uzemljenja stubova. Dati su obrasci koji se odnose na raspodelu struje kroz uzemljivački sistem dalekovoda, prilikom jednofaznog kratkog spoja. U drugom delu rada, prikazani su rezultati proračuna na realnom primeru iz prakse. Analiziran je raspodela struje kvara kroz uzemljivački sistem TS 110/35kV Sremska Mitrovica 3, prilikom jednofaznog kvara na 35kV dalekovodu prema TS 35/10kV Kuzmin. Takođe, analizirana je i raspodela struje kvara kroz zaštitni provodnik pomenutog 35kV dalekovoda u zavisnosti od mesta kvara. Rezultati proračuna pokazuju da je vrednost struje kroz uzemljivački sistem izvorne trafostanice najveća, kada se jednofazni kratak spoj desi na određenom rastojanju od izvorne trafostanice, što predstavlja direktnu posledicu načina raspodele struje kroz zaštitni provodnik razmatranog 35kV dalekovoda.

Pitanja:

1. U prvom delu rada, dat je matematički model proračuna raspodele struje kroz uzemljivački sistem homogenog dalekovoda, pri jednofaznom kratkom spoju. Potrebno je dati kratko objašnjenje i prikazati izraze za izračunavanje struje kroz uzemljivački sistem dalekovoda, pri jednofaznom kvaru, u zavisnosti od mesta kvara.
2. Potrebno je skicirati i prikazati uprošćenu ekvivalentnu šemu razmatranog primera iz prakse (TS 110/35 kV „Sremska Mitrovica 3“, DV 35 kV pravac TS 35/10 kV „Kuzmin“) na kojem je izvršen proračun i analizirani rezultati istog.
3. Potrebno je predstaviti izraze za funkcije zavisnosti koje su upotrebljavane za dobijanje krivih na graficima sa Slike 4 i Slike 5

R-3.11 PRORAČUN STRUJE KVARA PRI POJAVI NESIMETRIČNOG OPTEREĆENJA U OKVIRU SNDM GRADA BEOGRADA

Autori: G. ŽIVADINOVIĆ, D. VUKOTIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd

U radu je izložen jedan približan metod za proračun struja u nesimetričnom trofaznom sistemu. U polaznim jednačinama zanemarene su međusobne impedanse vodova, s time da je za redne reaktanse uzeto da predstavljaju zbir sopstvene i trostruke međusobne impedanse, a u radu nije dato pojašnjenje za ovakav pristup. Test primeri čiji su rezultati prikazani u radu odnose se na mrežu sa direktno uzemljenom neutralnom tačkom koja nije uobičajena kod ovog naponskog nivoa, kao i mrežu sa izolovanom neutralnom tačkom, pri čemu nisu uvažene očne admitanse koje su u ovom slučaju od interesa. Snaga transformatora 35/10 kV korišćena u primeru, takođe nije standardna.

Pitanja:

1. Da li je izvršeno poređenje rezultata proračuna sa nekim programskim paketom?
2. Zbog čega se za impedansu nadzemnog voda koristi zbir sopstvene i trostruke međusobne impedanse?
3. Koje su prednosti predloženog proračuna u faznom domenu u odnosu na uobičajeni proračun sa raspredanjem na direktni, inverzni i nulti sistem?

Tema 3:

Telekomunikacije i informatička podrška procesima u elektrodistributivnim mrežama

Stručni izvestilac: mr Miodrag PAŠČAN, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad

R-3.12 MEĐUSOBNA ZAVISNOST UPRAVLJANJA I KOMUNIKACIONE INFRASTRUKTURE U OPERATIVNOM RADU DC 110/35 kV

Autori: M. JOVANOVIĆ, Z. JOVANOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd

U radu je obrađen širi skup povezanih tema i problema sa kojima se susreću svi stručni izvršioци na poslovima operativnog dispečerskog upravljanja na području Beograda. Prezentovane činjenice u radu će sigurno biti od interesa i koristi stručnim licima koja se bave ovim poslovima na drugim područjima u nadležnosti EPS/ODS.

U radu su jasno locirani problemi i potencijalna rešenja u obezbeđenju potrebnih telekomunikacionih servisa i sredstava koji su neophodni za povećanje pouzdanosti i kvaliteta komunikacije na relaciji „dispečeri“ – „mobilne dispečerske ekipe“, kao i za povećanje pouzdanosti i kvaliteta rada TK podsistema za prenos SDU podataka, što je od velikog značaja za kvalitetan i pouzdan operativni rad na upravljanju DEES-om.

Pitanja:

1. Pojasniti i dati ocenu o kvalitetu, povezanosti i upotrebljivosti softverskih aplikacija koje su na raspolaganju dispečerskim službama DEES na području Beograda i da li neka aplikacija nedostaje?
2. Potreban je dati kraći osvrt i komentar na moguću upotrebu DMS softvera.
3. Koji je optimalni scenario za potrebe ponovnog uspostavljanja digitalnog radio-sistema za prenos govora?

R-3.13 TELEKOMUNIKACIONI PODSISTEM U OKVIRU SISTEMA ZA AUTOMATIZACIJU ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NA KONZUMNOM PODRUČJU VOJVODINE

Autori: S. DUBAČKIĆ, A. BOŠKOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad

Predloženi rad uvodi, neposredno, čitaoca u kvalitativno-kvantitativni sadržaj telekomunikacionog podsistema za automatizaciju elektrodistributivne mreže na konzumnom području Vojvodine. Taksativno i detaljno su navedeni tipovi, tj. klase korisnika obuhvaćeni automatizacijom, a zatim kriterijumi/zahtevi za svaku od klasa, i sledstveno, osobine (primenjenog/željenog) telekomunikacionog sistema.

Drugi deo rada naglašava veoma osetljivo, samim tim i „klizavo“ polje bezbednosti poslovnih podataka. Uočavaju se dva paralelna nivoa zaštite, tj. potreba za istom: od spoljnih uticaja, namerno i/ili nenamerno produkovanih, i od unutrašnjih uticaja, najčešće uzrokovanih kvalitetom održavanja (problemi razpoloživosti).

Pitanja:

1. Da li autori mogu da objasne detaljnije mehanizme kojim se postiže željena zaštita od potencijalnog ugrožavanja bezbednosti razmene informacija, a naročito pri korišćenju APN ili pristupa procesnom nivou sistema za nadzor i upravljanje nad transformatorskim stanicama VN/SN i SN/NN?
2. Na koji način se postiže optimalno administriranje ovako jednog složenog telekomunikacionog sistema?
3. Da li su prezentovani servisi, koji nisu konačni sa stanovišta automatizacije DEES, već obrađivani u nekim tehničkim dokumentima, npr. Studijama razvoja telekomunikacionog sistema ili slično, a ako nisu da li postoji inicijativa da se tako nešto uradi?

R-3.14 PRAĆENJE IZGRADNJE DISTRIBUTIVNIH TRAFOSTANICA PRIMENOM WEB ORIJENTISANOG SOFTVERA

Autori: V. PUSTAHIIJA, R. GRAOVAC, V. JOVANOVIĆ, "ENERGOPROJEKT ENTEL" a.d., Beograd, Srbija

U radu je prezentovan web orijentisani softver paket, koji je pre deset godina samostalno razvio alat kao osnovni alat u pružanja konsultatskih usluga u planiranju i praćenju izgradnje trafostanica i linija visokog napona za potrebe elektroprivrednih kompanija u zemljama Bliskog istoka, odnosno za menadžment ovih aktivnosti za prenosnu mrežu katarske elektroprivrede. Ovaj softver je zadnjih godina proširen i sa modulima specijano razvijenim za praćenje izgradnje distributivnih transformatorskih stanica i odgovarajućih kablovskih linija.

Pitanja:

1. U zaključku rada "autori su mišljena da je moguća primena prezentovanog ili sličnih softverskih paketa i za potrebe EPS, odnosno distributivnih preduzeća uz potrebna prilagođenja prema zahtevima Zakona o planiranju i izgradnji, kao i internim propisima EPS". Koliko je realno realizovati prezentovano softversko rešenje u okviru elektroprivrednih preduzeća u našoj zemlji?
2. Na koji su način su „slučajevi upotrebe“ i poslovne funkcije/podfunkcije definisane standardom SRPS EN 61968, integrisane u okviru prezentovanog softverskog paketa?
3. U kakvom je odnosu eventualna promena organizacione strukture EPS/ODS sa mogućnošću administriranja novih korisnika prezentovanog softverskog paketa?

R-3.15 ANALIZA GUBITAKA PO DELOVIMA KONZUMA ODS KORIŠĆENJEM GIS TEHNOLOGIJE

Autori: J. STEVIĆ, V. STOJČIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd

U ovom radu je prikazana integracija mernih podataka dobijenih iz MKO sa podacima drugih informacionih sistema kroz aplikaciju za praćenje gubitaka. Zbog uvek aktuelne teme procene gubitaka po dubini distributivne mreže, rad je koristan za širu stručnu javnost.

Pitanja:

1. Zašto se, za potrebe procene gubitaka, određuju podaci na petnaestominutnom nivou, kontrolišu i aproksimiraju neočitane vrednosti, kada je dovoljno očitati mesečni protok energije kroz TS 10/0,4 kV ili NN izvod zbog poređenja sa mesečnim očitanim brojevima korisnika DEES?
2. Da li se u GIS-u ažuriraju promene granica napajanja na srednjem naponu, i ukoliko ne, koliko to utiče na tačnost procene gubitaka na SN izvodu ili TS x/10 kV pomoću aplikacije za procenu gubitaka?
3. Da li autori smatraju da bi se, sa vrlo detaljnim podacima o merenju i elektroenergetskim objektima koje pružaju instalirani merni uređaji, geografski informacioni sistem, IPS SDU i „billing“ sistem, mogle proširiti funkcije aplikacije za procenu gubitaka i na procenu tehničkih gubitaka, kako bio se preciznije izdvojili netehnički gubici?
4. Zašto se kao vezni ključ između IS koristi šifra priključka? Smatram da bi bilo bolje za tu svrhu koristiti ED broj korisnika distributivnog sistema.



EC 3 Report

Expert committee 3

MANAGEMENT AND PROTECTION

Chairman of Session: Dušan VUKOTIĆ, M.Sc., ODS "EPS Distribution" plc, Beograd, Serbia

Within the set deadline for submission of papers and based on the reviewers' and reporters' considerations, 15 (fifteen) papers were accepted, out of which 12 (twelve) were accepted as papers, and 3 (three) as Information (I). For the purpose of more efficient work within the Session, the papers were grouped according to three subjects, covering the Preferential subjects included in the call for papers:

Subject 1 – Control and telecommunications electricity distribution grids

The expert rapporteur is Dalibor NIKOLIĆ, ODS "EPS Distribution", plc, Belgrade.

In this subject 1 (one) paper and 2 (two) pieces of information were accepted in accordance with the Preferential subjects included in the call for papers:

1. Implementation of energy applications in electricity distribution companies.
2. Automation in electricity distribution grid.

3. Electricity distribution grid control in market environment.
4. Voltage control in MV and LV grids.

Subject 2 – Protection in electricity distribution grids

The expert rapporteur is Zoran RISTANOVIĆ, M.Sc., "Siemens" plc, Beograd.

In this subject were accepted 7 (seven) papers and 1 (one) information in accordance with the Preferential subjects included in the call for papers:

1. Strategies in replacement of SCADA system, reconstruction of relay protection and introduction of the supervisory control system in substations.
2. Aspects of protection reliability based on the IEC 61850 standard.
3. Impact of distributed production on traditional protection and control systems Uticaj distribuirane proizvodnje na tradicionalne sisteme zaštite i upravljanja.
4. Analysis of fault phenomenon and registered records on faults. Analiza pojave kvarova i registrovanih zapisa o kvarovima.

Subject 3 – Telecommunications and IT support in electricity distribution grids

The expert rapporteur is Miodrag PAŠĆAN, M.Sc., ODS "EPS Distribution", plc, Belgrade, Novi Sad.

In this subject 4 (four) papers were accepted in accordance with the Preferential subjects included in the call for papers:

1. Safety aspects of information access and share. Sigurnosni aspekti pristupa informacijama i njihova razmena.
2. Communication system implementation for protection and control purposes.
3. Communication techniques and protocols for "Smart Grids" and Smart Metering".
4. Interdependence in electricity distribution and communication infrastructure control
5. Application for required information, data and documentation management.

When writing reports, the expert rapporteurs were led by observations, comments and questions asked by reviewers, on which we would like to express our gratitude.

PRESENTERS' REPORT

Subject 1:

Control in electricity distribution grids

Expert rapporteur: Dalibor NIKOLIĆ, ODS "EPS Distribution", plc, Belgrade, Serbia

R-3.01

OPTIMAL STRATEGY FOR HIGHER RELIABILITY IN DISTRIBUTION NETWORKS

Authors:

Ž. POPOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Subotica“

S. KNEŽEVIĆ, B. BRBAKLIC, „Schneider Electric DMS“ d.o.o. Novi Sad, Srbija

The paper proposes an approach based on mixed whole number linear programming, for establishing an optimal strategy for improved reliability in distribution grids. The proposed approach simultaneously considers replacement of existing grid elements by new more reliable elements, relocation of existing automatic devices uređaja i ugradnju and incorporation of new automatic devices for the purpose of obtaining a strategy for improved reliability which guarantees minimum total lower costs of reliability.

Questions for discussion:

1. The paper states that heuristic and metaheuristic approaches do not guarantee that a global optimum will be obtained. Is that guaranteed by implementation of the approach based on mixed whole number linear programming algorithm?
2. How much do indicators of customer supply reliability differ when achieved by means of different automation scenarios proposed in the given paper?
3. Would the successive optimization procedure, where optimization would be done by all listed activities, give results comparable with optimal solutions of systems with and without normally opened devices? How significant are the deviations and to what extent do they favourize considerably more complex estimates?

I-3.02

RELIABILITY IMPACT OF POWER DISTRIBUTION AUTOMATION IN THE CONSUMPTION AREA OF VOJVODINA

Authors:

A. BOŠKOVIĆ, B. RADMILOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad

The paper analyzes electricity distribution reliability in the region of Vojvodina, before and after investment in medium-voltage grid automation. It gives an overview of investments in the 4 recent years. The following indicators were monitored: SAIFI, SAIDI and ENS, and a significant improvement thereof was noted after the investments.

The paper gives an overview of the supervisory control systems. Plans are also presented concerning further improvements. Takođe, u radu su predloženi i planovi za dalja unapređenja.

Questions for discussion:

1. What are the target values of indicators which should be achieved in the forthcoming period?
2. Are there any considerations in terms of applying the IEEE 1366 standard, and how much are the procedures for indicator assessment in compliance with this standard?

- Have the authors made an analysis of the causes and duration of outages by certain types of issues? What would be the most frequent cause thereof and what could be the measures for alleviating the consequence of such outages?

I-3.03 RECOMMENDATIONS IN THE DEFINITION OF EQUIPMENT FOR REMOTE CONTROL MV NETWORK

Authors: V. MIJATOVIĆ, M. RADUNOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Sombor“

The paper deals with the author's recommendations based on experience of ten years of work in the field of electricity distribution automation on the territory covering the "Sombor" subsidiary. The authors' recommendations presented in the paper partly differ when compared to the solutions applied in other subsidiaries within ODS, so the former heterogeneous experience from practice possessed by the subsidiaries requires to be accumulated and entered into a single technical code concerning automation within the entire ODS, and the accordingly set up work teams are already underway with their work. For that reason, there is a somewhat longer list of questions directed to the authors in order to explain as much as possible some recommendations presented in the paper.

Questions for discussion:

- Can the authors specifically clarify what issues they came across in the solutions where they used the equipment manufactured by different manufacturers, taking into account that the manufacturers had to a great extent applied the technical criteria regarding the equipment by completely complying with the issued standards?
- Can the authors give the reason for selecting the 24 V JSS voltage, taking into account that only the proposed command voltage for automation equipment in the whole ODS region is used in their Subsidiary? The authors should also give a brief review of the battery appearance, as the automation equipment uses only batteries in one casing, not in several casings, as stated by the authors in the paper.
- Can the authors give a detailed review of the selected telecommunication equipment feeding, as well as a detailed review of the impact of telecommunication equipment on system operation, in order to achieve impeccable feeding of automation equipment?
- Are there any additional reasons for selecting the 230 V auxiliary automation equipment feeding?
- How does the operational state of battery affect reliable functioning of automation equipment, taking into account that the suggestion was to erect the transformer for equipment feeding behind the overhead switching element? Can the authors give a brief technical description of the section analyzer incorporated in their consumption region?
- When erecting the faulty current indicator, to what extent was the manufacturer's manual for erection of the referent equipment respected?
- Bearing in mind that uniform specifications for automation equipment are defined at the ODS level, how much are the authors familiar with them and how much do they differ from the proposals given in the referent paper?
- Is it only necessary to switch-off the local equipment automation along the line where works are being done, or are any other measures required?
- Why was the same way of automatic reclosing chosen to be applied on the connection and recloser incorporated inside the grid?

Subject 2:

Protection in electricity distribution grids

Expert rapporteur: Zoran RISTANOVIĆ, M.Sc., "Siemens", plc, Belgrade

R-3.04 THE AUTOMATIZATION OF SN NETWORK THROUGH INSTALLATION OF CIRCUIT BREAKER (RECLOSER) - REALIZATION AND PROTECTION FUNCTIONALITY

Authors: S. MANDIĆ, S. MILIVOJEV, M. POROBIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Novi Sad“

The paper demonstrates the practice in incorporating smart linear switches – reclosers, on the territory within the jurisdiction of the "Novi Sad" subsidiary, where the authors give a very detailed overview of all activities carried out at that time. The authors have also present in many details the procedure of functional testing of device operation and integration within the Remote Control System (RCS). The authors explain in detail what were the reasons and criteria which guided them in determining the optimal points for incorporation in specific cases in the target consumption region. The authors demonstrate in great detail the specific cases of protective function adjustments on the actual devices, and first of all in respect of the MVDG earthing, and neutral point of supply transformers. All adjustments were checked based on energy assessments intended for the assessment of short circuits in the MV Distribution Grid (MVDG) and verification of the coordinated effect of protective devices. Based on the specific events that occurred within the MVDG and which had an impact on the functioning of the incorporated devices, a detailed analysis was given concerning the functioning of devices in terms of selectivity of implemented protective functions in the actual devices, giving suggestions for their improvement.

Questions for discussion:

- Can the authors clarify in more detail what the design documents exactly consists of? Who prepares it, and who puts it into effect?
- When erecting the recloser, was it taken into account from which LV connection the supply of protective-control device cubicle was provided?
- Would the assembly of voltage transformer in the recloser connection eliminate the issues occurring in a fast automatic reclosing cycle? Please give comments.

4. In the case when during the works the time of the execution of works exceeds the autonomy of accumulation battery charging, in what way is the command voltage provided for the purpose of manipulation?
5. Why did the authors select the extremely long duration of slow automatic reclosing, when according to the state of the art practice that time is reduced to several tens of seconds?
6. Could the adjustments of excessive current and short-circuit protection have been at least two times smaller? Please give comments.

R-3.05 ALIGNMENT OF PROTECTION AND LOCAL AUTOMATIC SMART GRID 20 kV WITH THE WORK TECHNIQUES OF EARTHING SWITCHES

Authors: M. RADUNOVIĆ, V. MIJATOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Sombor“

The paper deals with valuable experience in the part of distribution grid operation where the reclosers, RMUs and remote control isolators were installed. This is of great importance, bearing in mind the fact that the activities concerning the installation of this equipment will surely be intensified in the future, which will additionally increase the complexity of selective adjustment of all protective devices in the medium-voltage distribution grid.

Questions for discussion:

1. It is mentioned in the paper that power isolators register faults. In what way? And are they equipped with protective devices? If the answer is positive, which type of protective devices are they equipped with and, in that case, what other primary equipment exists on the site where power isolators were installed?
2. Do the authors consider it a good solution to let the dispatcher remain to be an essential element and factor in the process of restored supply in the implementation of RMUs in the cable grid? Is it possible to minimize in, or completely eliminate from this segment such participation of dispatchers, and if it is – how?
3. Do the authors believe that for this distribution grid segment considered in the paper, as well as for the key TS 110/x kV substations an adequate follow-up study of the selective protective system is also required, bearing in mind that the installation of reclosers and RMUs deeper in the distribution grid has now created a more complex situation in terms of protection in this grid segment?
4. What kind of solutions do the authors see in terms of the existing lack of coordination, mentioned in the paper, in the time of events resulting from the primary TS 110/20 kV and in terms of the position of reclosers?

R-3.06 SPECIFIC EVENT IN CASE OF SHUNT OPERATION

Authors: D. CVETINOV, Ž. TANJGA, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Ogranak „Novi Sad“

The paper includes important information on the real unselectivity of adjustment in the protective-control device regulating the functioning of the earthing switch. The paper also suggests a useful solution in the detected and precisely defined case of unselectivity in respect of the functioning of the earthing switch.

Questions for discussion:

1. Was the described event the only one in the referent substation and what is the percentage of described situations in relation to the total registered number of implemented protection of the referent earthing switch?
2. Do the authors believe that for this distribution grid segment described in the paper, as well as for the key 110/x kV substations an adequate follow-up study of the selective protective system is also required, bearing in mind that the installation of reclosers and RMUs deeper in the distribution grid has now created a more complex situation in terms of protection in this grid segment?

R-3.07 INTEGRATION OF FAULT PASSEGE INDECATORS (FPIS) WITHIN SCADA SYSTEM OF DCC "BELGRADE"

Authors: D. VUKOTIĆ, G. ŽIVADINOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd

The paper describes the system for integration of the current fault indicator installed in the overhead MV grid of the MV SCADA system of the city of Belgrade.

It describes the communication subsystem providing this (fault indicators, communication server, communication infrastructure). It explains the system components: SMS server, Web server with the local database, as well as the system diagnostics, the means for its configuration and and possibilities for analysis of data acquired from the indicator (signals, measuring).

By integration of indicators in the SCADA system, faulty sections are more efficiently and more rapidly defined, and thereby the indicators as to the reliability of power supply to customers are improved.

Questions for discussion:

1. Was the accuracy of indicator functioning analyzed on the basis of SCADA data and feedback information concerning the place of fault on the field and if so, what were the results?
2. As the indicators have been applied for around 15 years, are there any records on the faults/breakdowns of these devices and what are the most frequent/characteristic faults?
3. What is the reliability of SMS communication, and have there been any cases of undelivered SMS from the indicator to MV SCADA (e.g. due to error/disturbance in the telecommuniucation service provider grid)?

R-3.08 USAGE OF TOUCHSCREEN TECHNOLOGY IN SYSTEMS FOR LOCAL MONITORING AND CONTROL OF POWER STATION

Authors: D. VOJNOVIĆ, M. KUZMANOVIĆ, G. JOVANOVIĆ, M. MALETIN, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad
N. JEMUOVIĆ, A. CAR, Institut „Mihailo Pupin - Automatika“ Beograd

The paper demonstrates an interesting introduction of new technologies into local management of substations. The paper gives a somewhat extensive overview of all types of “touchscreen” technologies. The fact that the software does not differ much from the existing software solutions and that the same base and graphic reviews of the same manufacturer are used needs to be praised, as it simplifies the transition to the new system.

Questions for discussion:

1. The Hardware supports “bluetooth” and “wireless” connections. Are they used and how has the security of those connections been solved?
2. It is said in the text that the need for special inverter feeding is eliminated. How has device feeding been solved, when it does not support 110V DC feeding?
3. What is the screen sensitivity to “dirty” hands and what is the screen cleaning procedure?
4. What is the experience of the users (administrator and dispatcher) in applying the new system?

I-3.09 SUBSTATION RETROFIT EXPERIENCES USING PROCESS BUS (HARD FIBER) TECHNOLOGY

Authors: J. SECO, J. CARDENAS, „GE Digital Energy“, Spain
S. SHOARINEJAD, „Araz Energy“, Azerbaijan

The paper describes the implementation of the “process bus” in substations, and experience in the implementation thereof. Using the “Process Interface Unit - PIU” dramatically reduces the amount of wire conductors, which implies quite a number of reductions at all stages of construction or substation retrofit. Changes need to be done by means of the new system in all work processes, starting from designing to final testing. A very transparent comparison was made concerning the data using traditional and new principles of construction of substations. The conclusions give the key advantages of using the described system to force IEC 61850 protocol that allows this.

Questions for discussion:

1. In Serbia, it is common to perform at the level of field wire and software blocking conditions, and at the level of substation only software realisation. How this is done in the described substation?
2. Was an economic analysis made concerning the solutions and solutions with IEC 61850 and wired connections to IED?
3. The paper demonstrates that these substations are recommended for cities, where the land for substations is expensive. On which part of substation were savings in space achieved, when it is known that the greatest savings are achieved in primary equipment, but it is not mentioned here that this also changes?
4. In Serbia, the “ring” FO structure for protocol IEC 61850 is widely applied. Is this principle applied in the present substation for connection of protective devices and PIU?

R-3.10 DETERMINATION OF SINGLE PHASE TO GROUND FAULT CURRENT DISTRIBUTION ALONG OVERHEAD TRANSMISSION LINE

Authors: N. MUČALICA, S. LOLIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad

The paper describes distribution of faulty current through the earthing system of the source facility, as well as through the long-distance line protection conductor, depending on the distance of place of fault from the source facility. The first part of the paper describes the long-distance line earthing system by means of a simplified equivalent diagram of rated impedances of protective wire and insular impedances of earthing pillars. Patterns are given in terms of distribution of current through the long-distance line earthing system, during a single-phase short circuit. The second part of paper describes the results of estimates based on a real case from practice. Analysis is made in terms of faulty current distribution through the earthing system of 110/35kV substation Sremska Mitrovica 3, during a single-phase breakdown in the 35kV long-distance line 35/10kV substation Kuzmin. It also gives an analysis of faulty current distribution through the protective conductor of the aforesaid 35kV long-distance line depending on the place of fault. The results of estimates show that the value of the current through the earthing system of the source substation is largest when a single-phase short circuit occurs at a certain distance from the source substation, which is the direct consequence of how the current was distributed through the protective conductor of the considered 35kV long-distance line.

Questions for discussion:

1. The first part of the paper gives a mathematical model of current distribution through the earthing system of a homogenous long-distance line, during a single-phase short circuit. A brief explanation is required presenting expressions for calculating the current through the long-distance line earthing system, during single-phase breakdown, depending on the place of fault.
2. A simplified equivalent diagram and presentation should be given, showing the estimates results analyses of the considered example from practice (110/35 kV substation “Sremska Mitrovica 3”, 35 kV long-distance line directed towards 35/10 kV substation “Kuzmin”).
3. Expressions for functions of dependence used in achieving curves on graphs in Fig.4 and Fig.5 should be presented.

R-3.11 FAULT CURRENT CALCULATION ON THE OCCURRENCE OF AN ASYMMETRICAL LOAD WITHIN THE MV DN OFF CITY OF BELGRADE

Authors: G. ŽIVADINOVIĆ, D. VUKOTIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd

The paper describes an approximate method for calculating currents in an asymmetrical three-phase system. In the initial equations, mutual line impedances are neglected, whereas in terms of the rated reactance it stands that they represent the sum of own and tripple mutual impedance, giving no explanation for such approach in the paper. Test examples whose results were presented in the paper refer to the grid with directly earthed neutral point, which is not common in such voltage level, and also to the grid with insulated neutral point, thereby not taking into account the insular admittances which are of importance in this case. The capacity of 35/10 kV transformer applied in the example, is also not a standard one.

Questions for discussion:

1. Was the results of estimates compared with any programme package?
2. Why is the sum of own and tripple mutual impedance used for the overhead line impedance?
3. Whatb are the advantages of proposed estimate in the phase domain, compared to the common estimate with direct, inversive and zero system spreading?

Subject 3:

Telecommunications and IT support in electricity distribution grids

Expert raporteur: mr Miodrag PAŠĆAN, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad

R-3.12 MUTUAL INTERDEPENDENCE BETWEEN OPERATIONAL WORK AND COMMUNICATION INFRASTRUCTURE IN DC 110 / 35kV

Authors: M. JOVANOVIĆ, Z. JOVANOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd

The paper deals with a wider set of connected subjects and issues which all experts have to face when doing jobs concerning operational dispatch control on the territory of Belgrade. The facts presented in the paper will surely be of interest and use to experts performing these jobs in other regions within the EPS/ODS jurisdiction.

The paper clearly locates the issues and gives solutions in providing required telecommunication services and resources in order to ensure better reliability and higher quality communication between the dispatcher and the mobile dispatcher team, as well as to ensure better reliability and higher quality operation of the data transmission telecommunication subsystem, which is of great importance for high quality and reliable operation and control of the electricity distribution grid.

Questions for discussion:

1. Please explain and assess the quality, links and benefits of software applications available in dispatch units within the electricity distribution on the territory of Belgrade and is there any missing application?
2. Brief insight and comments are required in terms of possible implementation of DMS software.
3. What is the optimal scenario for the purpose of digital speech transmission radio system recovery?

R-3.13 TELECOMMUNICATION SUBSYSTEM WITHIN POWER DISTRIBUTION NETWORK AUTOMATIZATION SYSTEM IN THE CONSUMPTION AREA OF VOJVODINA

Authors: S. DUBAČKIĆ, A. BOŠKOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Novi Sad

The proposed paper directly involves the reader with the quality-quantity content of the telecommunication subsystem for electricity distribution grid automation in the consumption region of Vojvodina. It specifically gives the types and classes of users involved in automation, and also gives criteria/requirements for each class and consequently, the features (applied/desired) of the telecommunication system.

The second part of paper emphasizes the very sensitive, and therefore “slippery” ground in terms of business data security. Two parallel levels of protection are noted, that is, the need for the same: concerning the external impacts, intentionally and/or unintentionally produced, and concerning the internal impacts, generally caused by the quality of maintenance (availability issues).

Questions for discussion:

1. Can the authors explain in more detail the mechanisms for achieving the required protection against potential compromisation of data exchange security, and particularly using the approach concerning automation or process level approach concerning the supervisory control system in HV/MV and MV/LV substations?
2. In what way is optimal administration of such a complex telecommunication system achieved?
3. Have the presented services, which are not finite from the standpoint of electricity distribution automation, already been processed in some documents, e.g. Surveys of telecommunication system development and similar, and if not, has there been any initiative to do something like that?

R-3.14 CONSTRUCTION SUPERVISION OF DISTRIBUTION SUBSTATIONS BY WEB ORIENTED SOFTWARE

Authors: V. PUSTAHIIJA, R. GRAOVAC, V. JOVANOVIĆ, “ENERGOPROJEKT ENTEL” a.d., Beograd, Srbija

The paper presents a web-oriented software package, which had autonomously developed ten years ago a tool as the basic tool in providing consulting services in scheduling and monitoring the construction of substations and high-voltage lines for the needs of

power companies in countries of the Middle East, and for management of these activities for the transmission grid of cadastral power industry. This software has been expanded in the recent years with specially developed modules for monitoring the construction of distribution substations and corresponding cable lines.

Questions for discussion:

- 1) In the conclusion of the paper saying that "the authors believe that implementation of the presented or similar software package is possible also for the needs of EPS, and distribution companies, with required adjustments in accordance with the requirements of the Planning and construction Law, as well as the internal requirements of EPS". How much is it the presented software solution realistic within the power companies in our country?
- 2) In what way are the "cases of application" and business functions/subfunctions, defined by SRPS EN 61968 standard, integrated into the presented software package?
- 3) What is relation between the possible changes in the organizational structure of EPS/ODS and the possibilities of administration of new users of the presented software package?

R-3.15 ANALYSIS OF LOSSES WITHIN DSO CONSUMPTION AREAS BY USING GIS TECHNOLOGY

Authors: J. STEVIĆ, V. STOJČIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd

The paper presents an integration of measured data obtained from measured consumption with the data of other information systems through application for monitoring of losses. Because of the always current topic related to in-depth estimation of losses within the distribution grid, the paper is beneficial for a wider group of experts.

Questions for discussion:

1. Why, for the purpose of making loss estimates, is data set on a fifteen-minute level, why are the unmeasured values controlled and approximated, when it is sufficient to measure the monthly flow of energy through 10/0.4 kV substations or LV connection for the sake of comparison with monthly read metres of the electricity distribution consumers?
2. Are limit changes in medium-voltage supply updated in terms of GIS, and if not, what is the impact on the accuracy of losses in the MV connection or x/10 kV substation by means of the loss estimate application?
3. Do the authors believe that with very detailed data on measuring in power facilities provided by installed measuring devices, the geographic information system, IPS SDU and "billing" system could expand the functions of the loss estimate application to a technical losses estimate, in order to separate more precisely the non-technical losses?
4. Why is connection code used as the connecting key between IS? I believe that it would be better to use for that purpose ED number of the electricity distribution consumer.



R-3.01

OPTIMALNA STRATEGIJA ZA UNAPREĐENJE POUZDANOSTI U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, EPS Distribucija, Srbija
S. KNEŽEVIĆ, B. BRBAKLIC, Schneider Electric DMS NS, Srbija

U ovome radu je prikazan pristup, baziran na mešovitom celobrojnom linearnom programiranju, za određivanje optimalne strategije za unapređenje pouzdanosti u distributivnim mrežama. Predloženim pristupom se određuje optimalan broj, tip i mesto ugradnje daljinski kontrolisanih i nadgledanih uređaja koje treba ugraditi u mrežu razmatrajući različite tipove uređaja istovremeno (daljinski kontrolisane prekidače/reklozere, daljinski kontrolisane sklopka rastavljače (sekcionalizere), daljinski nadgledane indikatore prolaska struje kvara). Istovremeno, pristup (model) definiše optimalnu relokaciju (promenu lokacije) postojećih uređaja za automatizaciju kao i optimalan broj, tip i lokaciju postojećih elementa u mreži (npr. deonica kabla/nadzemnog voda) koje treba zameniti sa novim elementima koji imaju niže intenzitete otkaza. Rezultati testiranja pokazuju efektivnost predloženog pristupa i značaj istovremenog razmatranja pojedinačnih strategija u određivanju najbolje staretgije za unapređenje pouzdanosti u distributivnim mrežama.

Ključne reči: distributivna mreža, pouzdanost, automatizacija, zamena, relokacija, mešovito celobrojno linerno programiranje.

OPTIMAL STRATEGY FOR HIGHER RELIABILITY IN DISTRIBUTION NETWORKS

This paper presents the mixed integer linear programming based approach for determining the optimal reliability improvement strategy in distribution networks. The proposed approach defines the optimal number, type and location of remotely controlled and

supervised automation devices to be installed in the network by considering different types of devices simultaneously (remotely controlled circuit breakers/reclosers, sectionalizing switches, remotely supervised fault passage indicators). Simultaneously, it defines the optimal relocation of the existing automation devices as well as the optimal number, type and location of the network elements (e.g., line/cable segments) to be replaced by the new elements with lower failure rates. The presented numerical results indicate the effectiveness of the proposed approach and the importance of simultaneous consideration of individual strategies in determining the optimal reliability improvement strategy in distribution networks

Key words: distribution network, reliability, automation, replacement, relocation, mixed integer linear programming.



UTICAJ AUTOMATIZACIJE ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NA POVEĆANJE NJENE POUZDANOSTI NA KONZUMNOM PODRUČJU VOJVODINE

A. BOŠKOVIĆ, B. RADMILOVIĆ
ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Srbija

U poslednjih nekoliko godina, značajno angažovanje distributivne kompanije dovelo je do poboljšanje pouzdanosti elektrodistributivne mreže, naročito u oblasti neplaniranih kvarova. Najčešće korišćeni pokazatelji pouzdanosti elektrodistributivne mreže su indeksi prosečne učestanosti i trajanja prekida napajanja u sistemu, pri čemu se izražavaju sa različitim nivoima detaljnosti. Podaci o prekidima sadrže potrebne informacije za izračunavanje ovih indeksa pouzdanosti, međutim ponekad nedostaju parametri potrebni za detaljniju analizu uzroka kvarova.

Elektrodistributivna mreža na konzumnom području Vojvodine je mreža ravničarskog tipa, sa značajnim prisustvom industrije. Ima visok udeo 20 kV vodova i velik broj potrošača po izvodu. U ovakvom okruženju, automatizacija elektrodistributivne mreže ima značajan uticaj na pouzdanost mreže.

Tokom poslednje četiri godine, na konzumnom području Vojvodine je značajno unapređena pouzdanost elektrodistributivne mreže. Intenzivno se ulagalo u automatizaciju srednjenaponske distributivne mreže, tako da je automatizovano 88 distributivnih transformatorskih stanica, instalirano 39 reklozera, 42 sekcionera i 28 indikatora kvara.

U narednih pet godina, planovima je predviđen nastavak aktivnosti na automatizaciji elektrodistributivne mreže, kako bi se indeksi pouzdanosti spustili ispod propisanih granica.

Ključne reči: elektrodistributivna mreža, automatizacija mreže, faktori pouzdanosti.

RELIABILITY IMPACT OF POWER DISTRIBUTION AUTOMATION IN THE CONSUMPTION AREA OF VOJVODINA

In recent years, significant efforts of distribution company has led to the improvement of the reliability of the power distribution network, particularly in the area of unplanned failures. The most commonly used reliability indices of power distribution network are system average interruption frequency and duration indices, expressed with different levels of detail. Interruption data contain the necessary information to calculate these reliability indices, but sometimes parameters needed for a more detailed analysis of failure causes of failures are missing.

Power distribution network in the consumer area of Vojvodina is a plain type network, with a significant presence of industry. It has a high share of 20 kV power lines and high number of customers per feeder. In such setting, network automation has bigger impact on network reliability. In this environment, power distribution network automation has a significant impact on the network reliability.

During the last four years, power distribution network reliability has significantly improved in the consumption area of Vojvodina. Distribution company significantly invested in middle voltage power distribution network automation, so that 88 power substations are automated and 39 reclosers, 42 sectionalizers and 28 fault indicators are installed.

In the next five years, according to foreseen plans, network automation will be continued to decrease reliability indicators below the prescribed limits.

Key words: power distribution network, network automation, reliability indicators.

PREPORUKE PRI DEFINISANJU OPREME ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE SN DISTRIBUTIVNOM MREŽOM

Vidoje MIJATOVIĆ, M. RADUNOVIĆ

ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

Na području Elektrodistribucije Sombor se u ovom trenutku nalazi 42 srednjenaponska objekta koji su daljinski upravljiva. U te objekte ubrajamo: distributivne trafo-stanice 20/0,4kV i razvodna postrojenja 20kV sa RMU-ovima, prekidače na stubovima sa ponovnim uključanjem (reklozere) i rastavljache snage na stubovima (sekcionere). U Elektrodistribuciji Sombor je počelo uvođenje daljinskog upravljanja srednjim naponom (DU SN) 2006. godine, pilot projektom DU SN mrežom, koji je tada ostvaren kod nas i u Elektrodistribuciji Novi Sad. Od tada pa do danas implementirana su još dva projekta proširenja DU SN mrežom. U međuvremenu između dva projekta, ED Sombor sama nabavlja postrojenja koja su motorizovana i montira ih na pozicije koje kasnije u projektima proširenja oprema i uvlači u sistem daljinskog upravljanja. Pošto su stručni timovi ED Sombor aktivno učestvovali u izradi projektnih zadataka za sve projekte DU SN i pošto imamo desetogodišnje iskustvo u eksploataciji DU SN mreža u ovom radu želimo da damo naša opredeljenja što se tiče izbora opreme, kako energetske tako i prateće. Poseban naglasak je dat na izbor napona napajanja uređaja (komandnog napona i napona motornog pogona), napona besprekidnog napajanja, izbor indikatora prolaska kvara za nadzemnu mrežu, logiku po kojoj se lokalne automatike podešavaju, izbor naponskih mernih transformatora za merenje napona i napajanje pomoćnim naponom itd. Naša opredeljenja su izvedena sa stanovišta pouzdanosti, jednostavnosti, ekonomičnosti, fleksibilnosti, optimalnog održavanja i ekonomičnosti.

Ključne reči: daljinsko upravljanje SN mrežom, lokalna automatika, reklozer, sekcioner, RMU.

RECOMMENDATIONS IN THE DEFINITION OF EQUIPMENT FOR REMOTE CONTROL MV DISTRIBUTION NETWORK

In the area of Elektrodistribucija Sombor exists, at the moment, 42 medium voltage facilities that are remotely controlled. These facilities include: the distribution transformer station 20/0.4kV and 20kV distribution facilities with RMU's, switches on the pillars with reclosing function (reclosers) and disconnectors on the pillars. The Elektrodistribucija Sombor started with implementation of remote controlled medium voltage network in 2006, with the Pilot Project RC MV network, which is then realized in our territory and Elektrodistribution Novi Sad. Since then, it has performed two more project of expansion RC MV network. In the meantime, between the two projects, ED Sombor by own means continues to purchase RMU's, which are motorized and mounting them into positions, to be later, in expansion projects, equipped and drawn into system of remote control. As the expert teams ED Sombor actively participated in the development of terms of reference for all projects RC MV, and because we have ten years of experience in the exploitation of RC MV network, in this paper we want to give our commitment concerning the choice of equipment, in terms of switchgear and supporting elements. Special emphasis is given to the selection of the supply voltage of the device (control unit and motor drive unit), uninterruptible power supply, the selection of fault locator for overhead lines, the logic by which the local automatics set, selection of voltage measuring transformers to measure voltage and auxiliary voltage supply etc. Our choices were made from the standpoint of reliability, simplicity, low cost, flexibility, optimal maintenance and economy.

Keywords: remote controlled MV network, local automatics, recloser, disconnector, RMU.

AUTOMATIZACIJA SN MREŽE KROZ UGRADNJU PREKIDAČA (REKLOZERA) - REALIZACIJA I FUNKCIONALNOST ZAŠTITE

S. MANDIĆ, S. MILIVOJEV, M. POROBIĆ

EPS distribucija doo Beograd, Ogranak Novi Sad, Novi Sad, Srbija

SN izvodi velike dužine nadzemnih deonica sa nepristupačnom trasom su kandidati za ugradnju prekidača na mreži – reklozera. Osnovna prednost je mogućnost daljinskog upravljanja – komandovanja prekidačem i akvizicija svih potrebnih podataka za praćenje kvaliteta električne energije. U slučaju kvara, reklozeri kroz zaštitne funkcije i automatiku imaju mogućnost isključenja struje kvara na mreži, čime manji broj potrošača ostaje bez napajanja. Samim tim, i lokalizacija mesta kvara se ubrzava, što doprinosi skraćanju vremena otklanjanja kvara i podizanju vrednosti nivoa pokazatelja pouzdanosti u isporuci električne energije na viši nivo.

U okviru automatizacije SN mreže u ED Novi Sad obuhvaćen je veći broj elektroenergetskih objekata tipa TS SN/NN, linijski rastavljači snage, lokatori kvara i reklozera. Trenutno su u SN distributivnoj mreži ED Novi Sad ugrađena su četiri reklozera i koriste se upravljanju. Tri ugrađena reklozera u pogonu Bečej su u radu ali nisu u primeni daljinskog upravljanja, jer nisu prošli SCADA funkcionalno testiranje. Ugradnja još tri reklozera u Pogonu Žabalj i tri u Pogonu Bačka Palanka su u planu. Završetak radova na ugradnji i puštanje ovih reklozera u probni rad je planirano do kraja tekuće godine.

U radu je dat kratak prikaz realizacije - ugradnje reklozera na teritoriji ED Novi Sad, sa akcentom na izbor mesta ugradnje i podešenju parametara zaštite. U nastavku su prikazani događaji vezani za zaštitnu funkciju reklozera - analiza događaja i podešenje parametara zaštite u cilju efikasnije detekcije kvarova.

Ključne reči: Reklozer, zaštita, automatizacija SN mreže.

THE AUTOMATIZATION OF SN NETWORK TROUGH INSTALLATION OF CIRCUIT BREAKER (RECLOSER) - REALIZATION AND PROTECTION FUNCTIONALITY

MV feeders, long lengths of overhead sections with unavailable route are candidates for circuit breaker installation on the network - reclosers. The main advantage is the possibility of remote controlling – switch commanding and acquisition of all necessary data for monitoring power quality. In case of failure, the protective functions of reclosers and control have the possibility of eliminating the fault currents on the network, allowing a small number of customers remain without power. Consequently, fault localization accelerates which contributes the time shortening to eliminate failure and increasing at a higher level value of the reliability indicators in the delivery of electricity.

Within the automatization of the MV network in ED Novi Sad the large number of power facilities type MV/LV power line disconnectors, reclosers and fault locators are included. Currently, in the MV distribution network ED Novi Sad four reclosers are embeded and using in control. Three reclosers are embeded in section Bečej are in operation work, but are not in remote control use, because they are not pass SCADA funkcional testing. Embed three reclosers in section Žabalj and three in section Bačka Palanka is planned. Completion of working on installation and commissioning of these reclosers in trial operation is planned by the end of the current year.

This article gives a brief overview of realization - installing reclosers on the territory of ED Novi Sad, with emphasis on the choice of the place of installation and the setting of parameters of protection. Below are shown the events related to the protective function of reclosers - analysis of events and parameters protection setting for more efficient failure detection.

Keywords: Reclosers, protection, automatization SN network.

**USKLAĐIVANJE ZAŠTITE I LOKALNE AUTOMATIKE PAMETNIH MREŽA 20kV SA
RADOM TEHNIKE ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA**

M. RADUNOVIĆ, V. MIJATOVIĆ

ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor,

U zadnjih deset godina uložena su velika sredstva u razvoj daljinskog upravljanja, lokalne automatike i nadzora postrojenja i rasklopnih uređaja u srednjenaponskoj mreži. Elektrodistribucija Sombor je odavno prešla na transformaciju 110/20kV na kompletnom konzumu. U 20kVmreži za sada imamo preko 35 upravljivih tačaka: razvodnih postrojenja, trafo stanica 20/0,4kV, reklozera i rastavljača na stubovima. Reklozeri i neka razvodna postrojenja opremljeni su prekidačima i zaštitnim relejima sa funkcijom automatskog ponovnog uključanja. Druga razvodna postrojenja i transformatorske stanice imaju kao rasklopnu opremu rastavljače tako da ih tretiramo kao i rastavljače na stubovima: imaju uređaje za detekciju prolaska kvara koje koristimo za daljinsku signalizaciju i lokalnu automatiku.

Sedam od osam transformatorskih stanica 110/20kV opremljeno je tehnikom zemljospojnog prekidača za eliminisanje prolaznih zemljospojeva u mreži 20kV. Kako se iz njih napaja pomenuta srednjenaponska mreža morali smo da uskladimo zemljospojne zaštite i lokalne automatike izvoda 20kV sa zaštitama i lokalnom automatikom daljinski upravljivih aparata montiranih na tim izvodima kao i funkcionisanja tehnike zemljospojnog prekidača pri pojavama jednofaznih kvarova. Različito smo tretirali rastavljače snage koji isključuju u beznaponskom stanju u odnosu na razvodna postrojenja sa prekidačima i reklozere kao i tipove izvoda zavisno od vrste mreže (kablovski, nadzemni ili mešoviti).

Prikazaćemo HRD liste zanimljivih pogonskih događaja.

Ključne reči: automatizacija srednjenaponske mreže, zaštita, zemljospojni prekidač.

**ALIGNMENT OF PROTECTION AND LOCAL AUTOMATIC SMART GRID 20kV WITH THE WORK TECHNIQUES
OF EARTHING SWITCHES**

In the last ten years we have been invested heavily in the development of remote control, local automation and observing facilities and switching devices in medium voltage network. Elektrodistribucija Sombor has long since moved on to the transformation of 110/20kV to complete consumption. We now have over 35 controllable points at the 20kV network: distribution stations, transformer station 20/0.4kV, reclosers and disconnectors on the pillars. Reclosers and some switchgears are equipped with circuit breakers and protection relays with an automatic reclosing. Another switchgears and substations are equipped with disconnectors so we treat them as disconnectors on the pillars: they have devices for fault detection that we use for remote signaling and local automatics.

Seven of the eight our substations 110/20kV is equipped with a ground switch for the elimination of transient earth faults in the 20kV network. Considering that the medium voltage networks is powered out of them we had to adjust fault protection and local automation of the feeders 20kV with protection and local automatic remote - controllable devices mounted on this feeders and perform as well as operation techniques of the ground switch with single-pole fault occurrences. We treated differently disconnectors that disconnects at the no-load conditions in relation to the distribution systems with switches and reclosers and types of feeders, depending on the type of network (cable, overhead or mixed).

We will show a HRD list of interesting fault events.

Keywords: automation of medium-voltage networks, protection, ground switch.

KARAKTERISTIČAN DOGAĐAJ PRI RADU ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA

D. CVETINOV, Ž. TANJGA

ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogranak „ED Novi Sad“, Novi Sad, Srbija

Transformatorska stanica 110/20/35kV „Bačka Palanka 2“ je izgrađena 1976 godine kao transformatorska stanica 35/20kV sa energetskim transformatorom 35/20 kV i potpuno završena 1996 godine. Tada je kompletirano 110kV postrojenje u izvedbi „H“ šeme sa dva dalekovodna polja i dva energetska transformatora. Transformatorska stanica napaja industrijsku zonu sa važnim privrednim subjektima, a takođe i široku potrošnju jednog dela Bačke Palanke. U postrojenju 20/kV je pre nekoliko godina ugrađen zemljospojni prekidač za otklanjanje prolaznih zemljospojeva koji jednofazno uključuje pol faze u kvaru. U januaru prošle godine došlo je do isključenja iz pogona 20kV prekidača u transformatorskom polju br. 1 delovanjem kratkospojne zaštite sabirnica. Nakon analize događaja primećeno je da je isključenju energetskog transformatora br. 1 prethodio zemljospoj na 20kV izvodu koji se napaja sa sabirnica 20kV br. 2 koji je prouzrokovao trajan kvar (zemljospoj) na drugom 20 kV izvodu koji se, takođe, napaja sa sabirnica br. 2. Pomenuti drugi kvar je nastupio u trenutku dok je trajao kvar na prvom izvodu, odnosno dok je faza pogođena kvarom bila uzemljena preko zemljospojnog prekidača koji se nalazi u čeliji koja pripada sabirnicama br. 1, dakle suprotnim sabirnicama u odnosu na sabirnice koje napaju izvode u kvaru. Usled ovog događaja došlo je do prorade kratkospojne zaštite sabirnica br. 1 i ispada prekidača u transformatorskom polju br. 1, odnosno do neselektivne prorade zaštite. U radu su dati predlozi podešenja zaštita koji mogu sprečiti opisanu pojavu.

Ključne reči: zemljospojni prekidač, zaštita sabirnica.

SPECIFIC EVENT IN CASE OF SHUNT OPERATION

Substation 110/20/35kV “Bačka Palanka 2” was built in 1976 as 35/20kV substation with power transformer 35/20kV and completely finished in 1996. Since that year, substation comprises two power transformers 110/20kV and two 110kV transmission lines forming „H” scheme. Nowadays, substation feeds several important industrial consumers as well as residential consumers in the town. A few years ago in 20kV substation an automatism called „shunt” was implemented. The shunt is just a circuit breaker between each phase and the earth, that is normally open but that closes in case of an earth fault. By closing only the faulted phase, it allows for the disappearing of temporary earth faults without cutting the feeder. In January in 2015 the 20kV circuit breaker of transformer no. 1 was switched off due to 20kV busbar overcurrent protection (short circuit fault protection). Further analysis showed that there was an earth fault fed by bars no. 2 which caused the permanent earth fault on the other feeder fed by bars no. 2 as well, before this circuit breaker was activated. This fault occurred in the moment while the first fault was still present and while the faulted phase was closed by the shunt. At the same time, the shunt is attached to busbars no. 1 meaning opposite to busbars which feed the fault locations. Due to this event 20kV busbar overcurrent protection (short circuit fault) was triggered and the 20kV circuit breaker of transformer no. 1 was switched off (non selective protection). This paper deals with suggestions about protection settings in order to prevent such event.

Key words: shunt, busbar short circuit fault protection.

**INTEGRACIJA INDIKATORA PROLASKA KVARA U OKVIRU SISTEMA DALJINSKOG
UPRAVLJANJA (SDU) GRADA BEOGRADA**

D. VUKOTIĆ, G. ŽIVADINOVIĆ,
ODS "EPS Distribucija", Beograd

Na osnovu usvojene koncepcije upravljanja srednjenaponskom elektrodistributivnom mrežom na konzumno području grada Beograda preporučena je intenzivnija ugradnja indikatora prolaska struje kvara na nadzemnim vodovima. Do usvajanja koncepcije na konzumnom području grada Beograd bilo je ugrađeno nekoliko indikatora prolaska struje kvara bez daljinske dojave, različitih proizvođača, ali nakon toga počelo se da ugradnjom indikatora prolaska struje kvara koji imaju ugrađen GSM modem, putem koga je moguće ostvariti daljinsku dojavu pri prolasku struje kvara na mestu ugradnje uređaja. Nažalost, iako su indikatori struje kvara imali mogućnost daljinske dojave, informacije su se putem SMS poruka prosleđivale na određene mobilne telefone u nadređene centre upravljanja, bez mogućnosti da se te informacije proslede i na SCADA sistem. Budući da informacije o prolasku struje kvara nisu integrisane u SCADA sistem, nije postojala mogućnost da se informacije pojave u odgovarajućim listama (događaja, alarma, kvarova), što je u značajnoj meri otežavalo lokaciju kvara na nadzemnoj mreži. U cilju da se željene informacije o prolasku struje kvara integrišu u SCADA sistem, realizovan je poseban komunikacioni server putem koga se prikupljaju informacije sa ugrađenih indikatora prolaska struje kvara i putem standardnog protokola IEC 60870-5-104 prosleđuju SCADA sistemu. Na taj način izvršena je potpuna integracija informacija koje se prikazuju na HMI operatorskim stanicama u okviru nadređenih centra upravljanja, na osnovu kojih dispečer može da vrlo lako izvrši lokaciju nadzemne deonice u kvaru. U radu su posebno analizirane prelazne pojave (merenja električnog i magnetnog polja) koje se registruju na samom uređaju pri pojavi kvara, a koje je putem 3G mreže mobilnog operatera moguće preuzeti. Dato je više primera realnih događaja na nadzemnoj mreži, koji su bili uzrokovani pojavom kvara, a koji su na osnovu prelaznih pojava detaljno analizirani, odnosno identifikovana je vrsta kvara koja se desila.

Ključne reči: indikator prolaska struje kvara, SCADA sistem, inteligentne mreže.

INTEGRATION OF FAULT PASSEGE INDECATORS (FPIS) WITHIN SCADA SYSTEM OF DCC "BELGRADE"

Based on the adopted concept of operation MV electric distribution network in the target area of the city of Belgrade is recommended intensive installation Fault Passage Indicator (FPI) on overhead lines. By adopting the concept of the consumption area of Belgrade was built several Fault Passage Indicators (FPI) without remote signalization, different vendors, but then began to installing Fault Passage Indicators (FPI) build-in the GSM modem, through which it is possible to achieve remote alarm when passing fault current of on-site equipment. Unfortunately, even though the Fault Passage Indicators (FPI) have the possibility of remote alert, information was relayed through SMS (text messages) on mobile phones in certain higher-level control centers, without being able to pass on this information to the SCADA system. Since information on the passage of the fault current is not integrated into the SCADA system, there was no possibility that the information appears in the appropriate lists (events, alarms, faults), which has significantly hampered the fault location on the overhead network. In order to get the desired information about the passage of fault current integrated into the SCADA system was implemented, a dedicated communication server (gateway) through which the information is collected with a built-in Fault Passage Indicators (FPIs) through a standard protocol IEC 60870-5-104 forwarded to the SCADA system. In this way, made the full integration of information displayed on the HMI operator stations within the supreme control center, on the basis of which the dispatcher can easily make the location of fault on the overhead lines. The paper specifically analyzed transients (measurements of electric and magnetic fields) which are registered on the device in response to failure, and that is through 3G network mobile operator can take. Provides more examples of real events on the MV overhead network, which were caused by a fault, which are based on transients, analyzed in detail, and identified the type of failure that occurred.

Keywords: Fault passage indicator (FPI), SCADA system, smart grids.

**PRIMENA "TOUCHSCREEN" TEHNOLOGIJE U SISTEMIMA ZA LOKALNI NADZOR I UPRAVLJANJE
ELEKTROENERGETSKIM OBJEKTIMA**

Dragan VOJNOVIĆ, „EPS Distribucija“ d.o.o., Srbija

Nikola JEMUOVIĆ, Aleksandar CAR, Institut „Mihajlo Pupin – Automatika“ Beograd, Srbija

Milan KUZMANOVIĆ, Gordana JOVANOVIĆ, Milovan MALETIN, „EPS Distribucija“ d.o.o., Srbija

Skraćenje vremena u kojem konzum ostaje bez napajanja podrazumeva brz odziv na događaje unutar elektroenergetskog sistema. Jedan od preduslova za brzu reakciju kao i kasniju preciznu analitiku zbivanja unutar sistema je svakako prikupljanje pouzdanih informacija sa elektroenergetskih objekata u realnom vremenu. Uvođenje sistema daljinskog nadzora i upravljanja na velikom broju elektroenergetskih objekata kao i pouzdane telekomunikacione veze predstavljaju osnovu infrastrukture za dobijanje realne slike elektroenergetskog sistema u centrima upravljanja u svakom trenutku. Sa druge strane izvođenje remontnih i drugih radova na TS za koje je neophodno duže vreme kao i privremeni prekidi komunikacije koji zahtevaju odlazak na objekte radi izvođenja manipulacija ukazali su na potrebu obezbeđivanja nekog vida lokalnog upravljanja na samom objektu. Dosadašnje rešenje podrazumevalo je montažu dodatnog ormara u kojem su se nalazili stanični računar, mrežni switch, besprekidno napajanje većeg kapaciteta a vrlo često i štampač. Osim toga neophodno je bilo naći i mesto za monitor, tastaturu i miša što je sve zajedno zahtevalo dosta prostora. Ovakvi prostorni uslovi su se mogli naći samo na velikim objektima, uglavnom na objektima TS 110/x kV i većim objektima TS 35/x kV. Sa druge strane želja za povećanjem bezbednosti radnika prilikom izvođenja manipulacija ukazala je na potrebu nalaženja kompaktnijeg rešenja za lokalno upravljanje kako bi se ono moglo obezbediti i na manjim objektima. Nakon pažljivog razmatranja opredelili smo se za rešenje sa PC touch panelima, u dve varijante, sa 21" displejom za objekte 110/x kV i varijanta sa 15" displejom za manje objekte. Široka primena ove tehnologije u proizvodnji mobilnih telefona išla je u prilog lakšeg prihvatanja ovog rešenja od strane radnika koji izvođe manipulacije. Takođe ovo rešenje je moralo da zadovoljava ambijetalne uslove u pogledu montaže, temperaturnih uslova u kojima radi, otpornosti displeja na vlažnost vazduha, dovoljnu otpornost na mehanička naprezanja itd. Da bi se mogle u potpunosti integrisati uobičajene funkcije touchscreen-a bilo je neophodno i prilagođavanje postojeće aplikacije za lokalno upravljačko mesto kao i načina održavanja ove aplikacije. Zahtev je bio da se grafički prikazi jednodopolnih šema na displeju ne menjaju, da se zadrži funkcija dinamičkog bojenja vodova kao i ostale standardne funkcije aplikacije. U ovom radu će biti prezentovani svi aspekti ovog rešenja kao i tehničke specifikacije korišćene opreme. Takođe će ovaj rad dati osvrt na dosadašnja eksploataciona iskustva kao i mogućnosti za dalje proširenje funkcionalnosti sistema.

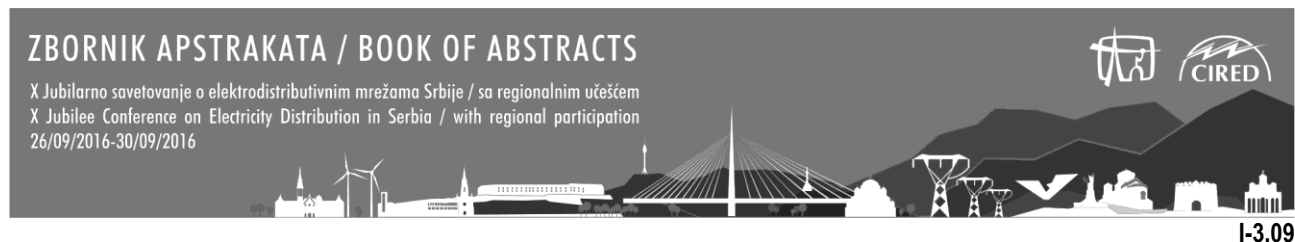
Ključne reči: lokalni nadzor, upravljanje, touchscreen.

**USAGE OF TOUCHSCREEN TECHNOLOGY IN SYSTEMS FOR LOCAL
MONITORING AND CONTROL OF POWER STATION**

The shortening of the time in which consumers remains without power require rapid and fast response to events within the power systems. One of the prerequisites for rapid response and accurate analytics subsequent events within the system is certainly gathering reliable information from electrical power stations in real time. The instalation of remote monitoring and control on a large number of electric power plants and reliable telecommunication links are the basis of infrastructure to obtain a realistic picture of power systems parameters in the control centers. On the other hand, the periodically works of repair and other kind of work wich needs to spend a longer time on the power station as well as temporary interruptions in communications that require going to the facilities to perform manipulation show us the need of providing some form of local control at the power station. The previous solution involved the installation of an additional cabinet in which were placed substation computer, network switch, uninterruptible power supply large capacity and very often the printer. In addition it was necessary to find a place for a monitor, keyboard and mouse that is all together require a lot of space. These particular conditions could be found only on large power stations, mostly on objects TS 110/x kV and larger facilities 35/x kV. On the other hand the desire to increase the safety of workers when performing manipulation focused on the need to find a more compact solution for local control that could be provided in smaller objects. After careful consideration we chose a solution with a PC touch panels, in two versions, with a 21" display for objects 110 / x kV and a variant with a 15" display for smaller objects. Widespread use of this technology in the production of mobile phones went in favor of easier acceptance of this solution by workers who perform manipulation. Also, this solution had to meet the ambient conditions in terms of installation, temperature conditions under which it operates, the display resistance to humidity, sufficient resistance to mechanical stress and so on. To be able to fully integrate the common features of touchscreen was necessary to adapt existing applications for local control as well as ways of maintaining these applications. The major request for graphical presentation of power stations on the

display was that they have to be the same as previous and they have to maintain the function of dynamic painting of wires as well as other standard functionalities of the application. In this paper will be presented all aspects of this solution as well as the technical specifications of the used equipment. Also this paper will give an overview of experience during the current exploitation as well as opportunities for further improvement of the system functionality.

Key words: local monitoring, remote control, touchscreen.



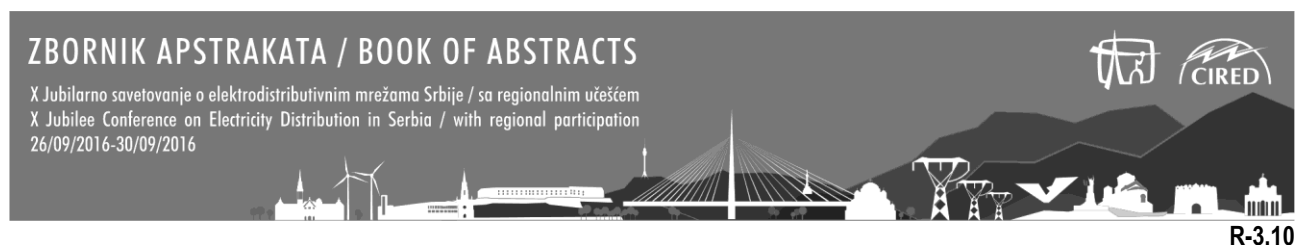
ISKUSTVA SA MODIFIKACIJAMA U PODSTANICAMA KOJE KORISTE TEHNOLOGIJU PROCESNE SABIRNICE (ČVRSTA VLAKNA) SUBSTATION RETROFIT EXPERIENCES USING PROCESS BUS (HARD FIBER) TECHNOLOGY

S. SHOARINEJAD, Araz Energy, Azerbaijan,
J. SECO, J. CARDENAS, GE Digital Energy, Spain

IEC 61850 has become the Standard to be used in Modern Substations due to the multiple advantages that it brings to the different stakeholders involved during substation lifecycle. There are many examples of substations using IEC 61850 IEDs (mostly protection relays) and many papers from several manufacturers and from different users at various locations have already discussed about the multiple advantages of using this Standard. This paper will show the experience of Araz Energy using a Process Bus Solution in four 110 KV (as retrofitted projects) Substations in Azerbaijan.

Araz Energy proposal to BEG (Baku Electric Grid that is locally called "Baki Elektrik Shabakasi/ BES") was based on the Hard Fiber Process Bus system made by General Electric-Multilin (as part of General Electric Digital Energy). The use of the Process Bus System is key as it brings all the benefits of a Digital Substation and regular SAS (some vendors call it "DCS" for Substation Automation) and implies changes in the way a traditional substation is being designed, built, serviced and maintained. The experience described in this paper is based on the feedback gained and lessons learned from all perspectives in practice from four different substations where the same concept was applied. Since then the use of Digital Substations has become a landmark in the way Substations should be designed, operated & maintained.

Keywords: Digital Substation, IEC 61850, Process Bus, Protection Relay, Substation Automation System (SAS); IED (Intelligent Electronic Device), PM (Predictive Maintenance).



RASPODELA STRUJE JEDNOFAZNOG ZEMLJOSPOJA DUŽ SREDNJENAPONSKOG NADZEMNOG VODA

Nikola MUČALICA, Slobodan LOLIĆ
ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

U ovom radu je prikazan analitički postupak za određivanje jačine struje kvara na uzemljivačkom sistemu trafostanice (x/110 kV), koja se javlja kada do jednofaznog zemljospoja dođe na priključnom dalekovodu 110kV. Prikazan je matematički model homogenog dalekovoda sa jednim zaštitnim provodnikom, kao i ekvivalentna šema uzemljivačkog sistema dalekovoda preko lestvičaste šeme. Posmatran je homogen dalekovod (geometrijski, mehanički i električni parametri na celoj njegovoj trasi su isti, kao i impedanse uzemljenja stubova), pri čemu uzemljivački sistem dalekovoda čine impedanse uzemljenja svih stubova kao i sopstvena impedansa zemljovodnog užeta. Parametri uzemljivačkog sistema dalekovoda imaju presudan uticaj na zamensku šemu nultog redosleda dalekovoda, odnosno, na raspodelu nultih struja zemljospoja duž dalekovoda. S obzirom da nulte struje imaju, preko vremenski promenljivog magnetskog polja i elektromagnetske indukcije, najveće uticaje na provodne strukture u okruženju, vrlo je važno, ne

samo predvideti njihove intenzitete, nego i poznavati njihovu raspodelu duž dalekovoda. Na primerima iz prakse, u ovom radu su prikazani rezultati analize za delove struja kvara u uzemljivačkom sistemu dalekovoda, pomoću strujne raspodele u lestvičastoj šemi za dva slučaja:

1. dalekovod je napajan sa dva kraja,
2. dalekovod je napajan sa jednog kraja.

U radu je prikazana i zavisnost jačine struje kvara u uzemljivačkom sistemu izvorne trafostanice (x/110 kV) od mesta zemljospoja na priključnom dalekovodu 110 kV, za tri različite specifične otpornosti tla od 50 Ω m, 100 Ω m i 1000 Ω m. Kroz analizu je pokazano da je moguće odrediti kritičan intenzitet struje kvara, sa stanovišta uslova bezopasnosti od termičkog naprezanja zemljovodnog užeta priključenog dalekovoda, što je od posebnog značaja u slučaju upotrebe OPGW užeta.

Ključne reči: raspodela struje zemljospoja, struja kvara, uzemljivački sistem nadzemne mreže.

DETERMINATION OF SINGLE PHASE TO GROUND FAULT CURRENT DISTRIBUTION ALONG OVERHEAD TRANSMISSION LINE

In this paper an analytical method for determining the fault current appearing in the grounding system of the substation (x/110 kV), which occurs when a single-phase to ground fault comes to the 110 kV power line is presented. The mathematical model of homogenous overhead line with one overhead earth wire – ground wire, as well as the grounding system equivalent circuit scheme via cascade schemes is introduced. A homogeneous overhead transmission power line (geometrical, mechanical and electrical parameters along the entire trace are the same, as well as the pylon impedance) is presumed. Grounding system of overhead transmission line contains all impedances of the pylons and impedance of shielding wire. The transmission lines grounding system's parameters have a decisive influence on the transmission overhead line zero order circuit, meaning the sequence-fault current distribution along the transmission line. Through the time varying magnetic field and electromagnetic induction, the zero sequence fault-currents have the greatest impacts on the conductive structure in the environment. For this reason it is important not only to predict their intensity, but also to be well acquainted with their distribution along the transmission line. At the examples from practice, this paper presents the results of an analysis of the fault current parts inside the power transmission lines grounding system, using the cascade scheme for two cases:

1. Two ways supplied transmission line,
2. One way supplied transmission line.

In the paper is also presented the dependence of the fault current inside the original substation (x/110 kV) grounding system on the fault position along the 110 kV transmission line, for three different soil resistivity values; 50 Ω m, 100 Ω m and 1000 Ω m. Through the analysis it was shown that it is possible to determine a critical fault current value, regarding the safety conditions of power transmission overhead line ground wire thermal stress, which is especially important in the case of the OPGW wire application.

Keywords: distribution of fault current, fault current, grounding system of overhead power lines.



R-3.11

PRORAČUN STRUJE KVARA PRI POJAVI NESIMETRIČNOG OPTEREĆENJA U OKVIRU SNDM GRADA BEOGRADA

G. ŽIVADINOVIĆ, D. VUKOTIĆ
ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

U radu je predstavljan proračun struje kvara pri pojavi nesimetričnog opterećenja u okviru sredjenaponske elektrodistributivne mreže (SNDM) na konzumnom području grada Beograda. Proračun je vršen pri kratkim spojevima na različitim mestima duž pravca napajanja radijalnog voda, pri raznim tipovima kvarova. Pri proračunu posebna pažnja je usmerena na problem, kada se posmatra radijalni vod na kome je ekvivalentno opterećenje koncentrisano na njegovom kraju.

Prezentovani proračun koristi metodu koja se bazira na direktnom pisanju Kirkohovih jednačina primenjenih na trofaznu ekvivalentnu shemu, bez svodenja trofaznog nesimetričnog sistema na direktne, inverzne i nulte komponente. Takođe, pri proračunu struje kvara uzete su u obzir različite vrednosti otpornosti uzemljenja zvezdišta transformatora - od direktno uzemljenog do izolovanog zvezdišta. U okviru proračuna posebno se analizira uticaj nesimetrije opterećenja duž radijalnog voda, pri čemu se varira ekvivalentna potrošnja na kraju voda zadavanjem različitih vrednosti prividne snage i faktora snage ($\cos \phi$) po fazama.

Proračuni su vršeni na realnim modelima SN izvoda iz transformatorskih stanica x/SN na kojima je ugrađena oprema za automatizaciju, odnosno inteligentni linijski prekidači (ILP - „riklozeri“), a u cilju da se izvrši provera rezultata proračuna struje kvara sa merenjima koja su registrovana u okviru zaštitno-upravljačke jedinice ILP.

Takođe, nad istim realnim modelima mreže izvršena je promena električnih parametara, zavisnih od mesta pojave kvara u odnosu na lokaciju ugrađenog ILP, kao i za različite tipove kvarova (zemljospoja), impedansi transformatora snage i vodova.

U cilju detaljnije provere proračunatih vrednosti struje kvara u slučaju kada na SN izvodnoj čeliji postoji mikroprocesorski zaštitno-upravljački uređaj (MPCU), korišćeni su registrovani podaci na samom uređaju o prelaznim pojavama usled kvarova duž izvoda iza inteligentnog linijskog prekidača.

Ključne reči: Struja kvara, inteligentni linijski prekidač.

FAULT CURRENT CALCULATION ON THE OCCURRENCE OF AN ASYMMETRICAL LOAD WITHIN THE MVDN OFF CITY OF BELGRADE

G. ŽIVADINOVIĆ, D. VUKOTIC
ODS „EPS Distribution“ Ltd. Belgrade, Serbia

The paper deals with the computation of fault current with taking into account unbalanced loads in the medium-voltage distribution network (MVDN), in the consumer area of Belgrade. The calculation is done during short-circuits at various points along the radial direction of the power line, at various types of failures. In the calculation, special attention is focused on the problem, when equivalent load of a radial line is concentrated at the end of the line.

The calculation presented in the paper uses a method that is based on the direct writing of Kirchhoff's equations applied to the three-phase equivalent scheme, without reducing the three-phase unbalanced system to the direct, inverse and zero components. Also, fault currents calculation takes into account the different values of earth resistance of the transformer - from directly grounded to the isolated transformer neutral. Within the computation, the influence of unbalanced loads along the radial line is analyzed, where variation of equivalent consumption at the end of the line is modeled by different values of apparent power and power factor ($\cos \varphi$) in each phases.

The real models of X/MV substation, radial line and unbalanced load is used, in which an integrated automation equipment, i. e. an Intelligent Line Switches (ILS - 'Reclosers'), is integrated, in order to carry out a verification of the results of fault-current computation with measurements that are registered in protective-control unit of ILS.

Also, over the same real network model was changed electrical parameters, dependent on the place of occurrence of the fault in relation to the location of the built-ILS, as well as for different types of faults (ground faults), impedances of transformer and power lines.

In order to check the detailed calculated value of the fault current when there is a microprocessor protective-control unit (MPCU) in the MV substation cell, the registered data on the device due to the transient faults along the feeder behind the ILS were used.

Keywords: repair of power factor, capacitor banks.



R-3.12

МЕЋУСОБНА ЗАВИСНОСТ УПРАВЉАЊА И КОМУНИКАЦИОНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ У ОПЕРАТИВНОМ РАДУ ДЦ 110/35kV

Марко ЈОВАНОВ, Зоран ЈОВАНОВИЋ
ЕПС Дистрибуција, Србија

У уводном делу приказан је кратак опис поступака и програмских алата у управљању електродистрибутивном мрежом у надлежности ДЦ 110/35kV Службе за оперативно управљање ДЕЕС и представљена је постојећа комуникациона инфраструктура која се користи у оперативном раду.

Даље у раду описана је међусобна зависност управљања и комуникационе инфраструктуре у оперативном раду. Као закључак наведене су уочене потребе за проширењем комуникационе инфраструктуре, али и отклањањем недостатака у процесу управљања и комуникације, у циљу квалитетнијег и поузданијег снабдевања електричном енергијом купаца.

Кључне речи: оперативни рад, комуникациона инфраструктура, зависност.

MUTUAL INTERDEPENDENCE BETWEEN OPERATIONAL WORK AND COMMUNICATION INFRASTRUCTURE IN DC 110/35kV

In the introduction a short description of procedures, software and communication infrastructure used in operational work in DC 110 / 35kV is shown.

Further on the authors present the mutual interdependence between operational work and communication infrastructure. As a conclusion authors present the needs of expanding the communication infrastructure, and eliminating the bad procedures and ways of communication, all in the cause of quality and reliable delivering of electrical energy to customers.

Key words: operational work - communication infrastructure – interdependence



R-3.13

TELEKOMUNIKACIONI PODSISTEM U OKVIRU SISTEMA ZA AUTOMATIZACIJU ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NA KONZUMNOM PODRUČJU VOJVODINE

S. DUBAČKIĆ, A. BOŠKOVIĆ
ODS „EPS Distribucija“ d.o.o., Srbija

Proširenje, unapređenje, integracija i centralizacija postojećih sistema za automatizaciju distribucije (sistem daljinskog nadzora i upravljanja visokonaponskom i srednjenaponskom mrežom, sistem upravljanja distribucijom, sistem za daljinsko očitavanje brojlara) i uvođenjem novih (pametne mreže, napredna merna infrastruktura, video nadzor i kontrola pristupa i drugi) u elektrodistributivnim kompanijama zahtevaju odgovarajuće telekomunikacione prenosne puteve.

Stoga je potrebno obezbediti telekomunikacione linkove odgovarajućeg kapaciteta i kvaliteta, do elektroenergetskih objekata i potrošača električne energije, kako na srednjem tako i na niskom naponu, shodno potrebama ovih tehnoloških sistema.

U radu su prikazana iskustva u razvoju kompanijske telekomunikacione infrastrukture na konzumnom području Vojvodine izgrađene sa ciljem da se obezbedi nesmetano i istovremeno funkcionisanje tehničkih, poslovnih, upravljačkih i drugih servisa u sistemu.

Ključne reči: telekomunikacije; automatizacija; distribucija; električna energija.

TELECOMMUNICATION SUBSYSTEM WITHIN POWER DISTRIBUTION NETWORK AUTOMATIZATION SYSTEM IN THE CONSUMPTION AREA OF VOJVODINA

The expansion, improvement, integration and centralization of existing systems for distribution automation (supervisory control and data acquisition system for high-voltage and medium-voltage network, distribution management system, automated meter reading system) and the introduction of new systems (smart grid, advanced metering infrastructure, video surveillance and access control and others) in power distribution utilities require adequate telecommunications links.

Therefore, it is necessary to provide telecommunication links of adequate capacity and quality to power facilities and electricity consumers, both in the medium and low voltage, according to the needs of these technological systems.

The paper presents the experience in the development of the company's telecommunications infrastructure in the consumption area of Vojvodina, built in order to ensure smooth and simultaneous operation of technical, business, control and other services in the system.

Key words: Telecommunications; Automation; Distribution; Electrical Energy.

PRAĆENJE IZGRADNJE DISTRIBUTIVNIH TRAFOSTANICA PRIMENOM WEB ORIJENTISANOG SOFTVERA

Vladimir PUSTAHIIJA R, Radojica GRAOVAC, Vlada JOVANOVIĆ
ENERGOPROJEKT – ENTEL, Srbija

Praćenje izgradnje bilo koje vrste objekata uključivo i infrastrukturne objekte zahteva kontrolu projektne dokumentacije za izvođenje radova, kontrolu radova na izgradnji, odobrenje izmena u izgradnji i sveobuhvatno izveštavanje svih učesnika na projektu o aktivnostima i stanju radova. Energoprojekt – Entel-u se kroz višegodišnji rad u pružanja konsultatskih usluga u planiranju i praćenju izgradnje trafostanica i linija visokog napona za potrebe elektroprivrednih kompanija u zemljama Bliskog istoka ukazala potreba za primenom web orijentisanog softverskog alata za menadžment ovih aktivnosti. Pre deset godina samostalno je razvijen "Correspondence Exchange Monitoring Software" (CEMS) koji je zadnjih godina proširen i sa modulima specijano razvijenim za praćenje izgradnje distributivnih transformatorskih stanica i odgovarajućih kablovskih linija. Osnovne funkcije novo razvijenih modula CEMS su: elektronsko izdavanje zahteva za inspekcije (RFI) u realnom vremenu, elektronski prijem zahteva za inspekcije i potvrda o prihvatanju/odbijanju ovog zahteva od strane inspektora radova, automatsko generisanje izveštaja sa mesta inspekcije uključivo i slanje fotografija sa GPS koordinatama predmetnog gradilišta na pre definisane imejl adrese. U ovom radu su prikazane osnovne funkcije CEMS kao i specifičnosti koje se odnose na praćenje istovremene izgradnje velikog broja distributivnih trafostanica i kablovskih linija od strane više različitih izvođača, uz angažovanje inspektora različitih struka i uz zahtevano "on line" izveštavanje a sve za potrebe katarske elektrodistributivne kompanije.

Ključne reči: Softver, kontrola dokumentacije, zahtev za inspekciju, generisanje izveštaja.

CONSTRUCTION SUPERVISION OF DISTRIBUTION SUBSTATIONS BY WEB ORIENTED SOFTWARE

Construction of sites and infrastructure facilities requires control of design documentation for construction, control of site works, approval of modification works as well as overall reporting to all involved parties on works status. Energoprojekt – Entel, in many years of experience by giving consultancy services for planning and supervision services for high voltage substations and cable lines to power utility companies in Middle East, have found the necessity of having web based software as tool for management of these activities. "Correspondence Exchange Monitoring Software" (CEMS) had been in house developed ten years ago and last few years it has been extended with new specially developed modules for site supervision to follow up construction of distribution substations and cable lines. Basic facilities of new developed CEMS modules are: electronic generation request for inspection (RFI) in real time, electronic confirmation of acceptance/non acceptance of RFI, automatic reporting from construction site with attached photos and GPS coordinates and transfer of the same to predefined e-mail addresses. In this article are presented the basic CEMS facilities as well as specific features related to follow up at the same time the construction works by many contractors at many substations with different discipline inspectors involved and with on line reporting, all for KAHRAMAA, electrical distribution company, in State of Qatar.

Key words: Software, documentation management, request for inspection, online reporting.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-3.15

ANALIZA GUBITAKA PO DELOVIMA KONZUMA ODS KORIŠĆENJEM GIS TEHNOLOGIJE

Jelena STEVIĆ, Vladimir STOJČIĆ
ODS „EPS Distribucija”, Beograd, Srbija

Nove organizacione promene u EPS i ODS zahtevaju, pored ostalog, sve veću informatičku podršku, a naročito u delu integracije tehničkih i komercijalnih podataka.

GIS, kao savremeni oblik tehničke dokumentacije, predstavlja izvor grafičkih i alfanumeričkih podataka o elektrodistributivnoj mreži, koje je potrebno povezati sa alfanumeričkim podacima iz ostalih informacionih sistema.

U radu je ukratko pokazan model za integraciju geopozicioniranih elemenata mreže sa njima pridruženim podacima o kupcima i sa daljinskim merenjima po izvodima transformatorskih stanica x/10 kV i po TS 10/04 kV, na primeru aplikacije za analizu gubitaka.

Lociranje kritičnih mesta kroz ovu aplikaciju se postiže poređenjem merenih vrednosti energije u TS(izvoda TS) i očitanih vrednosti energije kupaca konzuma. Uslov je postojanje veze ED broja (brojila) i izvora napajanja, što se ostvaruje integracijom podataka GIS elemenata mreže i odgovarajućih podataka o kupcima.

Key words: integracija podataka, GIS.

IMPLEMENTATION OF GIS TECHNOLOGY ON ANALYSIS OF LOSSES IN REGIONS OF ODS NETWORK

New organization changes in EPS and ODS, beside other issues, require more of IT support, particularly in the domain of integration of technical and commercial data.

As an modern form of technical documentation, GIS represents a source of graphical and alphanumerical data on distribution network which needs to be integrated with alphanumerical data from other information systems.

The paper briefly presents model for integration of geo-referenced network elements with associated consumer data, and remote measurements on x/10 kV outgoing bays and 10/0,4 kV S/Ss, all of it on the loss analysis application.

Location of critical spots in this application is managed by comparasion of measured values of energy consumption in S/S (S/S bay), and recorded values of energy consumption at consumer meters. Precondition for this is existence of connection between ED meter unit and source of power supply, which is achieved by integration of GIS network elements data, and corresponding consumer data.

Key words: data integration, GIS.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



Izveštaj STK 4

Stručna komisija 4

DISTIBUIRANA PROIZVODNJA I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Predsednik komisije: dr Željko POPOVIĆ

ODS EPS Distribucija, Subotica, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 24 rada, od čega 22 kao referati i 2 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:

1. Integracija distribuiranih izvora električne energije

Stručni izvestilac je dr Predrag VIDOVIĆ i, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija. U ovoj temi prihvaćeno je 10 radova, od toga 8 kao referati i 1 kao informacija.

2. Efikasno korišćenje električne energije i upravljanje opterećenjem

Stručni izvestilac je Stanko KNEŽEVIĆ, dipl.el.inž, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija. U ovoj temi prihvaćeno je 6 radova, od toga 6 kao referati i 1 kao informacija.

3. Pametna brojlara i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima

Stručni izvestioci su Boris HOLIK, dipl.el.inž. i Saša MARČETA, dipl.el.inž., ODS EPS Distribucija, Novi Sad, Srbija. U ovoj temi prihvaćeno je 7 radova kao referati.

IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVEŠTILACA

Preferencijalna tema 1:

Integracija distribuiranih izvora električne energije

Stručni izvestilac: dr Predrag VIDOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

R-4.01 UTICAJ DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE NA GUBITKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Autori: M. ŠARIĆ, A. ČOLAKOVIĆ, N. RAHIMIĆ, A. BOLOBAN
JP EP BiH d.d. Sarajevo, Podružnica „Elektrodistribucija“ Mostar, Bosna i Hercegovina

U ovom radu je prikazan proračun gubitaka električne energije i varijacije u gubicima u prisustvu distributivnih generatora. Proračun je primenjen na realnoj 10kV srednjenaponskoj mreži u Bosni i Hercegovini sa realnim podacima o opterećenju dobijenim iz AMI sistema.

Pitanja za diskusiju:

1. Šta predstavlja DLF i gde postoji upotreba ovog pokazatelja?
2. U čemu je prednost predložene metode iz ovog rada u odnosu na postojeće radove iz oblasti planiranja koji takođe uzimaju u obzir uticaj DG-eva na električne gubitke?

R-4.02 UTICAJ VISOKOG NIVOJA PENETRACIJE VARIJABILNIH PV DISTRIBUIRANIH IZVORA NA NAPONSKE PRILIKE NISKONAPONSKE MREŽE

Autori: J. GAJOVIĆ, S. MIJALLOVIĆ, EPCG, FC Distribucija, Crna Gora

U radu je predstavljen uticaj varijabilnosti PV izvora na naponske prilike u NN mreži, na realnom primeru prigradskog trafo reona u Podgorici. Upotrebom simulacionog alata za EES, je predstavljena mogućnost PV proizvodnje u NN mreži u skladu sa granicama koje karakterišu normalan rad elektroenergetskog sistema.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko su PV zastupljeni u distributivnim kompanijama u svijetu?
2. Da li Vaša kompanija ima PV?
3. Kolika je cijena PV po kW?

R-4.03 MODELOVANJE I PRORAČUN KRATKIH SPOJEVA DISTRIBUTIVNIH MREŽA S DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA ZASNOVANIM NA TROFAZNIM INVERTORIMA

Autori: L. STREZOSKI, V. KATIĆ, B. DUMNIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

U ovom radu je dat pregled „Low Voltage Ride Through“ zahteva nekih od izabranih zemalja, a zatim su na osnovu tih zahteva predloženi modeli distribuiranih generatora zasnovanih na trofaznim invertorima (IZDG) u uslovima mreže s kratkim spojem. Saglasno s tim, modeli su integrisani u novo razvijeni metod za proračun režima aktivnih distributivnih mreža s kratkim spojem. Predloženi modeli, integrisani u metod za proračun režima aktivnih distributivnih mreža s kratkim spojem su verifikovani na standardnom IEEE 13 distributivnom test fideru sa dodatim IZDG.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li postoji negdje u Srbiji laboratorija u kojoj se eksperimentalno mogu provjeriti ovi rezultati?
2. Kakav je uticaj, ovdje opisanih, distribuiranih izvora na vrijednosti struja kratkih spojeva?

R-4.04 ANALIZA RADA ELEKTROENERGETSKIH DISTRIBUTIVNIH NISKONAPONSKIH MREŽA SA PRIKLJUČENIM MIKRO I MINI SOLARNIM ELEKTRANAMA NA PODRUČJU OPŠTINE TEŠANJ-BiH

Autori: S. JUSIĆ, F. BEGOVIĆ, JP „Elektroprivreda BiH“ d.d. Sarajevo – Podružnica „Elektrodistribucija“ Zenica, BiH

U ovom radu su prikazana eksperimentalna istraživanja vezana za pogon relne niskonaponske distributivne mreže sa priključenim mikro i mini solarnim elektranama na području opštine Tešanj u Bosni i Hercegovini.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li postoji ograničenje na ukupnu snagu distribuirane proizvodnje na fideru u odnosu na snagu potrošnje na tom fideru?
2. Koliko je potrebno vremena da se isplati investicija u distribuirane izvore?

R-4.05 POVEĆANJE KAPACITETA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE ZA INTEGRACIJU DISTRIBUIRANIH GENERATORA

Autori: A. BOSOVIĆ, N. HASANPAHIĆ, M. MEHOVIĆ, M. MUSIĆ
JP Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo, Bosna i Hercegovina

U radu je analiziran uticaja rada postojećih DG sa kapacitivnim faktorom snage na prilike u posmatranoj elektrodistributivnoj mreži – 10kV izvod Grebak, Bosna i Hercegovina. Takođe su predstavljeni i rezultati analize prelaska 10kV odvoda Grebak na 20kV naponski nivo uz promjenu kapacitivan faktor snage postojećih i budućih DG-a.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori razmatrali ukupne gubitke (snage i energije) na godišnjem nivou na razmatarnom vodu sa i bez prisustva DG-a i ako jesu kakvi su rezultati?
2. Da li se i na koji način uvažava prisustvo DG u SN mreži u kompaniji autora sa stanovišta planiranja razvoja distributivnih mreža (npr. uticaj DG na smanjenje preseka (termičkog kapaciteta) vodova/deonica)?

R-4.06 SKLADIŠTENJE ENERGIJE KAO PODRŠKA INTEGRACIJI VETROELEKTRANA U ELEKTROENERGETSKI SISTEM

Autori: J. STANOJEVIĆ, Global Substation Solutions, Srbija
Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerzitet u Beogradu, Srbija
M. MITROVIĆ, WSP | Parsons Brinckerhoff, Srbija
A. ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Srbija

U ovo radu izvršena je ekonomska analiza rada vetro elektrane u kombinaciji sa sistemom za skladištenje energije CAES (*Compressed Air Energy Storage*). Cilj analize je da se kroz proračun, u kojem su korišćeni realni podaci o brzinama vetra, pokaže opravdanost primene ovakvih hibridnih sisitema. Kriterijum optimizacije je maksimizacija ekonomske dobiti pri plasmanu električne energije iz vetro elektrane na slobodnom tržištu.

Pitanja za diskusiju:

1. U koje svrhe se mogu koristiti skladišta električne energije u distributivnim mrežama sa velikim udelom distribuirane proizvodnje?
2. Na osnovu kojih kriterijuma se može vršiti određivanje optimalnog broja, lokacija i veličina skladišta električne nergije u srednjenaponskim distributivnim mrežama?

R-4.07 ANALIZA TEHNO-EKONOMSKIH USLOVA IZGRADNJE I OCENA OPRAVDANOSTI ULAGANJA U SOLARNE FOTONAPONSKE ELEKTRANE U REPUBLICI SRBIJI

Autori: D. MILIĆEVIĆ, B. DUMNIĆ, B. POPADIĆ, Z. ČORBA, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
B. JANKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak "ED Zrenjanin", Srbija

U radu je prikazana analiza tehno-ekonomskih uslova izgradnje i ocena opravdanosti ulaganja u solarne fotonaponske elektrane u Republici Srbiji. Analiza je obuhvatila nekoliko grupa fotonaponskih sistema koji se tipično javljaju u praksi a grupisani su prema instalisanoj snazi, mesta montaže kao i podsticajnih otkupnih cena proizvedene energije.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliki period vremena obuhvataju klimatološke vrednosti koje su uzimane u analizi?
2. Možete li uporediti periodi povraćaja investicije iz ove analize sa nekom razvijenom zemljom iz EU (npr. Nemačka)? Kakav je trend isplativnosti investicije na području EU u ovoj oblasti?
3. Da li postoje indicije da će u narednih 5 godina doći do značajnijeg pada cena glavnih elementa sistema (fotonaposkih panela, invertora, baterija..) i/ili povećanja njihove efikasnosti?

R-4.08 KOMPARATIVNA ANALIZA EKONOMIČNOSTI INTERMITENTNIH OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U USLOVIMA SLOBODNOG TRŽIŠTA

Autori: J. KUŠIĆ, JP Elektromreža Srbije, Srbija
Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerzitet u Beogradu, Srbija

U radu je data korelaciona analiza između profila proizvodnje I profila cene električne energije na tržištu, za dve vrste intermitentnih obnovljivih izvora električne energije – vetroelektranu I solarnu elektranu.

Pitanja za diskusiju:

1. Pod kojim uslovima važi izvedena jednakost " $C_{PM}=P_{OMj}/P_{OMavg}$ " u formuli za izračunavanje koeficijenta korelisanosti?
2. U uslovima otvorenog tržišta, da li postoji vrednost koeficijenta korelisanosti C_{PM} ispod koje se može zaključiti da individualni obnovljiv izvor električne energije nije rentabilan?

3. Sa stanovišta investitora u intermitentne obnovljive izvore električne energije, da li bi objedinjavanje proizvodnje iz različitih vrsta elektrana u jednu virtualnu elektranu ostvarilo povoljniji koeficijent korelisanosti C_{PM} ?

R-4.09 TEHNIČKI I EKONOMSKI ASPEKTI MOGUĆNOSTI IZGRADNJE MALE HIDROELEKTRANE NA RIJECI FOJNICI-OPŠTINA VISOKO – BIH

Autori: S. JUSIĆ, E. HRNJIĆ, JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo – Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, BiH

U ovom radu razmotreni su tehnički i ekonomski aspekti mogućnosti izgradnje i eksploatacije MHE na rijeci Fojnici, na području Opštine Visoko, kao distribuiranog izvora električne energije priključenog na postojeću infrastrukturu elektroenergetske distributivne mreže.

Pitanja za diskusiju:

1. Koje bi bilo vreme povraćaja investicije (payback period) za opisanu MHE?
2. Da li su u investicionim troškovima MHE uvaženi i troškovi izgradnje priključnog voda i prateće opreme i ako nisu koliko bi oni povećali investicioni trošak?
3. Da li su sa stanovišta analize korisnosti i troška (benefit/cost) uvažavane i ostale koristi koje se mogu imati od MHE, a koje su pomenute u radu, i ako jesu koji je njihov udeo u ukupnoj korisnosti?

I-4.10 INTELLIGENT MANAGEMENT OF DISTRIBUTION GRIDS

Autori: D. RIESENBERG, T. LINNEMANN, Bilfinger Mauell GmbH, Germany

U informaciji je prikazan mogući koncept decentralizovanog upravljanja niskonaponskom mrežom iz nadređene transformatorske stanice SN/NN.

Pitanje za diskusiju:

1. Da li je koncept SmartRTU pomenut u informaciji testiran u relanom distributivnom sistemu?

Preferencijalna tema 2:

Efikasno korišćenje električne energije i upravljanje opterećenjem

Stručni izvestilac: Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija

R-4.11 MOGUĆNOSTI UŠTEDE ENERGIJE KONTROLOM RASHLADNOG SISTEMA ENERGETSKIH ULJNIH TRANSFORMATORA

Autori: Z. RADAKOVIĆ, U. RADOMAN, N. ĐORĐEVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

U radu je prikazan kvantitativna analiza i poređenje uštede energije smanjenjem broja obrtaja ventilatora i povećanje gubitaka koje nastaje kao rezultat posledičnog povećanja temperatura namotaja u realnim transformatorima koji se koriste u VN/SN transformatorskim stanicama.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko neizvesnost po pitanju poznavanja spoljašnjih uslova (npr. temperatura vazduha, brzina vetra i sl.) kao i ostalih ulaznih parametara korišćenih u proračunima može uticati na rezultate?
2. Koji bi elementi bili potrebni (hardverski i softverski) da bi se predloženi pristup mogao primeniti u realnim distributivnim mrežama?

R-4.12 GENERALNI MATEMATIČKI MODEL ZA PRORAČUN EKONOMSKOG PRESEKA KABLOVA ZA PRIKLJUČENJE VETROELEKTRANA NA ELEKTROENERGETSKI SISTEM

Autori: A. ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Srbija
Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerzitet u Beogradu, Srbija

U radu je prikazan generalni matematički model za izbor optimalnog preseka kablovskih vodova kojima se vetro elektrane povezuju sa distributivnim sistemom. Model minimizira ukupne troškove uvažavajući intermitentnost proizvodnje vetro elektrane i na taj način obazbeđuje maksimalan profit vlasniku vetroelektrane.

Pitanje za diskusiju:

1. Da li je rađena analiza osetljivosti dobijenih rezultata, uzimajući u obzir stohastičku prirodu brzine vetra, neizvesnot po pitanju cene električne energije u budućnosti, neizvesnost po pitanju parametara tla? Kakvi su, ili kakvi bi po mišljenju autora bili očekivani, efekti/rezultati?

I-4.13**POLAGANJE KABLOVA U TERMIČKI NEPOVOLJNIM SREDINAMA**Autori:

D. MALEŠEVIĆ, ZP „Elektrokrajina“ a.d. Banja Luka, Bosna i Hercegovina

M. ZELJKOVIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Bosna i Hercegovina

Z. JANKOVIĆ, ZP „Elektrokrajina“ a.d. Banja Luka, Bosna i Hercegovina

U informaciji je dat pregled metodologije za proračun maksimalnog opterećenja kablova koji se polažu u termički nepovoljnim sredinama čije dužine su relativno kratke (npr. prelazak ulice).

Pitanje za diskusiju:

1. Da li se model prikazan u ovoj informaciji primenjen na prkličnim primerima u kompaniji u kojoj autori rade i kakvi su dobijeni rezultati?

R-4.14**OPTIMALNO UPRAVLJANJE POTROŠNJOM I SKLADIŠTENJEM ENERGIJE U PAMETNIM SISTEMIMA SA DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE**Autori:

D. KOTUR, J. MIKULOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Srbija

U ovom radu, je analizirano optimalno upravljanje pametnog sistema jednog domaćinstva. Domaćinstvo poseduje fotonaponski sistem kao intermitentni izvor energije. Pored njega, sistem je povezan i na eksternu mrežu i akumulatorsku bateriju. Akumulatorska baterija služi za skladištenje viška energije koji se kasnije može upotrebiti. Korisnik takođe ima mogućnost da vrši kupovinu i prodaju električne energije iz mreže po ceni koja se u toku dana menja sa satnom rezolucijom. Cilj je da se odredi optimalno punjenje i pražnjenje akumulatorskih baterija, kao i kupovine i prodaje električne energije na slobodnom tržištu, tako da ukupni dnevni troškovi budu minimalni.

Pitanja za diskusiju:

1. Nakon pomeranja upravljivog dela opterećenja, sa slike 4 i 8 se može zaključiti da je novo vršno opterećenje veće u odnosu na početno. Da li novonastali režim može dovesti do narušavanja termičkih ili nekih drugih ograničenja u eksternoj mreži?
2. Da li novonastala raspodela opterećenja data na slici 8 može dovesti do promene u ceni električne energije?
3. Šta je posledica uvođenja troška za vršno opterećenje iznad 6 kW?

R-4.15**OPTIMALNO UPRAVLJANJE POTROŠNJOM U PRISUSTVU FOTONAPONSKE ELEKTRANE I SKLADIŠTENJA ENERGIJE**Autori:

V. DURKOVIĆ, Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora; Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija

N. RAJAKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija

U ovome radu je razmatrana minimizacija novčanih troškova za preuzeti gas i električnu energiju po tržišnim cenama jednog potrošača (domaćinstva) sa instalisanom malom fotonaponskom elektranom i mikrokogeneracionim postrojenjem (MKP) čiji je primarni energent gas. Potrošač takođe ima mogućnost upravljanja potrošnjom i mogućnost skladištenja električne i toplotne energije kao i mogućnost prodaje električne energiju po tržišnim cenama.

Pitanja za diskusiju:

1. Objasniti na slici 1 šta predstavlja toplotna akumulacija?
2. Objasniti sa slike 7, koje od ograničenja sprečava da vršno opterećenje bude u 5h, kada je cena električne energije najniža?
3. Uzimajući u obzir faktor jednovremenosti, da li će novonastala optimalna raspodela potrošnje dovesti do promene u ceni električne energije?

R-4.16**DEKOMPOZICIJA DNEVNOG DIJAGRAMA POTROŠNJE ZA POTREBE UPRAVLJANJA POTROŠNJO**Autori:

A. JEVTIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija

Ž. JEVTIĆ, B. NIJEMČEVIĆ, EPS Distribucija Beograd, Srbija

U radu je prikazana primena veštačkih neuralnih mreža u rešavanju problema dekompozicija dnevnog dijagrama potrošnje nekog elektrodistributivnog konzuma na pojedine kategorije potrošnje, što je od velikog značaja kod procene (ocene) upravljivih resursa na razmatranom elektrodistributivnom području.

Pitanja za diskusiju:

1. Za koji nivo dnevnog dijagrama opterećenja se vrši predložena dekompozicija (nivo jednog domaćinstva, jedne transformatorske stanice SN/NN, jedne transformatorske stanice VN/SN, regiona)?
2. Da li su u literaturi korišćene neuralne mreže u cilju dekompozicije dnevnog dijagrama opterećenja. Kakvi su dobijeni rezultati po pitanju tačnosti kao i u poređenju sa drugim metodama?
3. Za koje tipove upravljanja opterećenjem (direktna kontrola opterećenja, upravljanje kroz tarifne stavove (real-time pricing, time-of-use, i sl.)) se može koristiti predloženi pristup?

Preferencijalna tema 3:

Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima

Stručni izvestioci: Boris HOLIK i Saša MARČETA, ODS EPS Distribucija, Novi Sad, Srbija

R-4.17 TEORIJA GRUBIH SKUPOVA KAO ALAT ZA OTKRIVANJE KRAĐE KUPACA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Autori: J. SPIRIĆ, Leskovac, Srbija
S. STANKOVIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Tehnički centar Niš, Srbija
M. DOČIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Srbija

U ovom radu je prikazana primena teorije grubih skupova za otkrivanje krađe električne energije na osnovu analize podataka o kupcima iz raspoloživog informacionog sistema. Predloženim pristupom se na osnovu raspoloživih podataka formiraju karakteristični profili kupaca koji su neovlašćeno koristili električnu energiju a zatim se identifikuje skup sumljivih kupaca koji imaju identične profile sa takvim profilima.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakav bi uticaj imali AMI uređaji u navedenoj metodi za otkrivanje krađe kupaca?
2. Koje metode za procenu krađe električne energije se koriste u svetu?
3. Da li predložena tehnika ima primenu u praksi?

R-4.18 IZMEŠTANJE MERNIH MESTA NA REGULACIONU LINIJU KAO JEDAN OD NAČINA ZA SMANJENJE NETEHNIČKIH GUBITAKA

Autori: Z. SIMENDIĆ, N. KRKLJUŠ, R. NIKOLIĆ, M. VUKAS, L. GAJDOBRANSKI
„EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogr. Elektrodistribucija Sombor

U radu su dati efekti izmeštanja mernih mesta na regulacionu liniju na nivou čitavih NN trafo reona. Opisana je i jedna od utvrđenih metoda manipulacije nad brojilom električne energije.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se u radu opisana manipulacija nad brojilom može sprovesti bez narušavanja državne plombe na brojilu električne energije?
2. Na primeru STS „Lenjinova“ Crvenka, koji su dalji koraci radi utvrđivanja razloga disbalansa između fakturisane energije i protoka u samoj STS?
3. Koji su to koraci koje bi operator distributivnog sistema mogao da načini kako bi obezbedio da se podaci iz memorije savremenih mikroprocesorskih brojila smatraju relevantnim dokazima na sudu?

R-4.19 EFEKTI IZMIJEŠTANJA MJERNIH MJESTA

Autori: G. RADIĆ, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Doboje“ a.d. Doboje, BiH
P. KUNDAČINA, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Hercegovina“ a.d. Trebinje, BiH
D. MILIĆEVIĆ, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Doboje“ a.d. Doboje, BiH
D. MURATOVIĆ, M „ERS“ MP a.d. Trebinje, BiH

U radu je dat opis jednog od načina izvođenja izmeštanja mernog mesta, kao i efekti koje izmeštanje i rekonstrukcija priključka imaju na ukupne gubitke u distributivnoj mreži.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji kriterijum je korišćen prilikom određivanja mernih mesta za rekonstrukciju i izmeštanje?
2. Da li je moguće kvantifikovati efekat na smanjenje tehničkih gubitaka ostvaren rekonstrukcijom priključka na distributivni vod (upotreba odgovarajućih stezaljki)?
3. Koji je očekivani rok za povraćaj finansijskih sredstava za primere date u radu, računajući da se broj izmeštenih mernih mesta / brojila pod daljinskim očitavanjem zadrži na poslednjim vrednostima u jednom, odnosno kada je taj broj 100% u drugom slučaju?

R-4.20 DIJAGRAM TOKA AKTIVNOSTI NA SMANJENJU GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Autori: S. SARIĆ, JP Elektroprivreda Srbije Tehnički centar Novi Sad Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica,
B. SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd Ogranak Elektrodistribucija Sremska Mitrovica, R.Srbija

U radu je prikazan dijagram toka aktivnosti za smanjenje gubitaka električne energije koji je nastao kao rezultat višegodišnjeg rada na borbi protiv neovlašćene potrošnje električne energije ali i planiranja aktivnosti na smanjenju tehničkih i komercijalnih gubitaka na teritoriji Ogranka Elektrodistribucije Sremska Mitrovica.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su bili razlozi zašto planovi iz 2003. i 2006. godine, nisu doneli očekivane rezultate?
2. Šta je razlog stagniranja trenda smanjivanja gubitaka u periodu 2007 – 2010. godine, tabela 1?
3. Da li možete dati novčanu procenu uštede koja je ostvarena smanjivanjem gubitaka električne energije u posmatranom periodu? Da li imate podatke o iznosu uloženi sredstava da bi se ostvario takav rezultat?

4. Da li su prikazani rezultati postignuti sa postojećim brojem zaposlenih ili je bilo potrebno dodatno angažovanje ljudstva na ovim zadacima? Da li je bila potrebna dodatna promena organizacije radi efikasnijeg sprovođenja zadataka?

R-4.21 PRIMENA TERMORIZIJSKE KAMERE I NJEN UTICAJ U CILJU LOCIRANJA NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE I SMANJENJA NE TEHNIČKIH – KOMERCIJALNIH GUBITAKA KOD KORISNIKA KOJI SE NAPAIAJU IZ TS 10/0,4kV LJUBIĆ SELO

Autor: M. RADOSAVLJEVIĆ, ODS EPS Distribucija, Srbija

U radu je prikazana primena termovizijske kamere u cilju lociranja neovlašćenog korišćenja električne energije i smanjenja ne tehničkih – komercijalnih gubitaka na delu NN mreže u ruralnom poručju. Data je analiza, ako i spisak mera koje su preduzete za smanjivanje gubitaka, prezentovani su i rezultati koji su dobijeni primenom tih mera.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li smatrate da je termovizijska kamera jedan od neophodnih uređaja kojima ekipe za otkrivanje neovlašćene potrošnje moraju imati pristup?
2. Da li je primećen uticaj ovakve akcije na okolna mesta, tj. da li je primećen trend pada gubitaka?
3. Da li je planirana redovna primena ovog pristupa pri traženju neovlašćene potrošnje i u narednoj zimskoj sezoni?

R-4.22 EFEKTI ANALIZE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U OTKRIVANJU NEOVLAŠĆENE POTROŠNJE I ANALIZA GUBITAKA NA OSNOVU NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Autori: R. ĐORĐEVIĆ, S.TUCAKOVIC, D.VASIĆ, ODS EPS Distribucija, Srbija

U radu je prikazana analiza gubitaka po trafostanicama 10/0,4 na osnovu kojih su locirani trafo reoni sa povećanim gubicima a na osnovu toga i korisnici koji neovlašćeno koriste električnu energiju. Takođe, prikazane su i 2 karakteristične neovlašćene potrošnje (poluindirektne merne grupe) gde se mogu videti različiti načini neovlašćenog korišćenja električne energije. U drugom delu rada su prikazani efekti otkrivanja neovlašćene potrošnje i kaznena politika po pitanju neovlašćenog korišćenja električne energije

Pitanja za diskusiju:

1. Možete li da malo detaljnije da pojasnite sled koraka posle detekcije oštećenih plombi? Da li brojilo otvarano na licu mesta ili je brojilo skinuto pa analiza rađena kasnije? Da li je neophodno da predstavnik suda bude prisutan pri tom činu? Da li je potrebno da sudski veštak ispituje brojilo?
2. Da li poznati ishodi krivičnih prijava? Da li su obračunate kazne, koje su date u primerima, uspešno naplaćene?
3. Da li je po vašem mišljenju potrebno pooštavanje kaznene politike za ova dela? Kakva je kaznena politika za ista dela u zemljama u okruženju?

R-4.23 MODELOVANJE DEJSTVA STALNOG MAGNETA

Autori: LJ. MLADENOVIĆ, ODS doo Beograd – ogranak Elektrodistribucija Zaječar, Srbija
D. RAPAIĆ, JP Elektroprivreda Srbije – Tehnički centar Niš – Odsek za tehničke usluge Zaječar, Srbija

U radu je dat opis modelovanja prostornog raspodela linija magnetnog polja stalnog magnetu korišćenjem metode konačnih elemenata (FEM). Dat je i primer sa vrednostima magnetnog skalar potencijala cilindričnog stalnog magnetu.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja su ograničenja za korišćenje metode konačnih elemenata?
2. Da li se korišćeni programski paket može koristiti za modelovanje induktivnosti sa feromagnetnim jezgrom?
3. Da li se korišćeni programski paket može koristiti i za prikaz dejstva stalnog magnetu na induktivnost sa feromagnetnim jezgrom, u kolu naizmenične struje?



EC 4 Report

DISTRIBUTED PRODUCTION AND EFFICIENT USE OF ELECTRICITY

Session Chairman: dr Željko POPOVIĆ

ODS EPS Distribucija, Subotica, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

Within the set deadline for submission of papers and based on the reviewers' and reporters' considerations, prihvaćeno je 24 papers were accepted, out of which, 22 were accepted as papers and 2 as information. For the purpose of more efficient work within the Session, the papers were grouped according to three subjects, covering the Preferential subjects Nos. 2 and 3 from the call for papers:

1. **Integration of distributed power sources**

The reporter is Dr. Predrag VIDOVIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia. In this subject were accepted 10 papers radova, out of which 8 as papers and 1 as information.

2. **Efficient use of electricity in load control**

The reporter Stanko KNEŽEVIĆ, B.E.Eng., Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Serbia. In this subject were accepted 6 papers, out of which 6 as papers and 1 as information.

3. **Smart Metres and remote measuring and control systems**

The reporters are Boris HOLIK, B.E.Eng. and Saša MARČETA, B.E.Eng., ODS EPS Distribution, Novi Sad, Serbia. In this subject were accepted 7 papers as papers.

REPORT

Preferential subject 1:

Integration of distributed power sources

Reporter: dr Predrag VIDOVIĆ, Fakultat tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

R-4.01 INFLUENCE OF DISTRIBUTED GENERATION ON ELECTRICAL ENERGY LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORK

Authors: M. ŠARIĆ, A. ČOLAKOVIĆ, N. RAHIMIĆ, A. BOLOBAN
JP EP BiH d.d. Sarajevo, Podružnica „Elektro distribucija“ Mostar, Bosnia & Herzegovina

The paper deals with power loss estimates and loss variations in the presence of distribution generators. The estimate was applied in the real 10kV medium-voltage grid in Bosnia & Herzegovina in terms of load obtained from the AMI system.

Questions for discussion:

1. What does DLF present and where is this indicator applied?
2. What is the advantage of the method proposed in the paper when compared to the existing papers in the field of planning, which also take into account the impact of DGs on power losses?

R-4.02 THE IMPACT OF VARIABILITY PV DISTRIBUTED SOURCE ON VOLTAGE CONDITIONS OF LOW VOLTAGE NETWORK

Authors: J. GAJOVIĆ, S. MIJAJLOVIĆ, EPCG, FC Distribucija, Montenegro

The paper deals with the variability impact of PV sources on voltages in the LV grid, based on the real example of suburban substation area Podgorica. By using simulation tools for the electric power system, possibilities were presented for PV production in the LV grid in accordance with the limits typical for normal operation of the electric power system.

Questions for discussion:

1. How much are PV panels applied in distribution companies worldwide?
2. Does your company have PV panels?
3. What is the price of PV panels per kW?

R-4.03 MODELING AND SHORT-CIRCUIT ANALYSIS OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH LARGE NUMBER OF THREE-PHASE INVERTER BASED DISTRIBUTED GENERATORS

L. STREZOSKI, V. KATIĆ, B. DUMNIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

The paper gives an overview of “Low Voltage Ride Through” requirements in some of the selected countries, and, and then, in terms of such requirements proposes distributed generator models based on three-phase inverters (IZDG) in grid conditions with short circuits. Accordingly, the models are integrated into the newly developed method for estimates of active distribution grid regime with short circuits. The proposed models, integrated into the method for estimates of active distribution grid regime with short circuits were verified on the IEEE 13 standard distribution test feeder with additional IZDG.

Questions for discussion:

1. Is there any laboratory in Serbia where these results can be experimentally checked?
2. What is the impact of here described distributed sources on the values of short circuit currents?

R-4.04 ANALYSIS OF ELECTRICAL ENERGY DISTRIBUTION LOW VOLTAGE NETWORKS WITH CONNECTED MICRO AND MINI SOLAR POWER PLANT IN THE MUNICIPALITY TEŠANJ- BIH

Authors: S. JUSIĆ, F. BEGOVIĆ, JP “Elektroprivreda BiH” d.d. Sarajevo – Podružnica “Elektro distribucija” Zenica, BiH

The paper deals with experimental research work concerning the operation of real low-voltage distribution grid with connected micro and mini solar plants in the area of the municipality of Tešanj in Bosnia & Herzegovina.

Questions for discussion:

1. Is there a limit concerning the total power of distributed production on the feeder, in relation to the consumption power on the feeder?

2. How long is it required to consider the investment in distributed sources to be paid off?

R-4.05 THE INCREASE OF ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK CAPACITY FOR INTEGRATION OF DISTRIBUTED GENERATION

A. BOSOVIĆ, N. HASANPAHIĆ, M. MEHOVIĆ, M. MUSIĆ
JP Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo, Bosnia & Herzegovina

The paper analyzes the impacts of the functioning of existing DGs with a power capacity factor on the situation in the observed electricity distribution grid – 10kV connection Grebak, Bosnia & Herzegovina. It also presents the results of analysis concerning the transition of 10kV shunt Grebak to the 20kV voltage level with changes in power capacity of existing and future DGs.

Questions for discussion:

1. Did the authors consider the total losses (power and energy) on a yearly basis concerning the considered line with and without the presence of DGs, and if so, what were the results?
2. Is the presence of DGs in the MV grid taken into account in the author's company from the standpoint of distribution grid development scheduling (e.g. DG impact on cross-section reduction (of thermal capacity) of lines/routes)?

R-4.06 THE INCREASE OF ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK CAPACITY FOR INTEGRATION OF DISTRIBUTED GENERATION

Authors: J. STANOJEVIĆ, Global Substation Solutions, Serbia
Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerzitet u Beogradu, Serbia
M. MITROVIĆ, WSP | Parsons Brinckerhoff, Serbia
A. ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Serbia

The paper gives an economic analysis of wind plant operation combined with CAES (*Compressed Air Energy Storage*). The purpose of the analysis is to demonstrate, through estimates using real data on wind velocity, the feasibility of such hybrid systems. The optimization criterion is maximization of economic benefits of electricity produced in wind plants on the free market.

Questions for discussion:

1. For what purposes can electricity storage in distribution grids be used with a large share of distributed production?
2. On the basis of which criteria can the optimal number, location and size of electricity storage in medium-voltage distribution grids be defined?

R-4.07 THE INVESTMENT JUSTIFICATION ESTIMATE AND THE TECHNO-ECONOMIC ASPECTS ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT CONSTRUCTION IN REPUBLIC OF SERBIA

Authors: D. MILIĆEVIĆ, B. DUMNIĆ, B. POPADIĆ, Z. ČORBA, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia
B. JANKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak "ED Zrenjanin", Serbia

The paper gives a techno-economic analysis of the terms of construction and feasibility assessment of investment in solar photovoltaic power plant in the Republic of Serbia. The analysis covered several groups of photovoltaic systems typically occurring in practice. They are grouped according to installed capacity, place of assembly and subsidized buying prices of produced electricity.

Questions for discussion:

1. What is the period covered in terms of climate values used in the analysis?
2. Can you compare the periods of investment pay-off is given in this analysis with some developed EU country? (e.g. Germany)? What is the investment payability trend in this field in EU countries?
3. Are there any indications that prices of the main system elements (photovoltaic panel, inverter, battery...) will significantly drop within the 5 following years?

R-4.08 COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ECONOMIC BENEFITS OF INTERMITTENT RENEWABLE ENERGY SOURCES IN COMPLIANCE WITH THE FREE MARKET

Authors: J. KUŠIĆ, JP Elektromreža Srbije, Serbia
Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerzitet u Beogradu, Serbia

The paper deals with an analysis of correlation between the production profile and electricity price profile on the market, for two types of intermittent renewable energy sources – wind power plant and solar power plant.

Questions for discussion:

1. In which environment is the derived equation " $C_{PM} = P_{OMj} / P_{OMavg}$ " from the formula for calculating the correlation coefficient applicable?
2. In the open market environment, is there a correlation coefficient value C_{PM} below which it may be concluded that an individual renewable energy source is not profitable?
3. From the standpoint of investor making investments into intermittent renewable electric energy sources, would merging the production from different types of power plants into one virtual power plant achieve a more favourable correlation coefficient C_{PM} ?

**R-4.09 TECHNICAL AND ECONOMICAL ASPECTS OF THE SMALL HIDRO POWER PLANT CONSTRUCTION
POSSIBILITIES ON RIVER FOJNICA-MUNICIPALITY VISOKO-BiH**

Authors: S. JUSIĆ, E. HRNJIĆ, JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo – Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, BiH

The paper deals with the technical and economic aspects of possibilities for construction and operation of a small hydro power plant (SHPP) on River Fojnica, on the territory of the Municipality of Visoko, as a distributed electricity source connected to the existing infrastructure of the electricity distribution grid.

Questions for discussion:

1. What would be the investment payback period for the described SHPP?
2. Were the construction costs of the connecting line and auxiliary equipment included in the investment costs of the SHPP, and if not, how much would they increase the investment costs?
3. Were other benefits of SHPPs, mentioned in the aforesaid paper, also taken into account from the standpoint of benefit/cost analysis, and if so, what is their share in the overall benefits?

I-4.10 INTELLIGENT MANAGEMENT OF DISTRIBUTION GRIDS

Authors: D. RIESENBERG, T. LINNEMANN, Bilfinger Mauell GmbH, Germany

The information demonstrates a possible concept of decentralized control in the low-voltage grid from the superimposed MV/LV substation.

Questions for discussion:

1. Was the SmartRTU concept, mentioned in the information, tested in the real distribution system?

Preferential subject 2:

Efficient use of electricity and load control

Reporter: Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Serbia

**R-4.11 POSSIBILITY OF ENERGY SAVINGS BY THE CONTROL OF THE COOLING SYSTEM OF OIL-
IMMERSED POWER TRANSFORMERS**

Authors: Z. RADAKOVIĆ, U. RADOMAN, N. ĐORĐEVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Serbia

The paper gives a quantitative analysis and comparison between energy savings by reduced number of fan rotations and increased losses resulting from increased temperature of windings in real transformers used in HV/MV substations.

Questions for discussion:

1. How much can the uncertainty in respect of knowing the external conditions (e.g. air temperature, wind velocity, etc.) as well as other input parameters used in calculations affect the results?
2. Which elements would be required (hardware and software) in order to apply the proposed approach in real electricity distribution grids?

**R-4.12 GENERAL MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATION OF THE ECONOMIC CROSS SECTION OF
CABLES FOR CONNECTING WIND FARMS ON THE ELECTRIC POWER SYSTEM**

Authors: A. ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Serbia
Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerzitet u Beogradu, Serbia

The paper gives a general mathematical model for selection of the optimal cross section of cable lines connecting wind plants with the distribution system. The model minimizes the total costs, taking into account the intermittence of wind power plant production and thereby ensures maximum profit to the wind power plant owner.

Question for discussion:

1. Was an analysis made in respect of the sensitivity of obtained results, taking into account the stochastic nature of wind velocity, the uncertainty in terms of future electricity price, the uncertainty in terms of ground parameters? What are, or what would be, to the authors' mind, the expected effects/results?

I-4.13 INSTALLATION OF POWER CABLES IN THE THERMAL INHOSPITABLE

Authors: D. MALEŠEVIĆ, ZP „Elektrokrajina“ a.d. Banja Luka, Bosnia & Herzegovina
M. ZELJKOVIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Bosnia & Herzegovina
Z. JANKOVIĆ, ZP „Elektrokrajina“ a.d. Banja Luka, Bosnia & Herzegovina

The information gives an overview of the methodology for estimating the maximum load of cables laid in thermally unfavourable environments with comparatively short lengths (e.g. street crossing).

Questions for discussion:

1. Is the model presented in this information applied on practical examples in companies where the authors are employed and what are the obtained results?

R-4.14 OPTIMAL CONTROL OF ENERGY CONSUMPTION AND STORAGE SYSTEMS WITH U SMART DISTRIBUTED ENERGY SOURCES

Authors: D. KOTUR, J. MIKULOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Serbia

The paper analyzes optimal smart system control in one household. The household possesses a photovoltaic system as an intermittent energy source. In addition thereto, the system is also connected to an external grid and accumulator battery. The accumulator battery serves for storage of surplus energy which can be used later on. The consumers also has a possibility to buy and sell electricity from the grid at a price which changes during the day with an hourly resolution. The purpose isto establish optimal charge and discharge of accumulator batteries, and purchase and sale of electricity on the free market, in order to have minimum total daily costs.

Questions for discussion:

1. After changing the controllable part of load, it may be concluded from Fig. 4 and Fig. 8 that the new peak load is larger than the initial one. Can the newly created regime compromise the thermal or other limitations in the external grid?
2. Can the newly formed load distribution given in Fig. 8 cause changes in the electricity price?

R-4.15 OPTIMAL DEMAND MANAGEMENT IN THE PRESENCE OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT AND ENERGY STORAGE

Authors: V. DURKOVIĆ, Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Montenegro; Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Serbia
N. RAJAKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Serbia

The paper deals with minimization of costs of accepted gas and electricity at market prices for a consumer (households) with installed small photovoltaic power plant and microgeneration plant (MKP) whose primary energy sources is gas. The consumer also has the possibility of consumption management and electric and thermal energy storage, as well as the possibility of selling electricity at market prices.

Questions for discussion:

1. Please explain in Fig.1, what thermal accumulation stands for.
2. Please explain in Fig. 7, what kind of limitation prevents the peak load from being at 5h, when the price of electricity is the lowest.
3. Taking into account the single time factor, will the newly formed optimal distribution of consumption cause changes in the price of electricity?

R-4.16 DECOMPOSITION OF DAILY LOAD DIAGRAM FOR MANAGING CONSUMPTION

Authors: A. JEVTIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Serbia
Ž. JEVTIĆ, B. NIJEMČEVIĆ, EPS Distribucija Beograd, Serbia

The paper deals with implementation of artificial neural grids in solving the issue of decomposition of daily consumptionj diagram of some electricity distribution consumption area into certain categories of consumption, which is of great importance in the assessment of controllable resources resources in the considered electricity distribution region.

Questions for discussion:

1. For which daily load diagram level is the proposed decomposition done (level of one household, one MV/LV substation, one regional LV/MV substation)?
2. Were neural grids used in literature for the purpose of daily load diagram decomposition? What were the obtained results in terms of accuracy and in comparison to other methods?
3. For which type of load control (direct load control, real-time pricing, time-of-use, etc.) can the proposed approach be used?

Preferential subject 3:

Smart Metres and remote measuring and control systems

Reporters: Boris HOLIK i Saša MARČETA, ODS EPS Distribucija, Novi Sad, Serbia

R-4.17 ROUGH SET THEORY AS A TOOL FOR FRAUD DETECTION OF ELECTRICITY CUSTOMERS

Authors: J. SPIRIĆ, Leskovac, Serbia
S. STANKOVIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Tehnički centar Niš, Serbia
M. DOČIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Serbia

The paper deals with implementation of the theory of rough sets for revealing electricity thefts based on analyses of data concerning customers from the available information system. On the basis of available data, the available approach forms characteristic profiles of customers who had used electricity without authorization, and then identifies a set of suspicious customers with have such identical profiles.

Questions for discussion:

1. What impact would the AMI devices have in the above method for revealing thefts by customers?
2. Which methods for electricity theft estimates are used worldwide?

3. Is the proposed technique applied in practice?

**R-4.18 MEASURING POINT RELOCATION AT THE REGULATORY LINE AS A WAY TO REDUCE LOSSES
SHORT CONTENT**

Authors: Z. SIMENDIĆ, N. KRKLJUŠ, R. NIKOLIĆ, M. VUKAS, L. GAJDOBRANSKI
„EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogr. Elektrodistribucija Sombor, Serbia

The paper deals with the effects of relocation of measuring points to the control line on the level of whole LV substation areas. It also describes one of the defined methods of manipulations on the electricity metre.

Questions for discussion:

1. Can manipulations on the electricity metre described in the paper be carried out without destroying the state seal on the electricity metre?
2. In the example of “Lenjinova” substation in Crvenka, what are the further steps for establishing the reasons of disbalance between the invoiced energy and its flow in the actual substation?
3. What are the steps that the distribution system operator could take in order to ensure that data stored in the state of the art microprocessor metre memory are considered to be relevant proof in court?

R-4.19 EFFECTS OF RELOCATION MEASURING POINTS

G. RADIĆ, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Doboј“ a.d. Doboј, BiH
P. KUNDAČINA, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Hercegovina“ a.d. Trebinje, BiH
D. MILIĆEVIĆ, MH „ERS“ MP a.d. Trebinje ZP „Elektro Doboј“ a.d. Doboј, BiH
D. MURATOVIĆ, M “ERS” MP a.d. Trebinje, BiH

The paper deals with a description of one way of performing measuring point relocation, as well as the effects of connection relocation and reconstruction on the overall losses in electricity distribution.

Questions for discussion:

1. What criterion was used when defining the points of measure for reconstruction and relocation?
2. Is it possible to quantify the effect on lower technical losses achieved by reconstruction of the distribution line connection (application of appropriate clamps)?
3. What is the expected deadline for the return of financial resources concerning the examples given in the paper, assuming that the number of relocated points of measure/remote measuring metres will preserve the last values in the former case, and that the number thereof will be 100 per cent in the latter case?

R-4.20 DIAGRAM OF FLOW OF ACTIVITIES FOR REDUCING ELECTRIC POWER LOSSES

S. SARIĆ, JP Elektroprivreda Srbije Tehnički centar Novi Sad Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica,
B. SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd Ogranak Elektrodistribucija Sremska Mitrovica, Serbia

The paper deals with the diagram of activities on reducing electricity losses, which was formed as a result of many years of work in fighting against unauthorized consumption of electricity, as well as planning activities on reducing the technical and commercial losses on the territory of the Electricity Distribution Subsidiary Sremska Mitrovica.

Questions for discussion:

1. What were the reasons why the plans from 2003 and 2006 did not give the expected results?
2. What was the reason for stagnation of the trend of lower losses in period 2007 – 2010, Table 1?
3. Can you make an estimate of financial savings achieved through lower electricity losses in the observed period? Do you have available data on the amount of resources invested in order to achieve such results?
4. Were the presented results achieved with the existing number of employees, or was required to outsource additional people in order to complete these tasks? Were any additional changes in terms of organization required in order to deal with the assignments more efficiently?

R-4.21 APPLICATION OF THERMAL IMAGERS AND ITS IMPACT IN ORDER TO LOCATE UNAUTHORIZED USE OF ELECTRICITY AND REDUCING NON TECHNICAL - COMMERCIAL LOSSES FOR THE USER WHO IS CONNECTED TO TS 10 / 0.4 KV LJUBIC VILLAGE

Author: M. RADOSAVLJEVIĆ, ODS EPS Distribucija, Serbia

The paper deals with application of thermovision camera for the purpose of locating unauthorized consumption of electricity and reducing the non-technical – commercial losses in the part of LV grid in the rural region. It gives an analysis as well as a list of taken measures in order to reduce losses, and presents the results obtained by applying such measures.

Questions for discussion:

1. Do you believe that the thermovision camera is one of the indispensable devices which must be accessible to teams for discovery of unauthorized consumption?
2. Was the impact of such action noted in the surrounding places, that is, was the trend of lower losses noted?

3. Is regular implementation of such approach in tracking unauthorized consumption of electricity scheduled for the following winter season?

R-4.22 EFFECTS ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE DETECTION OF UNAUTHORIZED CONSUMPTION ANALYSIS AND LOSSES ON THE BASIS OF UNAUTHORIZED USE OF ELECTRICITY

Authors: R. ĐORĐEVIĆ, S.TUCAKOVIC, D.VASIĆ, ODS EPS Distribucija, Serbia

The paper deals with analyses of losses by 10/0.4 substations, based on which substation areas with higher losses are located and accordingly also the consumers with unauthorized consumption of electricity. It also presents 2 typical examples of unauthorized consumption of electricity (semi-indirect measuring) where different ways of unauthorized consumption of electricity can be seen. The second part of the paper presents the effects of discovery of unauthorized consumption of electricity and the penal policy policy concerning unauthorized consumption of electricity.

Questions for discussion:

1. Can you clarify in more detail the sequence of steps after detection of damaged seals? Was the metre opened on the spot or was the metre removed and analysis made subsequently? It is necessary that a court representative is present during this act? Is a court expert witness required to test the metre?
2. Are the outcomes of criminal charges known? Were the billed penalties, given in the examples, successfully collected?
3. Do you believe that it is necessary to set stricter penal policy for such criminal offence? What is the penal policy for the same criminal offence in the surrounding countries?

R-4.23 MODELLING OF PERMANENT MAGNET EFFECT

Authors: L.J. MLADENović, ODS doo Beograd – ogranak Elektrodistribucija Zaječar, Serbia
D. RAPAĆ, JP Elektroprivreda Srbije – Tehnički centar Niš – Odsek za tehničke usluge Zaječar, Serbia

The paper gives a description of modelling of the spacial distribution of lines of the magnetic field of permanent magnet by applying the finite element method (FEM). An example was also given with the values of magnetic scalar potential of cylindrical permanent magnet.

Questions for discussion:

1. What are the limitations for using the finite element method?
2. Can the used programme package be applied in modelling inductivity with ferromagnetic core?
3. Can the used programme package also be applied for presenting the permanent magnet effect on inductivity with ferromagnetic core, in a.c. circuit?



R-4.01

UTICAJ DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE NA GUBITKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

M. ŠARIĆ, A. ČOLAKOVIĆ, N. RAHIMIĆ, A. BOLOBAN,
JP EP BiH d.d. Sarajevo, Podružnica „Elektrodistribucija“ Mostar, Bosnia & Herzegovina

U posljednjih nekoliko godina, process upravljanja i planiranja elektrodistributivnog sistem prolazi kroz značajne promjene koje su direktna posljedica strukturalnih, vlasničkih, regulatornih i tehnoloških promjena elektroenergetskog sektora u cjelini. Navedene promjene donose značajne prednosti ali i izazove kako za Operatore Distributivnog Sistema (ODS), tako i za kupce. Jedan od ovih izazova jeste integracija Distribuiranih Generators (DG) na udaljenim područjima, sa niskom potrošnjom. U ovom radu opisani su neki problemi koji se odnose na priključenje DG u Bosni i Hercegovini. Glavni cilj ovog rada jeste predstavljanje metodologije za proračun uticaja priključenja DG na gubitke električne energije u elektrodistributivnoj mreži. Primjer proračuna izvršen je na realnoj srednjenaponskoj mreži (10kV) mreži u Bosni i Hercegovini, sa realnim podacima koji su prikupljeni sa AML sistema tj. podacima o opterećenju sistema i proizvodnji električne enrgije za različite tehnologije (hidro, solarna i energija vjetra). U ovom radu, kvantifikacija gubitaka električne energije izvršena je preko faktora distributivnih gubitaka, koji je izračunat na osnovu analize tokova snaga. Očekuje se da ovaj rad ponudi doprinos ka boljem planiranju elektrodistributivne mreže kao i boljem razumijevanju uticaja DG na ekonomski aspekt elektroenergetskog sistema. Rezultati predstavljeni u ovom radu od značaja su za ODS sa aspekta planiranja mreže kao i za Regulatoru u smislu kreiranja energetske politike i tarifa.

Ključne reči: distributivni sistem, gubici električne energije, faktor distributivnih gubitaka, planiranje, proizvodnja.

INFLUENCE OF DISTRIBUTED GENERATION ON ELECTRICAL ENERGY LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORK

Management and planning of electric power distribution systems have changed dramatically in recent years due to regulatory, structural, ownership and technological changes. While the new system organization has brought numerous advantages both to customers and Distribution System Operators (DSO), a number of challenges remain yet to be solved. One such a challenge is a connection of Distributed Generation (DG) in remote areas with low energy consumption. This paper is inspired by some practical problems related to DG connection approval in Bosnia and Herzegovina. The main objective of this paper is a calculation of the electrical energy loss variations caused by DG. Calculations are performed on a realistic middle voltage (10 kV) network in Bosnia and Herzegovina, with realistic system load data obtained from the AMI. The novelty of this approach compared to the existing energy loss quantification methods is the use of Distribution Loss Factor (DLF) concept and its allocation to each DG connection node. It is expected that this paper will make a contribution towards investigation of the extent to which renewable sources contribute to the overall cost of the network. The obtained results are useful to both the DSO, for distribution network and DG planning purposes, and to the Regulators for energy policy and tariff design purposes.

Key words: distribution loss factor, distribution system, energy losses, generation, planning.



UTICAJ VARIJABILNOSTI PV DISTRIBUIRANIH IZVORA NA NAPONSKE PRILIKE NISKONAPONSKE MREŽE

Jelena GAJOVIĆ, Slobodanka MIJALLOVIĆ
EPCG, FC Distribucija, *Montenegro*

Priključivanje fotonaponskih (PV) izvora na niskonaponsku (NN) mrežu neosporno sve više dobija na značaju. PV izvor je obnovljivi izvor energije, koji je komercijalan i pristupačan za privatno vlasništvo.

Jasan je javni interes za subvencije PV proizvodnje. PV izvori mogu doprinijeti smanjenju potreba za fosilnim gorivima i očuvanju životne sredine, kao i povećanju sigurnosti snabdijevanja.

Priključivanjem PV izvora na mrežu, njihovi vlasnici imaju mogućnost da obezbijede sopstvenu, besplatnu proizvodnju električne energije i tako smanje potrebu za kupovinom energije od snabdjevača. Osim toga, višak energije koju PV izvor proizvede u odnosu na potrebe domaćinstva, biće otkupljen od vlasnika izvora i plasiran u mrežu.

PV sistem je varijabilni izvor energije, čiji uticaj na mrežu ne predstavlja prijetnju, sve dok je nivo proizvodnje dovoljno mali. Međutim, povećanje udjela energije iz PV izvora priključivanja kod krajnjih potrošača izaziva značajne promjene u NN mreži. NN mreža više nije pasivna, dolazi do brzih promjena u tokovima snaga, a samim tim i do značajnih promjena u naponskim prilikama.

U ovom radu biće predstavljen uticaj varijabilnosti PV izvora na naponske prilike u NN mreži, na realnom primjeru prigradskog trafo reona u Podgorici. Upotrebom simulacionog alata za EES, biće predstavljene mogućnosti PV proizvodnje u NN mreži u skladu sa granicama koje karakterišu normalan rad sistema.

Osnovni cilj rada je da pokaže da PV izvor, iako varijabilan, može poboljšati naponske prilike NN mreže i kvalitet snabdijevanja. Analiza uticaja PV proizvodnje na naponske prilike je neophodna, kako bi se izbjegle negativne posljedice i omogućilo optimalno korišćenje PV izvora.

Ključne reči: Fotonaponski izvor, Varijabilnost proizvodnje, Niskonaponska mreža.

THE IMPACT OF VARIABILITY PV DISTRIBUTED SOURCE ON VOLTAGE CONDITIONS OF LOW VOLTAGE NETWORK

Connecting the photovoltaic (PV) sources to the low voltage (LV) network undoubtedly becoming increasingly important. PV source is a renewable energy source that is commercial and affordable for private property.

There is a clear public interest for subsidies the PV production. The PV sources can contribute to reducing the need for fossil fuels and environmental protection, and increasing the security of supply.

By connecting PV sources to the grid, their owners have the ability to provide their own free power generation and so reduce the need to purchase energy from suppliers. In addition, the excess energy produced by PV source with respect to the needs of households, will be redeemed by the owner of the source and placed in the network.

The PV system is a variable energy source, whose impact on the network is not a threat, as long as the level of production is small enough. However, increasing the share of energy from PV sources connected at the final consumer causes significant changes in LV network. NN network is no longer passive, there is a rapid change in the power flow, and hence significant changes in voltage conditions.

This paper will be presented to the impact of variability of PV source on voltage conditions in LV network, in real-world example of suburban substation area in Podgorica. Using a simulation tool for power system will be discussing the possibilities PV production in the LV network in accordance with the limits which characterize the normal operation of the system.

The main objective of this paper is to show that PV source, though variable, can improve the voltage profile of LV network and quality of supply. Analysis of the impact of PV production on voltage conditions is necessary in order to avoid negative consequences and ensure optimum use of PV sources.

Keywords: Photovoltaic source, Production variability, Low voltage network.



MODELOVANJE I PRORAČUN KRATKIH SPOJEVA DISTRIBUTIVNIH MREŽA S DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA ZASNOVANIM NA TROFAZNIM INVERTORIMA /

Luka STREZOSKI, Vladimir KATIĆ, Boris DUMNIĆ
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

U ovom radu je predložena procedura za proračun režima aktivnih distributivnih mreža s kratkim spojevima. Tradicionalne distributivne mreže su bile pasivne u smislu da u njima nije bilo proizvodnje električne energije. Njihova jedina uloga je bila da se energija preuzeta iz napojnih transformatorskih stanica distribuira do njenih potrošača. Modelovanje i proračuni takvih mreža utvrđeni su i koriste se u elektroprivredi više desetina godina. Poslednjih godina se značajno povećava instalacija distribuiranih generatora (DG) u tim mrežama. Zato su današnje distributivne mreže aktivne. To je suštinski razlog što se tradicionalno modelovanje i proračunavanje ne može primeniti na moderne aktivne distributivne mreže. Najveći broj modernih DG su obnovljivi kao što su oni s pogonom na sunce i vetar. Ti DG su najčešće zasnovani na invertorima (IZDG). Pošto su ti DG trofaznim invertorima raspregnuti od mreže, njihovi modeli su zasnovani na podešenju invertora a ne na samim mašinama. Zato ti DG u distributivnoj mreži ne mogu biti modelovani kao tradicionalni sinhroni i asinhroni generatori. Zavisno od specifičnih zahteva različitih zemalja, invertori IZDG mogu biti podešeni na različite načine. Najveći broj razvijenih zemalja imaju svoje sopstvene propise mrežne propise (Grid Codes) sa striktno određenim pravilima o odzivu IZDG u slučajevima kratkih spojeva na bilo kojim mestima mreža. U najvećem broju slučajeva se zahteva da IZDG ostanu na mreži sve vreme trajanja kratkih spojeva. Ovo pravilo je poznato kao „Low Voltage Ride Through” (LVRT). U ovom radu su predloženi modeli IZDG u uslovima kratkih spojeva. Oni su zasnovani na prethodno navedenim mrežnim pravilima i zahtevima LVRT razvijenih zemalja. Saglasno s tim, modeli su integrisani u nedavno razvijene metode za proračun režima aktivnih distributivnih mreža s kratkim spojevima. Oni su verifikovani na distributivnim mrežama velikih dimenzija s velikom količinom IZDG. Dobijeni rezultati pokazuju da se predloženi modeli mogu uspešno koristiti u velikom broju ostalih energetske aplikacije distributivnih menadžment sistema kao što su: Podešavanje i koordinacija relejne zaštite, Izbor zaštitne opreme (prekidača i osigurača), Projektovanje opreme, Restauracija napajanja, Vođenje mreže u uslovima kvara itd.

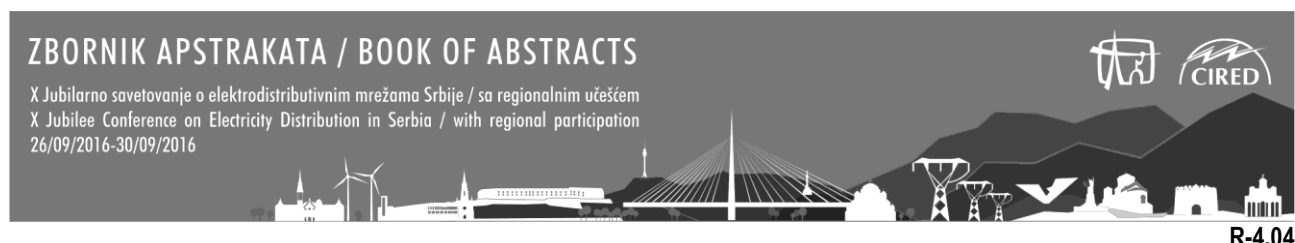
Ključne reči: Distributivni sistemi, distribuirani generatori, distributivni menadžment sistem, proračun kratkih spojeva.

MODELING AND SHORT-CIRCUIT ANALYSIS OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH LARGE NUMBER OF THREE-PHASE INVERTER BASED DISTRIBUTED GENERATORS

A procedure for calculation of modern active distribution systems with short-circuits is presented in this paper. Traditional distribution systems were passive and no energy was produced there. The single role of the distribution system was to distribute energy from the supply substations to the consumers. Both modeling and calculations regarding these systems are well established and used for decades in the power industry. However, recent years have witnessed increasing penetration of distributed generators (DGs). Therefore, these systems have become active. Thus, calculation and modeling of the modern active distribution systems cannot be performed in a traditional way. Most of the modern DGs use renewable energy sources, such as sun and wind. These DGs are in most cases three-phase inverter based (IBDGs). As their generators are decoupled from the grid by three-phase inverters, their models are dependent on the inverters' settings and not on the machines themselves. Therefore, in the system with short-circuit, IBDGs cannot be modeled as traditional synchronous or induction generators. The IBDGs' inverters can be set in different ways,

depending on the specific requirements of different countries. Most of the developed countries have their own Grid Codes with strictly defined rules of how should IBDGs react in the case of short-circuit anywhere in the grid. In most cases it is required that IBDGs remain connected to the grid throughout the whole duration of the short-circuit. This requirement is known as a Low Voltage Ride Through (LVRT). In this paper, short-circuit models for IBDGs are developed based on the Grid Codes of the several most developed countries and their LVRT requirements. Consequently, these models are integrated in the recently developed real-time short-circuit calculation method for active distribution systems. They are tested on large-scale distribution systems including high quantity of IBDGs. The results show that these models can be successfully used in short-circuit calculations for numerous power applications in distribution management system, such as Relay protection settings and coordination, Protection equipment (circuit breakers and fuses) selection, Equipment design, Supply restoration, Fault management, etc. Index Terms—Distribution system, distributed generation, distribution management system, short-circuit calculation.

Keywords: Distribution system, distributed generation, distribution management system, short-circuit calculation.



ANALIZA RADA ELEKTROENERGETSKIH DISTRIBUTIVNIH NISKONAPONSKIH MREŽA SA PRIKLJUČENIM MIKRO I MINI SOLARNIM ELEKTRANAMA NA PODRUČJU OPŠTINE TEŠANJ-BIH

Sakib JUSIĆ, Fadil BEGOVIĆ

JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo – Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, BiH

Bez obzira na određene prepreke koje još uvijek stoje na putu provedbe projekata obnovljivih izvora energije, današnje okruženje i uslovi u BiH zasigurno su znatno povoljniji od onih prije nekoliko godina. Donesene zakonske odredbe kojima se utvrđuje obaveza preuzimanja električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije prema zajamčenim tarifama sasvim sigurno doprinosi sve većem interesu kako domaćih tako i stranih investitora za projekte obnovljivih izvora energije s jedne strane, te proizvođača opreme, projekatana i izvođača s druge strane.

Upravo su poticajne otkupne cijene proizvedene električne energije i glavni razlog zbog čega se novoizgrađene solarne elektrane u našem okruženju isključivo priključuju kao distribuirani izvori na elektroenergetsku distributivnu mrežu. Tako se samo u elektroenergetskoj distributivnoj mreži Općine Tešanj trenutno u punom pogonu nalazi osam mikro i mini solarnih elektrana.

Mrežnim pravilima i važećim propisima i normama definisane su granice unutar kojih operator distributivnog sistema mora održavati kvalitet isporučene električne energije. Distribuirani izvori, ako su pravilno dimenzionisani, mogu

popraviti električne prilike u mreži. Međutim, većina distribuiranih izvora je finansirana od strane privatnih investitora koji sami definišu tip, lokaciju i snagu elektrane gledajući pri tome isključivo vlastitu finansijsku dobit. Pošto je prema važećim zakonskim odredbama distributer obavezan preuzeti svu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora, nužno je za razvoj distributivne mreže što preciznije odrediti uticaj distribuiranih izvora na električne prilike u mreži, kako bi se potrošačima mogla isporučiti električna energija zadovoljavajućeg kvaliteta, vodeći pri tome računa da se gubici električne energije svedu na minimum.

U ovom radu je na konkretnim primjerima na području Opštine Tešanj izvršena analiza rada elektroenergetskih distributivnih niskonaponskih mreža sa priključenim mikro i mini solarnim elektranama, na osnovu koje se mogu odrediti smjernice za priključenje budućih distribuiranih izvora na postojeću elektroenergetsku infrastrukturu.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, solarna elektrana, elektroenergetska distributivna niskonaponska mreža, distribuirana proizvodnja električne energije.

ANALYSIS OF ELECTRICAL ENERGY DISTRIBUTION LOW VOLTAGE NETWORKS WITH CONNECTED MICRO AND MINI SOLAR POWER PLANT IN THE MUNICIPALITY TEŠANJ- BIH

Regardless of the particular obstacles that still stand in the way of implementation of renewable energy projects, today's environment and conditions in BiH are certainly more favorable than those a few years ago. Passed legislation establishing the obligation takeover of electricity produced from renewable energy sources to feed-in tariffs certainly contributes to the increasing interest of both domestic and foreign investors in renewable energy projects on the one hand, and equipment manufacturers, designers and contractors on the other.

It was the incentive purchase price of electricity produced, and the main reason why the newly built solar power plants in our environment exclusively connected as distributed sources to the electricity distribution network. Thus, only in the power distribution network of Tešanj currently in full operation are eight micro and mini solar power plants.

Grid Code and applicable regulations and standards are defined by the limits within which the distribution system operator shall maintain the quality of supplied electricity. Distributed sources, if they are appropriately sized, can repair of electrical network condition. However, most distributed sources is financed by private investors who themselves define the type, location and severity of the plant, looking at it purely their own financial gain. Since the applicable legal provisions distributor required to download all energy produced from renewable sources, it is essential for the development of the distribution network as precisely determine the impact of distributed power sources to the opportunities in the network, to consumers could deliver electricity satisfactory quality, taking into account that electricity losses to a minimum. In this paper, the specific examples in the municipality Tešanj analysis of labor power distribution low voltage networks connected with micro and mini solar power plants, based on which they can set guidelines for future connection of distributed sources to the existing power supply infrastructure.

Key words: renewable energy sources, solar power plant, power distribution low voltage network, distributed generation.



R-4.05

POVEĆANJE KAPACITETA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE ZA INTEGRACIJU DISTRIBUIRANIH GENERATORA

Adnan BOSOVIĆ, Nedžad HASANSPAHIĆ, Mirsad MEHOVIĆ, Mustafa MUSIĆ
JP Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Već duži niz godina primijetan je globalni trend povećanja broja i snage distribuiranih generatora (DG) koji se priključuju na elektrodistributivne mreže. Ovaj trend je prisutan i u Bosni i Hercegovini, posebno nakon uvođenja sistema poticaja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije. Kao jedan od Operatora distributivnog sistema u Federaciji Bosne i Hercegovine, JP Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo (JP EP BiH) već dugi niz godina priključuje i vrši pogon DG-a u svojim elektrodistributivnim mrežama. U nekim elektrodistributivnim mrežama su međutim već dostignuti maksimalni kapaciteti po pitanju integracije DG-a te je potrebno analizirati mogućnosti za povećanje kapaciteta ovih mreža. U ovom radu je ova analiza urađena na 10 kV odvodu Grebak, koji je sa ukupno 128km vodova (28km kablova) najduži sredjenaponski odlaz u elektrodistributivnom sistemu JP EP BiH. Na ovom odvodu su trenutno priključena četiri DG-a ukupne snage 2070kW. Pri pogonu ovog odvoda sa postojećim DG-ima primijećeni su značajni problemi u vidu nedozvoljenih vrijednosti napona izvan dozvoljenih granica od $\pm 10\%$. Na ovom odvodu nije moguće priključiti planiranih novih pet DG-a ukupne snage 2153kW, bez daljeg narušavanja naponskih prilika. Cilj ovog rada je analizirati mogućnosti povećanja kapaciteta ove mreže pomoću dvije mjere: prelazak na 20kV naponski nivo i upravljanje faktorom snage DG-a sa sinhronim generatorima. Ovaj rad analizira uticaj ove dvije mjere na naponske prilike, aktivne gubitke snage te opterećenje elemenata mreže. Analiza je urađena u profesionalnom softverskom alatu za analizu elektroenergetskih mreža PowerCAD. Rezultati analize za postojeću 10kV mrežu pokazuju da je promjenom faktora snage postojećih DG-a moguće sniziti napone, ali uz negativan uticaj na povećanje aktivnih gubitaka snage. Rezultati analize nakon prelaska mreže na 20kV napon pokazuju da se tada na mrežu mogu priključiti svi planirani DG-i, uz zadovoljavajuće naponske prilike i bez preopterećenja elemenata mreže, te uz smanjenje aktivnih gubitaka snage u mreži. Definisanjem najpovoljnijeg faktora snage DG-a u 20kV mreži moguće je dodatno sniziti napone i smanjiti aktivne gubitke snage. Zaključak je da se prelaskom na 20kV naponski nivo i upravljanjem faktorom snage DG-a može značajno povećati kapacitet mreže za integraciju DG-a.

Ključne riječi: distribuirani generator, elektrodistributivna mreža, profil napona, gubici snage.

THE INCREASE OF ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK CAPACITY FOR INTEGRATION OF DISTRIBUTED GENERATION

A global trend of increase in number and installed power of distributed generators (DG) in the electricity distribution networks can be observed in the past several years. This trend can also be observed in Bosnia and Herzegovina, especially after the subsidies for the production of electricity from renewable energy sources have been introduced. As one of the Distribution system operators in the Federation of Bosnia and Herzegovina, Public Electric Utility Elektroprivreda of Bosnia and Herzegovina d.d. – Sarajevo (JP EP BiH) has been connecting and operating DG's in its electricity distribution networks for many years. However, for some of these distribution networks the maximum capacity for DG integration has been reached and therefore analysis of possible increase in distribution network capacity are needed. In this paper this analysis has been done for the 10kV feeder Grebak, which is 128km long in total (28 km of cables) and is the longest medium voltage feeder in the distribution system of JP EP BiH. This feeder currently has four DG's with total installed power of 2070kW connected to it. During the operation of this feeder with existing DG's, significant

problems regarding the violation of voltage limits of $\pm 10\%$ have been noticed. On this feeder it is not possible to connect the new five planned DG's with installed power of 2153kW, without further violations of voltage limits. Goal of this paper is to analyse the possibilities of increasing the network capacity with two actions: transition to 20kV voltage level and control of power factor of DG's with synchronous generators. This paper analyses the impact of these two actions on the voltages, active power losses and loading of network components. This analysis has been done in the professional software tool for the analysis of electricity networks PowerCAD. The results of the analysis for 10 kV network show that the change of power factor of existing DG's can lead to lower voltage values, but it leads to an increase in active power losses. The results of the analysis after the transition of the network to 20 kV voltage level show that it is than possible to connect all the planned DG's, with voltages within the allowed limits and without the overloading of network components, also with a positive effect in terms of decrease of active power losses. Operation of DG's with the most favorable power factor in 20kV network can lead to further decrease of the voltage values as well as the reduction of active power losses. The conclusion is that the capacity of distribution networks for integration of DG's can be significantly increased by the transition to 20kV voltage level and by control of power factor of DG's.

Key words: distributed generation, electricity distribution network, voltage profile, power losses.



SKLADIŠTENJE ENERGIJE KAO PODRŠKA INTEGRACIJI VETROELEKTRANA U ELEKTROENERGETSKI SISTEM

Jelena STANOJEVIĆ, Global Substation Solutions, Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd,
Miloš MITROVIĆ, WSP | Parsons Brinckerhoff, Ana ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Srbija

Rad se bavi jednim od glavnih problema sa kojim se suočava elektroenergetski sistem usled integracije velikog broja vetroelektrana. Proizvodnja vetroelektrana, kao i drugih obnovljivih izvora energije, je intermitentnog karaktera i u velikoj meri je nepredvidiva na dnevnom i sezonskom nivou, što predstavlja veliki izazov za održavanje stabilnost i pouzdanosti elektroenergetskog sistema. Jedno od rešenja, koje u poslednje vreme dobija sve više na značaju, jeste skladištenje električne energije. U radu je izvršena analiza rada vetroelektrane u kombinaciji sa sistemom za skladištenje energije primenom programskog paketa MATLAB. Analizirane su različite šeme hibridnog sistema vetroelektrana i sistema za skladištenje sa komprimovanim vazduhom (CAES). Upoređeni su slučajevi kada vetroelektrana radi sa i bez sistema za skladištenje, i razmotrene različite opcije za optimizaciju njihovog rada. Kao kriterijum za optimizaciju uzeto je povećanje ekonomske dobiti pri plasmanu energije dobijene iz vetra na slobodnom tržištu. Posmatran je profil porizvodnje vetroelektrane kao i odgovarajuće satne cene električne energije na evropskoj berzi. Princip rada sistema se zasniva na skladištenju električne energije u periodima sa niskom cenom (noćni sati) a plasiranj u tržište u periodima sa najvišom cenom.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije; vetroelektrane; sistemi za skladištenje energije;

ENERGY STORAGE IN SUPPORT TO THE INTEGRATION OF WIND POWER SYSTEM

This paper deals with one of the major problems modern power system are facing due to increasing installation of wind farms. Power production from the wind farms, as well as from other renewable energy sources, is intermittent in nature and to a large degree unpredictable on a daily and seasonal basis, which represents a major challenge for system stability and reliability. One of the solutions, which is recently gaining more and more importance, is the energy storage system. The analysis of the combined operation of wind farm and energy storage system is carried out in this paper with the use of software package MATLAB. Different combinations of the wind farm and Compressed Air Energy Storage (CAES) systems are analyzed. Cases of wind farm operating with and without energy storage system are compared and various options to optimize work of this hybrid system are discussed. Maximizing the profit when selling energy from wind farms on an open market was taken as an optimization criteria. Wind farm production on an hourly basis is considered together with the corresponding market price during that hour. The operational principle is based on storing the electricity in the periods with low electricity price (night hours), and selling during the peak hours.

Keywords: Renewable energy sources; wind farms; energy storage systems.

ANALIZA TEHNO-EKONOMSKIH USLOVA IZGRADNJE I OCENA OPRAVDANOSTI ULAGANJA U SOLARNE FOTONAPONSKE ELEKTRANE U REPUBLICI SRBIJI

Dragan MILIĆEVIĆ, Boris DUMNIĆ, Bane POPADIĆ, Zoltan ČORBA, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Srbija
Branislav JANKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak "ED Zrenjanin", Srbija

Primena solarne energije za konverziju u električnu putem fotonaponskih (FN) sistema predstavlja jednu od najsavremenijih tehnologija korišćenja obnovljivih izvora energije kojom se obezbeđuje delimična substituciju fosilnih goriva i smanjenje emisije štetnih gasova u atmosferu. Kao takvi, FN sistemi tj. fotonaponske elektrane predstavljaju adekvatno rešenje koje ima punu podršku kako u zakonima i pratećim aktima Republike Srbije, tako i u direktivama Evropske Unije.

Povoljni klimatološki aspekti za eksploataciju fotonaponskih sistema predstavljaju značajan potencijal u Republici Srbiji. Intenzitet sunčeve radijacije u Srbiji je među najvećima u Evropi i kreće se između 1250 kWh/m² na severu do oko 1400 kWh/m² na jugu za ravnu horizontalnu površinu. Za površine koje imaju optimalanu inklinaciju prema Suncu, ove vrednosti se povećavaju na 1400 kWh/m² do oko 1800 kWh/m².

Uopšteno, FN sistemi se prema mestu izgradnje razvrstavaju u dve grupe i to one koji se instaliraju na krovu i one koji se instaliraju na zemlji. U skladu sa aktuelnom pravno-tehničkom regulativom Republike Srbije, tretman FN sistema se razlikuje kako po pitanjima pravila gradnje, tako i po merama podsticaja za izgradnju pojedinačnih sistema. Za sisteme koji se grade na krovu podsticajna mera opada sa povećanjem snage dok je za sisteme koji se grade na zemlji ona fiksna bez obzira na snagu elektrane. Definisanje pravila gradnje i definisanje uslova i mera podsticaja različitih FN sistema obrađeno je zasebnim zakonskim aktima u Republici Srbiji.

Poseban aspekt u izgradnji FN sistema u Republici Srbiji se odnosi na tehnička rešenja integracije odnosno priključenja ovakvih sistema na distributivni sistem električne energije (DSEE). Tehničkim dokumentom kojim se obrađuje ova tematika, FN sistemi se međusobno razvrstavaju prema instalisanoj snazi te se u skladu sa ovim kriterijumom predlaže način priključenja ovih sistema na DSEE.

Svi navedeni pravni, ekonomski i tehnički aspekti određuju vrednost investicije u odgovarajući FN sistem. Kako bi se došlo do, što je moguće preciznijeg, odgovora na pitanje o opravdanosti ulaganja u FN sisteme u Republici Srbiji, ovim rad su obrađene tehnno-ekonomske analize nekoliko različitih konceptualnih rešenja fotonaponskih sistema. Podela analiziranih sistema je urađena prema relevantnim aspektima, a u skladu sa aktuelnom pravnom i tehničkom regulativom u Republici Srbiji. Vodeći se ovom podelom, analizirano je nekoliko različitih krovnih sistema i sistema koji se instaliraju na zemlji. Sistemi koji pripadaju jednoj od ove dve grupe se međusobno razlikuju po snazi, pretpostavljenim tehničkim aspektima priključenja, te prema koncepciji prikladne tehničke realizacije. Kao finalni zaključak, analiza daje odgovor na pitanje opravdanosti ulaganja u ovakve sisteme u Republici Srbiji.

Ključne reči: Tehno-ekonomska analiza, Fotonaponska elektrana, fotonaponski sistem, konverzija solarne u električnu energiju.

THE INVESTMENT JUSTIFICATION ESTIMATE AND THE TECHNO-ECONOMIC ASPECTS ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT CONSTRUCTION IN REPUBLIC OF SERBIA

The conversion of solar energy to electrical, with the use of photovoltaic (PV) systems, is one of the fastest rising and most advanced technology for the use of renewable energy sources (RES). More than some other technologies, PV systems allow partial substitution of fossil fuels and the reduction of harmful gases emission in the atmosphere. In that regard, these systems are not only fully supported by the European Union directives, but also by the legislation and acts of Republic of Serbia.

With solar irradiation on a horizontal plane between 1250kWh/m² in the north and about 1400kWh/m² in the southern parts, Republic of Serbia has significant solar potential and suitable climate for exploitation of PV system. The optimally inclined planes can have the yearly sum of global irradiation between 1400kWh/m² to 1800 kWh/m².

In general, PV systems can be split into roof mounted PV systems and ground mounted PV systems. Currently, in the technical and legal legislation of Republic of Serbia, individual systems may have different construction requirements and even incentive measures. For roof mounted PV systems, the incentive measure (feed-in tariff) decreases with the system power increase, while for the ground mounted systems it is fixed for all power ranges. The construction requirements and the eligibility conditions for incentive measures are defined in separate legal acts of Republic of Serbia.

Specific aspect of PV system construction in Republic of Serbia refers to the technical solutions for PV system integration in the distribution network. The Electricity Distribution Grid Code, document addressing this issue, divides the PV systems in relation to the installed power and suggests the connection methodology accordingly.

All specified legal, economical and technical aspects determine the PV system investment value. In order to estimate the investment justification for PV system in Republic of Serbia as precisely as possible, this paper presents the techno-economical analysis for several different PV system concepts. Analyzed systems have been classified in accordance with relevant aspects of current legal and technical legislation in Republic of Serbia. In that regard, several different roof mounted and ground mounted systems have been analyzed. Systems with same mounting location differ in regard to the installed power, assumed technical requirements for connection and system concept. As the conclusion, the paper offers the answer to the important investment justification question for PV systems in Republic of Serbia.

Key words: techno-economical analysis, PV plant, PV systems, solar-to-electric energy conversion.



KOMPARATIVNA ANALIZA EKONOMIČNOSTI INTERMITENTNIH OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U USLOVIMA SLOBODNOG TRŽIŠTA

Jelena KUŠIĆ, JP Elektromreža Srbije, Beograd
Ž. ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Beograd

Proizvodnja iz obnovljivih izvora energije se ne može planirati jer je diktirana varijacijama primarnog energenta (insolacija, vetar, protok vode). U postojećim uslovima subvencionisana cena, po modelu Fid in Tariff, garantuje cenu proizvedene električne energije obnovljivog izvora nezavisno od doba dana u kojem je ta proizvodnja ostvarena. U perspektivnim uslovima svi izvori biće ravnopravni na berzi električne energije. U takvim tržišnim uslovima, prihod po proizvedenom MWh električne energije zavisiće od perioda u kojem je ta proizvodnja ostvarena. Ekonomičnost obnovljivog izvora neće zavisiti samo od toga koliko je neka elektrana proizvela električne energije već i kada je ta proizvodnja ostvarena. U ovom radu biće analizirani tipični sezonski i dnevni dijagrami proizvodnje vetroelektrana, solarnih elektrana i malih hidroelektrana. Analiza dijagrama proizvodnje biće urađena na osnovu realnih mernih podataka. Na osnovu utvrđenih dijagrama proizvodnje i profila cene električne energije na berzi biće utvrđena relativna vrednost proizvedenog MWh za svaki od analiziranih izvora.

Ključne reči: Vetroelektrane, solarne elektrane, male hidroelektrane, dnevni dijagram proizvodnje, tržište električne energije.

COMPARATIVE ANALYSIS OF ECONOMY INTERMITTENT RENEWABLE ENERGY IN TERMS OF FREE MARKET

Generation from renewable energy sources can not be planned because it depends on variations of primary power (radiation, wind, water flow). In the present circumstances subsidized price, based on the Feed in Tariff model, guarantees the price of electricity generated from renewable sources independently of the time of day in which this production was realized. In perspective terms, all sources of electricity energy will be equal on the power exchange. In such market conditions, revenue per generated MWh of electricity will be dictated by the period in which this production was realized. Cost effectiveness of renewable sources will not depend only on the quantities of generated electricity but, also from the time when this generation was realized. This paper analyzed the typical seasonal and daily diagrams of production of wind turbines, solar power plants and small hydropower plants. Diagram of production will be analyzed using real measurement data. The relative value of produced MWh for each of the analyzed sources will be based on this diagrams of production and on profiles of electricity prices on the power exchange.

Keywords: Wind power, solar power, small hydropower plants, the daily diagram of production, electricity market.

**TEHNIČKI I EKONOMSKI ASPEKTI MOGUĆNOSTI IZGRADNJE MALE HIDROELEKTRANE
NA RIJECI FOJNICI-OPŠTINA VISOKO-BiH**

Sakib JUSIĆ, Emir HRNJIĆ

JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo – Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, BiH

Globalno posmatrano, može se reći da je tehnološki razvoj civilizacije došao do kraja jedne epohe, kada više fosilna goriva, konvencionalni ili neobnovljivi izvori energije ne mogu biti osnova za planiranje budućeg razvoja i kada se postavlja pitanje – šta dalje?

Odgovor se svodi na razvijanje metode štednje i efikasnog korištenja postojećih energetske resursa, s jedne strane, i uvođenje novih izvora energije i intenziviranje rada na usavršavanju, korištenju i pronalaženju novih, kako ih još zovemo, alternativnih, obnovljivih ili distribuiranih izvora energije, s druge strane.

Usmjeravanje na korištenje obnovljivih energetske izvora je u svijetu afirmisano brojnim konvencijama i operacionalizovano mnogim programima, strategijama i planovima. Hidroenergija je veoma fleksibilan obnovljivi izvor energije i sve je više zastupljena. Poseban značaj, danas se u svijetu pridaje malim hidroelektranama, kao veoma značajnim i vrlo atraktivnim objektima, koji, kao obnovljivi energetske izvor, mogu predstavljati značajan dopunski resurs električne energije jedne države. Male hidroelektrane (MHE), posebno na području Bosne i Hercegovine čiji vodotokovi nisu dovoljno iskorišteni, nude velike mogućnosti za ulaganje i razvoj. Jedan od takvih neiskorištenih hidropotencijala predstavlja i vodotok rijeke Fojnice na teritoriji Opštine Visoko.

U ovom radu razmatraju se tehnički i ekonomski aspekti mogućnosti izgradnje i eksploatacije MHE na rijeci Fojnici, na području Opštine Visoko, instalisane snage 250-500 kW, kao distribuiranog izvora električne energije priključenog na postojeću infrastrukturu elektroenergetске distributivne mreže.

Polazeći od pretpostavke da su sve zakonom propisane saglasnosti i dozvole ishodovane, na bazi ulaznih parametara hidroenergetskog potencijala rijeke Fojnice izvršen je proračun instalisane snage i električne energije kao temeljnih parametara opravdanosti izgradnje predmetne MHE.

Zatim su definisani tip i atributi postrojenja MHE, te vodozahvata sa dovodnim kanalom. Za ovu MHE preferira se turbina potopljene izvedbe ugrađena u dovodni kanal.

U radu se razmatra i mogući uticaj na okolinu i prezentiraju se sve moguće prepreke koje se mogu pojaviti u pripremi, realizaciji i eksploataciji predmetne MHE.

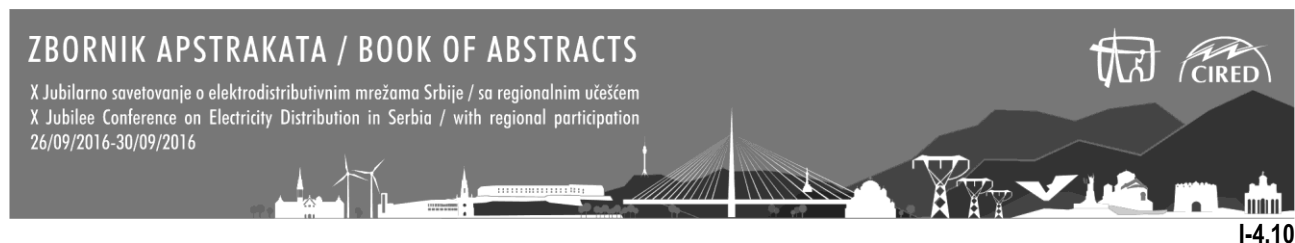
Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, hidropotencijal, mala hidroelektrana, distribuirani izvori električne energije, vodna turbine.

**TECHNICAL AND ECONOMICAL ASPECTS OF THE SMALL HYDRO POWER PLANT CONSTRUCTION POSSIBILITIES ON
RIVER FOJNICA-MUNICIPALITY VISOKO-BiH**

Globally speaking, it can be said that the technological development of civilization has reached the end of an era when more fossil fuels, conventional or non-renewable energy sources can not be a basis for planning future development, and when the question is - what next? The answer boils down to developing methods of saving and efficient use of existing energy resources, on the one hand, and the introduction of new energy sources and the intensification of work on the development, use and finding new, as we call them, alternative, renewable or distributed energy sources, on the other hand. Focusing on the use of renewable energy sources in the world affirmed numerous conventions and operationalized many programs, strategies and plans. Hydropower is the most flexible renewable energy source and is more and more present. Particular importance, today the world is given to small hydro power plants, as a very important and very attractive facilities, which, as a renewable energy source, can represent a significant additional resource of electricity of a state. Small hydropower plants (SHP), especially in Bosnia and Herzegovina, whose headwaters are not used enough, offer great opportunities for investment and development. One such unused hydro potential is the watercourse of the river Fojnica in the municipality of Visoko. This paper discusses the technical and economic aspects of the possibilities of building and exploitation of SHP on the river Fojnica, in the municipality of Visoko, with installed capacity of 250-500 kW, as a distributed source of electricity connected to the existing infrastructure of electricity distribution networks. Assuming that all statutory approvals and permits obtained on, based on input parameters hydropower potential of the river Fojnica carried a budget of installed capacity and electricity as basic parameters justification construct the SHP. Then defined type and attributes plant SHP, and the water intake with supply channel. For this SHP preferred submerged turbine performance built into the delivery channel. The paper discusses the

possible impact on the environment and present all possible obstacles that may arise in the design, implementation and operation of the respective SHP.

Key words: renewable energy sources, hydropower potential, small hydropower plants, distributed energy resources, hydro turbine

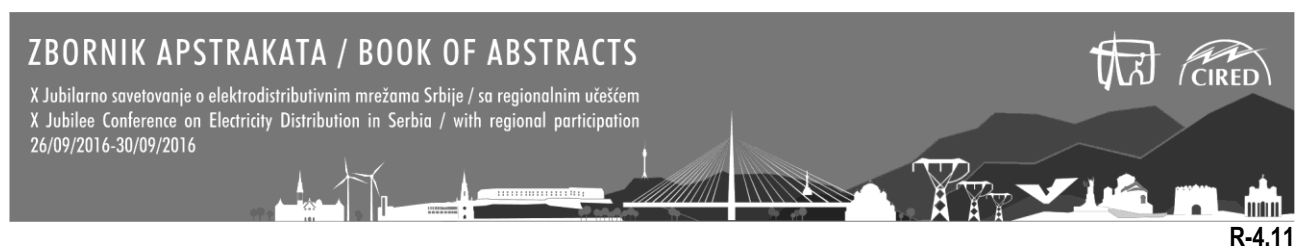


INTELIGENTNO UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA INTELLIGENT MANAGEMENT OF DISTRIBUTION GRIDS

Dirk RIESENBERG, T. LINNEMANN,
"Bilfinger Mauell GmbH", Germany

Over the last several years, Europe's energy supply systems have undergone fundamental changes, with drastic effects especially for the generation of electrical energy: centralized generation is increasingly replaced by decentralized generation of renewable energy. The existing medium and low voltage supply grids however, were not designed nor prepared to cope with the problems that may result from the volatile, decentralized feed-in of renewable energy, such as voltage band violation, maintaining voltage stability, and equipment overload. To meet these challenges, a self-sustaining monitoring and control system for the low voltage grid has been developed. This system monitors the low voltage grid's infeed and power flow situation and controls individual decentralized generating units and consumer loads to compensate for any instability. The system's core component is a new and cost-effective control unit (Smart RTU) installed in the distribution substation of the low voltage grid. The control unit communicates with the control sensors and actuators positioned in the grid at only a small number of critical points. Merely 10% to 15% of the network nodes and feed-in stations need actually to be equipped. A newly developed power flow algorithm computes the grid status and determines possible changes in the grid topology, forming the basis for an intelligent, secure and self-sustaining grid control in real-time. This innovative project has already received several awards. Amongst others, it received the Hessian States price for intelligent energy in the category "energy grids" and was appraised to be a very innovative alternative to conventional grid extension measures by the German Commission for Electrical, Electronic and Information Technologies of DIN and VDE. The project was developed in cooperation with the University of Wuppertal, Bilfinger Mauell GmbH, Mainova AG Frankfurt, and SAG AG.

Key words: iNES, intelligent distribution substation, low-voltage grid, Smart Grids, Smart RTU, decentralized generation of renewable energy, a self-sustaining monitoring and control system, intelligent energy.



MOGUĆNOSTI UŠTEDE ENERGIJE KONTRLOM RASHLADNOG SISTEMA ENERGETSKIH ULJNIH TRANSFORMATORA

Zoran RADA KOVIĆ, Uroš RADOMAN, Nikola ĐORĐEVIĆ
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

Razvojem mikroprocesorske tehnike i energetske elektronike su se otvorile brojne mogućnosti kompleksnog upravljanja elektroenergetskom opremom. Jedno od mogućih poboljšanja, odnosno povećanja energetske efikasnosti, je upravljanje radom ventilatora i pumpi. S obzirom da su za Cired od interesa transformatori relativno manjih snaga, kod kojih se ne koristi prinudno strujanje ulja, u daljem tekstu će se razmatrati samo upravljanje ventilatorima. Promenom stanja rashladnog sistema (uključivanjem / isključivanjem ventilatora, kao jednostavnog načina regulacije, odnosno podešavanjem njihove brzine obrtaja pomoću frekventnih pretvarača, kao višeg nivoa upravljanja) utiče se na karakteristike rashladnog sistema, odnosno za zadato opterećenje transformatora i temperaturu ambijenta (rashladnog fluida) menja se temperatura unutar transformatora. Gubici, pre svega oni u

namotajima, su temperaturno zavisni, odnosno po pravilu rastu sa porastom temperature. Taj efekat je suprotan efektu uštede koji se postiže smanjenjem broja obrtaja ventilatora. Cilj ovog rada je da se kvantitativno ispituju i uporede uštede energije smanjenjem broja obrtaja ventilatora i povećanje gubitaka koje nastaje kao rezultat posledičnog povećanja temperatura namotaja i gubitaka u njima.

Motivacija za ovo istraživanje se pojavila tokom razvoja algoritma za kontrolu brzine obrtanja ventilatora, realizovanog na prototipu kontrolnog uređaja baziranom na programabilnom logičkom kontroleru (PLC) [1]. Ovaj rad se bavi mogućom uštedom energije, kao jednim od kriterijuma koje treba ostvariti upravljanjem frekventnim pretvaračem preko koga se napajaju motori ventilatora.

Svi termički proračuni na osnovu kojih je vršena procena gubitaka u transformatoru pri različitim nivoima opterećenja i temperaturama ambijenta su vršeni primenom detaljnog termo-hidrauličkog modela i softvera u kome je on realizovan (detalji su dati u naša 4 prethodna rada u IEEE Trans. on Power Delivery: 2010., 2 rada 2012. i 2015.). Analize u radu će se vršiti na transformatoru snage 40 MVA, sa ONAF hlađenjem (prirodno strujanje ulja i prinudno strujanje vazduha), gde je varirana učestanost napajanja motora ventilatora.

Ključne reči: Energetska efikasnost, Monitoring, Optimizacija hlađenja, Detaljni termo-hidraulički model uljnih transformatora.

POSSIBILITY OF ENERGY SAVINGS BY THE CONTROL OF THE COOLING SYSTEM OF OIL-IMMERSED POWER TRANSFORMERS

Development of microcontroller technique and power electronics opened numerous possibilities for complex smart control of electrical power equipment. One of possible improvements, in terms of increase of energy efficiency, is the control of fans and pumps. Since the subject are the transformers in distribution networks, as a rule no pumps are used for such relatively small transformers and in further text only the control of the fans will be considered. The cooling system can be changed by simple switching on / off the fans, or by varying the speed of the fans using frequency converters. Changing of the characteristics, for the same load and ambient temperature, causes the change of the temperatures inside the transformer. The losses, first of all in the windings, are temperature dependent and as a rule they increase with increase of temperature. This effect is opposite to the effect of energy savings achieved by reduction of the fan speed. The goal of this paper is to quantify the energy saving achieved by the reduction of the fan speed and the increase of the losses in the transformer appearing due to the increase of the temperature.

The motivation for such research raised in scope of the development of the algorithm and prototype implementation of the fan control. The hardware platform was standard programmable logic controller (PLC), as described in our previous publication [1]. This paper considers possible energy savings, as an important component of the fan speed control.

All thermal calculations used for the evaluation of average winding temperature and transformer losses, at different loads and ambient temperatures, were done using detailed thermal-hydraulic network model and corresponding software (details about this can be found in our 4 previous publications in IEEE Trans. on Power Delivery: 2010., 2 papers in 2012. and 2015.). The analyses in the paper will be done on the real transformer of rated power 40 MVA, with ONAF cooling (natural oil flow and forced air flow), by varying the frequency of fan supply voltage.

[1] Đorđević, N., Žakula, D., Jevtić, M., Tomašević, R., Radakovic, Z. (2016): Kontrola temperature uljnih transformatora promenom brzine obrtanja ventilatora, rad prihvaćen kao originalni naučni rad za objavljivanje u časopisu Tehnika, planiran za broj 1/2006

Key words: Energy efficiency, Monitoring, Cooling optimization, Detailed thermal-hydraulic network model of oil-immersed power transformer.



R-4.12

GENERALNI MATEMATIČKI MODEL ZA PRORAČUN EKONOMSKOG PRESEKA KABLOVA ZA PRIKLJUČENJE VETROELEKTRANA NA ELEKTROENERGETSKI SISTEM

Ana ĐORĐEVIĆ, Global Substation Solutions, Srbija
Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija

Priključenje vetroelektrana na elektroenergetski sistem se obično vrši preko srednjenaponskih kablovskih vodova. Priključno mesto vetroelektrana na distributivnu ili prenosnu mrežu je obično udaljeno nekoliko kilometara, pa su gubici u kablovskoj mreži značajni. S obzirom da su specifični troškovi ovih gubitaka određeni subvencionisanim cenama proizvodnje iz vetroelektrana, to je korišćenje većih preseka kablova u odnosu na tehničke zahteve često opravdano za vlasnika vetroelektrane. U ovom radu razvijen je generalni

matematički model za izbor optimalnog preseka kablovskih vodova koji će obezbediti minimalne operative troškove i na taj način maksimalan profit vlasniku vetroelektrane.

Ključne reči: Vetroelektrana, Weibullova raspodela, priključni kabl, gubici, ekonomski presek.

GENERAL MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATION OF THE ECONOMIC CROSS SECTION OF CABLES FOR CONNECTING WIND FARMS ON THE ELECTRIC POWER SYSTEM

Connecting the wind farms to electrical power system is usually done via cable lines. The connection point to the distribution or transmission network is usually several kilometers away, so the losses in the cable network are significant. Since the specific costs of these losses are determined by subsidized prices of production from wind farms, therefore the use of larger cross-sections of cables in relation to the technical requirements are often justified for the owner of the wind farm. In this paper is developed a general mathematical model for the selection of the optimal cross section of cable lines in order to provide minimal operating costs and thus maximum profits to the owner of the wind farm.

Keywords: Wind turbines, Weibull distribution, connection cable, losses, economic section.



POLAGANJE ENERGETSKIH KABLOVA U TERMIČKI NEPOVOLJNIM SREDINAMA

Dragan MALEŠEVIĆ

ZP „Elektrokrajina“ a.d. Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

Praktična iskustva u distributivnim i prenosnim mrežama pokazuju da je prilikom polaganja podzemnih, energetskih, kablova jedan od osnovnih problema, upravo, termički aspekt, odnosno ograničenja koja proizilaze iz njega. Naime, cilj svakog distributivnog odnosno prenosnog preduzeća je da, u skladu sa težnjama i zahtjevima potrošača, distribuiše struju optimalne jačine koja neće dovesti do strujne preopterećenosti kablova položenih u različitim sredinama.

Takođe, treba voditi računa o trasi i sredini kojom prolaze položeni kablovi, njihovom međusobnom i uticaju sredine u kojoj se nalaze, gledano sa aspekta termičkog i strujnog opterećenja. Drugim riječima, potrebno je odrediti kritična mjesta na kablovskoj trasi, odnosno, definisati metodologiju za prepoznavanje termički kritičnih mjesta na trasi. Propusni kapacitet kabla je definisan temperaturom termički najkritičnijeg mjesta na kablju.

Cilj ovog rada je da, shodno praktičnim problemima s kojima se pomenuta preduzeća susreću na terenu, obradi problem polaganja kabla sa posebnim akcentom na polaganje kablova u termički nepovoljnim sredinama. Neophodno je obratiti pažnju na način prostiranja toplote kako kroz kablove (provodnik i izolaciju) tako i kroz okolnu sredinu, da se praktičnim mjerenjima i računskim putem odrede vrijednosti temperature i toplotnih otpora elemenata na pojedinim tačkama (termički kritičnim mjestima), bitnim za analizu ove vrste problema. Pri tom se mjerenja temperature spoljne sredine kabla sprovode pomoću odgovarajućih senzora i mjernih sistema za akviziciju podataka, radi adekvatne analize zajedno sa izmjerenim vrijednostima jačine struje.

Potrebno je da se, na osnovu parametara prikupljenih na terenu, odredi dozvoljena, odnosno optimalna jačina struje kojom se kabl može opteretiti, kao i vrijednosti korekcionih faktora neophodnih za što efikasnije iskorišćenje mreže.

Rad, takođe, treba da pruži idejna rješenja vezana za načine i mehanizme prinudnog hlađenja kablova u cilju podizanja vrijednosti dozvoljenog strujnog opterećenja kablova, odnosno stabilizaciju termički nestabilne sredine energetskog kabla.

Očekuje se da rad pruži preporuke za rješavanje problema sa kojim se suočavaju distributivna i prenosna preduzeća kada je riječ o polaganju kablova, samim tim i da doprinese većem iskorišćenju odnosno manjim gubicima preuzete električne energije.

Ključne riječi: Polaganje kablova, termički nestabilna sredina, dozvoljeno strujno opterećenje, korekcionni faktor.

INSTALLATION OF POWER CABLES IN THE THERMAL INHOSPITABLE

Practical experience in distribution and transmission networks show that when laying underground, power, cables, one of the main problems, precisely, thermal aspect or limitations arising from it. The goal of each distribution and transmission companies that, in accordance with the aspirations and demands of consumers, distributes electricity optimum strength which will lead to a power overload of cables laid in different environments.

We should also take into account the route and middle pass which laid cables, and their mutual influence of the environment in which they are located from the point of thermal and electric loads. In other words, it is necessary to determine the critical points on the cable route, that is, to define a methodology for identifying thermal hot spots along the route. Throughput capacity of the cable is defined temperature thermally most critical of the cable.

The aim of this study is that, according to the practical problems they mentioned companies encounter in the field, address the problem of laying a cable with a special emphasis on laying cables in unfavorable thermal environments. It is necessary to pay attention to the way the propagation of heat through both cables (conductor and insulation) and the surrounding environment, the practical measurement and computation determine the temperature and thermal resistance elements at certain points (thermally critical points), relevant for the analysis of this type problems. At the same time the temperature measurement of the ambient cable conducted using appropriate sensors and measuring systems for data acquisition, to an adequate analysis together with the measured values of amperage.

It is necessary that, on the basis of parameters collected on the ground, determine the permissible or optimum current intensity with which the cable can be loaded, and the value of the necessary correction factors for more efficient network utilization.

Work also needs to provide conceptual designs related to the ways and mechanisms of forced cooling cables to raise the value of the permitted load current cables or stabilization of thermally unstable middle power cable.

It is expected that work to provide recommendations to address the problems faced by distribution and transmission companies when it comes to laying cables, and thus contribute to higher utilization and lower losses of power taken.

Key words: laying cables, thermally unstable environment, allowed current load, a correction factor.



R-4.14

OPTIMALNO UPRAVLJANJE POTROŠNJOM I SKLADIŠTENJEM ENERGIJE U PAMETNIM SISTEMIMA SA DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE

Dimitrije KOTUR, Jovan MIKULOVIĆ
Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

U ovom radu, analizira se mikromreža koju čini skup domaćinstava sa distribuiranom proizvodnjom u vidu fotonaponskih sistema i sistema za skladištenje energije. Kako je analizirana mikromreža povezana na distributivnu mrežu, napajanje potrošnje može se vršiti na nekoliko načina: direktno iz mreže, iz fotonaponskog sistema ili iz akumulatorskih baterija. U ovom radu je razvijena metodologija pomoću koje se može planirati ekonomičan rad hibridnog sistema u uslovima lokalne intermitentne proizvodnje iz fotonaponskog sistema. U prvom slučaju, analizira se sistem kod kojeg ne postoji mogućnost upravljanja potrošnjom, dok je u drugom slučaju korišćena i ta mogućnost u cilju postizanja optimalnog stanja. Pomoću predložene metodologije moguće je na osnovu poznatog dijagrama potrošnje mikromreže (koja se sastoji iz upravljivog i neupravljivog dela) i prognozirane proizvodnje iz fotonaponskih sistema odrediti dijagram snage sistema za skladištenje, dijagram preuzete energije iz mreže i novi dijagram potrošnje koji će potrošačima omogućiti najveću uštedu. Za proračun optimalnog rešenja korišćen je genetski algoritam kao savremeni algoritam veštačke inteligencije.

Ključne reči: sistem za skladištenje energije, fotonaponski sistem, upravljanje potrošnjom, genetski algoritam.

OPTIMAL CONTROL OF ENERGY CONSUMPTION AND STORAGE SYSTEMS WITH U SMART DISTRIBUTED ENERGY SOURCES

In this paper, the microgrids (in this paper it is a group of households) with distributed production in the form of photovoltaic systems and energy storage is analyzed. As the analyzed microgrids is connected to the distribution network, power consumption can be made in various ways – directly from the grid, photovoltaic systems or batteries. The goal of the paper is to develop a methodology that can be used to plan the most economical operation of the hybrid system in the presence of local intermittent generation from photovoltaic system. In the first case, the system in which there is no possibility for demand side management is analyzed, while in the second case it is assumed that the system has possibility of demand side management (DSM) in order to achieve optimal state. Knowing the demand diagram of microgrids, consisting of deferrable and non-deferrable load, and forecasted production from photovoltaic systems, by using the proposed methodology it would be possible to determine power diagram of storage system, the

diagram of electricity taken from the grid and the new load diagram of microgrid which would provide the biggest savings. For the calculation of the optimal solution genetic algorithm is used as a modern artificial intelligence algorithm.

Key words: storage systems, photovoltaic systems, demand side management, genetic algorithm.



OPTIMALNO UPRAVLJANJE POTROŠNJOM U PRISUSTVU FOTONAPONSKE ELEKTRANE I SKLADIŠTENJA ENERGIJE

Vladan DURKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija; Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora

Nikola RAJAKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija

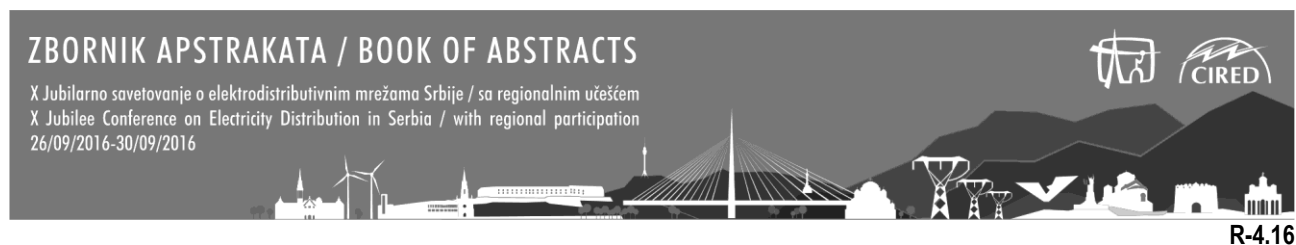
U radu se razmatra aktivan potrošač električne i toplotne energije sa mogućnošću pomjeranja potrošnje, skladištenja električne i toplotne energije. Takođe, potrošač ima mogućnost prodaje električne energije dobijene iz fotonaponske krovne elektrane na tržištu električne energije. U radu se, uzimajući u obzir navedene pretpostavke ispituje mogućnost nalaženja rešenja snabdijevanja energijom koje u toku 24 h daje najmanji novčani utrošak. U rešenju se definiše utrošak pojedinih vidova energije i vremenski intervali u toku 24 h u kojima se angažuju pojedini vidovi energije. Za nalaženje optimalnog rešenja koriste se odgovarajuće metode optimizacije. Prikazan je uticaj različitih kapaciteta odziva potrošnje i skladištenja energije na kriterijumsku funkciju.

Ključne reči: odziv potrošnje, skladištenje energije, optimizacija potrošnje, PV elektrana.

OPTIMAL DEMAND MANAGEMENT IN THE PRESENCE OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT AND ENERGY STORAGE

In this paper we consider an active consumer of electric and thermal energy with a possibility of demand response and storage of electrical and thermal energy. Also, the consumer has a possibility of selling electrical energy obtained from a PV roof top plant on the energy market. Having in mind the mentioned assumptions we investigate possible solutions of energy supply with a minimal cost. The solutions define cost of various kind of energy and time intervals during 24 hours in which these energies are employed. Suitable optimizations methods can be used to obtain an optimal solution. Also, the impact of various capacities of energy demand response and storage on the objective function is shown.

Key words: demand response, energy storage, optimal load management, PV system.



ДЕКОМПОЗИЦИЈА ДНЕВНОГ ДИЈАГРАМА ПОТРОШЊЕ ЗА ПОТРЕБЕ УПРАВЉАЊА ПОТРОШЊОМ

Андрија ЈЕВТИЋ, ЕТФ Београд Србија
Н. МИЛОСАВЉЕВИЋ, ЕПС Дистрибуција Србија
Ж. ЈЕВТИЋ, ЕПС Дистрибуција Србија
Б. НИЈЕМЧЕВИЋ, ЕПС Србија
М. МИЛОСАВЉЕВИЋ, ЕПС Дистрибуција Србија

Са аспекта управљања потрошњом електричне снаге и енергије од великог је значаја сазнање о процентуалном учешћу појединих категорија потрошача у одређеном дистрибутивном конзуму. Управљање потрошњом електричне представља важан део реализације интелигентних електроенергетских мрежа. Главне погодности које доноси управљање потрошњом су лакша интеграција обновљивих извора енергије, смањење вршних оптерећења, смањење губитака електричне енергије, повећање фактора искоришћења капацитета, смањење трошкова експлоатације система, боље очување животне средине,

рационалисање изградње додатних капацитета у мрежи итд. Декомпозиција дневног дијаграма потрошње дистрибутивног конзума обезбеђује информацију о степену заступљености појединих категорија потрошача електричне енергије и о потенцијалу за управљање потрошњом у одређеном дистрибутивном конзуму. Декомпозиција потрошње реализује се најчешће вођењем евиденције о потрошњи енергије појединачних уређаја или снимањем дијаграма потрошње, високе резолуције, који карактерише одређен тип потрошача (таласни облик струје, динамички одзив потрошње на промену напона, тренутна и стварна промена снаге). С обзиром да су наведени приступи у пракси незгодни и скупи за широку употребу за декомпозицију потрошње од великог значаја је нови приступи овом проблему коришћењем методе вештачке неуронске мреже. Основни принцип рада неуронске мреже је да се иницијално тренира тако што јој се задају жељени излазни подаци за одговарајуће улазне податке. Након тренинга неуронска мрежа треба да за одговарајуће улазне податке да излазне податке који одговарају улазним у дефинисаним границама тачности. Главна предност оваквог приступа је што не захтева инсталацију нових мерних уређаја и додатна мерења, већ користи постојећа мерења активне снаге, реактивне снаге и модула напона у трафостаници. Циљ рад је да прикаже:

- развијање алгорита заснованог на принципу неуронске мреже за проценивање учешћа појединих категорија потрошача за дистрибутивна конзумна подручја,
- евалуацију добијених резултата,
- анализу могућих примена развијеног алгорита за потребе управљања потрошњом електричне енергије и снаге.

Кључне речи: декомпозиција дневног дијаграма потрошње, неуронска мрежа, управљање потрошњом.

DECOMPOSITION OF DAILY LOAD DIAGRAM FOR MANAGING CONSUMPTION

From the standpoint of managing the consumption of electric power and energy is of great importance knowledge of the percentage share of certain categories of consumers in certain distribution konzumu. Upravljanje consumption of electricity is an important part of the realization of intelligent elektroenergetskih networks. The main benefits that brings power management are easier integration of renewable energy sources, reducing peak loads, reducing electricity losses, increasing the factor of capacity utilization, reduce system operating costs, better environmental protection, rationalizing the construction of additional capacity in the network and so on. Decomposition of daily load diagram of the distribution of consumption provides information on the level of representation of certain categories of electricity consumers and the potential for demand management in a particular distribution on consumption. Decomposition of consumption is realized most often keeping track of the energy consumption of individual devices or recording diagrams consumption, high resolution, which is characterized by a certain type of consumer (current waveform, the dynamic response of consumption to changes in voltage, current and real change of power). Given that these approaches in practice inconvenient and expensive for widespread use for the decomposition of consumption is of great importance, new approaches to this problem using methods of artificial neural networks. The basic working principle of neural networks is that the initial training so that she can receive the desired output data for the appropriate input. After training the neural network should the appropriate input to output data corresponding to the input within the defined limits of accuracy. The main advantage of this approach is that it does not require the installation of new metering device and additional measurements, but it uses the existing measurements of active power, reactive power and voltage module in the substation. The aim of the work is to present:

- development of an algorithm based on the principle of a neural network for estimating the share of certain categories of consumers for consumer distribution areas,
- Evaluation of the results obtained,
- Analysis of possible application of the developed algorithm for the purposes of managing the consumption of electric energy and power.

Key words: Decomposition of daily consumption diagrams, neural networks, demand management ment power consumption and power.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-4.17

TEORIJA GRUBIH SKUPOVA KAO ALAT ZA OTKRIVANJE KRAĐE KUPACA ELEKTRIČNE ENERGIJE

J. SPIRIĆ, Leskovac, Srbija

S. STANKOVIĆ, „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogranak Leskovac, Srbija

M. DOČIĆ, „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogranak Leskovac, Srbija

S obzirom na količinu ukradene električne energije u distributivnom sistemu, sprečavanje krađe može se smatrati važnom merom za efikasno korišćenje električne energije. Visoka vrednost procentualnih netahničkih gubitaka je jedna od karakteristika distributivne mreže Srbije. Dominantan deo netahničkih gubitaka je uzrokovan krađom električne energije od strane kupaca. Za povećanje uspešnosti u otkrivanju krađa neophodno je nalaženje sofisticiranog načina za otkrivanje počinilaca krađe. Najpre, treba na odgovarajući način urediti postojeće „billing“ sisteme sa raspoloživim podacima o iznosima fakturisane električne energije tokom vremena i drugim relevantnim podacima registrovanih kupaca. Na bazi tih podataka, autori predlažu korišćenje teorije grubih skupova. Za posmatranu mrežu, formira se kriterijum za odlučivanje na osnovu balansa električne energije, odnosno jednakosti preuzete energije, fakturisane energije, pretpostavljenih tehničkih gubitaka i izgubljene električne energije. Karakteristike potrošnje otkrivenih krađa kupaca, čija merna mesta su uredno očitavana su osnova za formiranje liste skupa sumnjivih kupaca.

Ključne reči: otkrivanje krađe, distributivno preduzeće, informacioni sistem, ukupni gubici, izbor atributa, lista sumnjivih kupaca.

ROUGH SET THEORY AS A TOOL FOR FRAUD DETECTION OF ELECTRICITY CUSTOMERS

Due to the amount of stolen electricity in distribution system, fraud prevention can be considered as an important measure for efficient use of electricity. High value of percentage non-technical losses is the main characteristic of Serbia's distribution network. The major part of non-technical losses is caused by electricity fraud of the customers. To increase fraud detecting performance, it is necessary to find sophisticated way of detecting fraud perpetrators. Firstly, it should be appropriately arrange existing billing systems with available data of invoiced electricity amounts over time and other relevant data of registered customers. Based on these data, authors propose the use of rough set theory. For monitored network, a deciding criterion is formed on the basis of electricity balance, i.e. equality of purchased energy, invoiced energy, assumed technical losses energy and lost energy. Consumption characteristics of fraudulent customers whose measuring points are properly read are the foundation for suspicious customer set creation.

Key words: fraud detection, distribution utility, information system, total losses, attributes selection, suspicious customer set.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-4.18

IZMEŠTANJA MERNIH MESTA NA REGULACIONU LINIJU KAO JEDAN OD NAČINA ZA SMANJENJE GUBITAKA

Zoran SIMENDIĆ, Nikola KRKLJUŠ, Rade NIKOLIĆ, Milorad VUKAS, L. GAJDOBRANSKI,
EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogr. Elektrodistribucija Sombor, Srbija

Distributivno područje ogranka "Elektrodistribucija Sombor" Sombor, trenutno je konzum koji smanjuje procenat netahničkih gubitaka u Srbiji. Zakonska regulativa je propisala postavljanje novih mernih mesta kao i izmeštanje postojećih mernih mesta na regulacionu liniju ili na stub nadzemne mreže. ED Sombor smatra da je stalnim akcijama kontrole mernih mesta kao i velikim brojem izmeštenih mernih mesta na regulacionu liniju ili na stub nadzemne distributivne mreže doprinela smanjenju netahničkih gubitaka. Nova ili izmeštena merna mesta kao vlasništvo operatora se nalazi na javnim površinama dostupno svima. Posledica toga je da se javljaju novi načini neovlašćene potrošnje električne energije koji su ukratko opisani u radu. Njih je sve teže otkriti jer su „sofisticiranija“ i zahtevaju stalno usavršavanje kontrolora i savremeniju opremu kontrolora. Pored pojedinačnih izmeštanja mernih mesta su urađena

izmeštanja svih mernih mesta na niskonaponskom području distributivnih transformatorskih stanica. U radu se analiziraju gubici područja sa izmeštenim mernim mestima tokom više godina. Presude za prepravke brojila i mehanička oštećenja izmeštenih brojila ne idu u prilog izmeštanju brojila. Kaznena politika je neadekvatna. Sudska praksa ide u suprotnom pravcu-sud po pravilu izriče uslovne osude na kaznu zatvora, koja se neće izvršiti u određenom roku, ako osuđeni u istom ne ponovi isto ili slično krivično delo. Sud izuzetno izriče i novčane kazne, pri čemu valja konstatovati i činjenicu da je mali procenat oslobađajućih presuda. Minimizirajući društvenu opasnost izvršenja ovih krivičnih dela, sudska praksa pokazuje da ni u slučajevima kada se radi o tzv. povratnicima, sud ne izriče zakonom propisanu bezuslovnu kaznu. Na osnovu iskustava, u zaključku se navode mere, koje bi (pored do sada preduzetih), bitno doprinele smanjenju netehničkih gubitaka.

Ključne reči: neovlašćena potrošnja, netehnički gubici, krivično delo.

MEASURING POINT RELOCATION AT THE REGULATORY LINE AS A WAY TO REDUCE LOSSES SHORT CONTENT

Distribution area of "Elektrodistribucija Sombor" Sombor, currently is consuming domain which reduces the percentage of electrical energy non-technical losses in Serbia. Legislation prescribed new measuring points install as well as the relocation of existing measuring points on the regulatory line or on overhead power lines pole. ED Sombor deem that by constant control of measuring points and large number of relocated measuring points on the regulatory line or on a overhead distribution network power lines pole contributes to the reduction of electrical energy non-technical losses. New or relocated measuring points, as the Operator ownership, are located on public area accessible to everyone. Consequently there are new ways of unauthorized electrical energy consumption, which are briefly described in this paper. They are increasingly difficult to detect because they are "more sophisticated" and require constantly controllers training as well as their equipment upgrade. Beside individual measuring points relocation, all the measuring points on the low-voltage supply substations are relocated. This paper analyzes the electrical energy losses of areas with relocated measuring points over the years. Judgment for remodel and mechanical damage of relocated meters are not in favor of meter relocating. Penal policy is inadequately. Jurisprudence goes in the opposite direction - court, as a rule, imposing a suspended prison sentence, which will not be executed within a specified period of time, if convicted in that same specified period, does not reiterate the same or similar criminal act. The Court also impose fines, whereby it should be noted the fact of small percentage of acquittal. Minimizing the social danger of committing such criminal acts, jurisprudence shows that even in cases when it comes to the so-called returnees, the court does not impose the statutory unconditional sentence. Based on experience, in conclusion are presented measures, that would (beside taken so far) significantly contribute to the electrical energy non-technical losses decrease.

Keywords: unauthorized consumption, non-technical losses, criminal act.



R-4.19

EFEKTI IZMIJEŠTANJA MJERNIH MJESTA

Goran RADIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ M.P. a.d. Trebinje - ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, BiH
 Predrag KUNDAČINA, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ M.P. a.d. Trebinje - ZP „Elektro-Hercegovina“ a.d. Trebinje, BiH
 Dejan MILIĆEVIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ M.P. a.d. Trebinje - ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, BiH
 Dalibor MURATOVIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ M.P. a.d. Trebinje - Direkcija za distribuciju, BiH

Prilikom rekonstrukcija niskonaponskih elektrodistributivnih mreža vrši se izmještanje mjernih mjesta na stubove ili na objekte a sve u skladu sa Pravilnikom o priključenju na niskonaponsku elektrodistributivnu mrežu koji je na snazi u MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ M.P. a.d. Trebinje od 2011. godine. Na ovaj način su značajno smanjeni gubici koji su nastajali zbog neovlašćenih potrošnji koje je bilo teško otkriti dok su mjerna mjesta bila unutar objekata kupaca. U radu su prikazani efekti izmiještanja mjernih mjesta na konkretnim primjerima u elektrodistributivnim preduzećima ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj i ZP „Elektro Hercegovina“ a.d. Trebinje.

Ključne riječi: elektrodistributivni gubici, mjerno mjesto, izmještanje.

EFFECTS OF RELOCATION MEASURING POINTS

Works on reconstruction of low-voltage distribution powerlines include relocation measuring points on power distribution poles or objects (constructions) according to Regulations on the connection to the low voltage distribution network which is valid for MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ M.P. a.d. Trebinje since 2011. On this way power supply losses due to unauthorized consumption

are significantly decrease, because it was a lot harder to discover them when measuring point were inside objects in property of consumers. This essay display effects of realocation measuring point on examples from powerdistribution companies ZP „Elektro Dobo“ a.d. Dobo and ZP „Elektro Hercegovina“ a.d. Trebinje.

Key words: powersupply losses, measuring point, relocation.



DIJAGRAM TOKA AKTIVNOSTI NA SMANJENJU GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Srbislav SARIĆ, JP Elektroprivreda Srbije Tehnički centar Novi Sad Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica,
B. SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd Ogranak Elektrodistribucija Sremska Mitrovica, Srbija

Ogranak „Elektrodistribucija Sremska Mitrovica“ poslednje tri godine ima gubitke električne energije manje od 10%, a 2015. godine ima gubitke manje od 9%. Ovaj rezultat je nastao kao posledica pažljivo isplaniranih i precizno definisanih aktivnosti u poslednjoj deceniji.

Naime, od 2012. godine kada su uvedeni tzv. lični kartoni distributivnih transformatorskih stanica, preko redovnog servisiranja i overe broja električne energije u prvoj deceniji ovog veka, formiranja i ažuriranja baze bilans tokova električne energije (BTE), uvođenja i redovnog korišćenja mobilnih mernih grupa (MMG) uz obavezno izmeštanje mernog mesta (IMM), tamo gde je to bilo potrebno, rezultat nije mogao izostati. Ako se svemu ovome doda savestan i odgovoran rad angažovanih zaposlenih, onda je bilo za očekivati da gubici električne energije budu ispod 9%.

Cilj ovog referata je da nedvosmisleno definiše tok aktivnosti na smanjenju gubitaka električne energije koji će poslužiti i drugim ograncima u borbi protiv neovlašćene potrošnje električne energije ali i u planiranju aktivnosti na smanjenju tehničkih i komercijalnih gubitaka. Na ovaj način stvara se „papirni“ ambijent za organizovano, sistematsko smanjivanje gubitaka električne energije u praksi. Ogranak „Elektrodistribucija Sremska Mitrovica“ je pravi primer uspešnosti ovakvog postupanja.

Ključne reči: gubici, električna energija, dijagram, tok aktivnosti.

DIAGRAM OF FLOW OF ACTIVITIES FOR REDUCING ELECTRIC POWER LOSSES

Branch "Electro distribution Sremska Mitrovica" the last three years has electricity losses less than 10%, and in 2015 a loss of less than 9%. This result was a effect of carefully planned and well-defined activities in the last decade.

In fact, since 2012, when they introduced the so-called. Personal Cards distribution substations, through regular servicing and certification of electricity meters in the first decade of this century, the formation and updating base balance flows of electricity (BFE), the introduction and regular use of mobile measuring groups (MMG) with the obligatory relocation of the measuring station (RMS) where it was needed, the result could not be absent. If, in addition, conscientious and responsible work of engaged employees, it was expected that electricity losses are below 9%.

The aim of this report is to clearly define the course of action to reduce energy losses which would also serve other branches in the fight against illegal consumption of electricity but also in the planning of activities to reduce technical and commercial losses. In this way, the "paper" setting for organized, systematic reduction of losses električne energy in practice. Branch "Electro distribution Sremska Mitrovica" is an example of the success of such actions.

Key words: losses, electricity, diagram, activity stream.

PRIMENA TERMORIZIJSKE KAMERE I NJEN UTICAJ U CILJU LOCIRANJA NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE I SMANJENJA NE TEHNICKIH – KOMERCIJALNIH GUBITAKA KOD KORISNIKA KOJI SE NAPAJAJU IZ TS 10/0,4KV LJUBIĆ SELO

Milan RADOSAVLJEVIĆ, ODS EPS Distribucija, Srbija

U radu je prikazana analiza potrošnje kod korisnika koji se napajaju iz TS 10/0,4kV Ljubić selo gde su gubici na osnovu balansnog merenja u TS bili povećani u zimskim mesecima 2015.godine. Gubici su određeni na osnovu upoređivanja ukupne izmerene električne energije u TS i zbira energija korisnika koji se napajaju iz te TS. Gubici u novembru mesecu za TS 10/0,4kV Ljubić selo su iznosili 41,86% odnosno 12.892.kWh. Na osnovu ovih analiza vršeno je snimanje svih korisnika koji se napajaju iz ove TS pomoću termovizijske kamere proizvođača Flir. Ovom akcijom snimljeno je svih 92 objekata tj. mernih mesta koji se napajaju iz ove TS. Izdvojeni su korisnici kod kojih postoji sumnja na neovlašćeno korišćenje električne energije (na osnovu potrošnje koju korisnik ima za mesec novembar, na osnovu razlike u temperaturi unutar objekta i samog krova objekta tj. (dimnjaka). Potencijalni broj korisnika kod kojih postoji sumnja za neovlašćeno korišćenje električne energije je 27. Kod tih izdvojenih 27 korisnika urađena je detaljna kontrola mernog mesta i rezultati kontrole su sledeći:

1. Ukupan broj korisnika kod kojih je utvrđeno neovlašćenog korišćenja električne 4.
2. Ukupna fakturisana električna energija po osnovu neovlašćenog korišćenja električne energije je kWh 23.652,08 odnosno 340.466,72 RSD
3. Ukupan broj korisnika kod kojih je konstatovana neispravnost mernog uređaja 4.
4. Ukupan broj mernih mesta kod kojih je konstatovano potreba za hitnim izmeštanjem mernog mesta zbog sumnje u malverzaciji na mernom mestu i zbog nemogućnosti pristupa mernom mestu 7.

Ključne reči: Analiza gubitaka, termovizijska kamera, neovlašćeno korišćenje električne energije, zamena mernih uređaja, izmeštanje mernih mesta.

APPLICATION OF THERMAL IMAGERS AND ITS IMPACT IN ORDER TO LOCATE UNAUTHORIZED USE OF ELECTRICITY AND REDUCING NON TECHNICAL - COMMERCIAL LOSSES FOR THE USER WHO IS CONNECTED TO TS 10 / 0.4 KV LJUBIC VILLAGE

This paper presents an analysis of consumer spending, which is fed from the TS 10 / 0.4kV Ljubic village where the losses are based on the balancing of measurement in TS were increased in the winter months 2015.godine. Losses are determined by comparing the total measured electricity in the TS and the sum of energy users who are supplied from these TS. Losses in November for TS 10 / 0.4kV Ljubic village amounted to 41.86% and 12.892.kWh. On the basis of these analyzes were completed recording all users who are supplied from the TS using a thermal imaging camera manufacturer Flir. With this action recorded all 92 facilities ie. measuring points are powered from this TS. We are separated the users with suspected unauthorized use of electricity (based on consumption that the user has for the month of November, based on the difference in temperature inside the bulwarks of the building and the roof of the building ie. (chimney). The potential number of users who are susceptible to unauthorized use of electricity is 27. In those allocated 27 participants underwent detailed control measuring point and control results are as follows:

1. Total number of beneficiaries who were diagnosed of unauthorized 4th
2. Total billed electricity on the basis of unauthorized use of electricity is 23,652.08 kWh or 340,466.72 RSD
3. Total number of users for which it is concluded the failure of measuring devices fourth
4. Total number of measuring points in which it was stated the need for urgent relocation of the measuring station on suspicion of malfeasance on the measuring point and the inability approach mernom place 7th

EFEKTI ANALIZE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U OTKRIVANJU NEOVLAŠĆENE POTROŠNJE I ANALIZA GUBITAKA NA OSNOVU NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Radovan ĐORĐEVIĆ, S. TUCAKOVIC, D. VASIĆ
ODS EPS Distribucija, Srbija

U radu je prikazana analiza gubitaka po trafostanicama 10/0,4 na osnovu kojih su locirani trafo reoni sa povećanim gubicima a na osnovu toga i korisnici koji neovlašćeno koriste električnu energiju. Gubici po trafostanicama 10/0.4 se određuju na taj način što u trafostanici postoji merenje ukupne potrošnje koje se očitava svakog meseca u periodu od 01. do 03. U biling sistemu su svi kupci koji se napajaju sa te trafostanice pridruženi njoj pa na osnovu ukupne potrošnje kupaca izračunavaju gubici kao razlika izmerene energije u trafostanici i zbira energije kupaca vezanih na tu trafostanicu. Gubici po trafostanicama 10/0,4 su se pratili u periodu od nekoliko meseci gde se vide odstupanja u gubicima na osnovu neovlašćenog korišćenja električne energije. Pored ove analize prikazana je i analiza potrošnje gde su upoređivane potrošnje električne energije u istim mesecima različitih godina kao i godišnje potrošnje električne energije. Na osnovu pada potrošnje i razlike u potrošnjama na osnovu ove analize locirani su korisnici koji neovlašćeno koriste električnu energiju. Analiza sa padom potrošnje rađena je za korisnika sa mernim grupama (direktna, poluindirektna i indirektna). Takođe analiza potrošnje je rađena i pomoću MIS uređaja gde je praćenja potrošnja na dnevnom nivou sa analizom dnevnih maksimuma i minimuma snage. Takođe pomoću MIS uređaja omogućeno je praćenje dijagrama opterećenja u toku dana pri čemu komunikacija sa MIS uređajem je ostvarena daljinski pomoću SIM kartice.

U radu su prikazane i 2 karakteristične neovlašćene potrošnje (poluindirektna merne grupe) gde se mogu videti različiti načini neovlašćenog korišćenja električne energije.

U drugom delu rada su prikazani efekti otkrivanja neovlašćene potrošnje i kaznena politika po pitanju neovlašćenog korišćenja električne energije. Za svako neovlašćeno korišćenje električne energije vrši se demontaža mernog mesta, odjava mernog mesta, formira se obračun za neovlašćeno korišćenje električne energije koji se na osnovu Zakona o energetici radi na period od 6 meseci ili od vremena poslednje kontrole ako je ona bila u poslednjih 6 meseci.

Ključne reči: Analiza gubitaka, neovlašćena potrošnja, merne grupe, kaznena politika.

EFFECTS ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE DETECTION OF UNAUTHORIZED CONSUMPTION ANALYSIS AND LOSSES ON THE BASIS OF UNAUTHORIZED USE OF ELECTRICITY

This paper presents an analysis of losses in substations 10 / 0,4 on which are located the transformer districts with increased losses on the basis that the users that the unauthorized use electrical energiju. Losses at substations 10 / 0.4 is determined so that the substation there measurement of total consumption which is read each month in the while from 01 to 03. U billing system are all customers who are supplied from the substation and associated her on the basis of total consumer spending losses are calculated as the difference between the measured energy in the substation and the sum of energy buyers related to There substations. Losses at substations 10 / 0.4 were monitored over a while of several months where you can see variations in the losses from any unauthorized use of electricity. In addition to this analysis is presented and analysis of consumption where they were compared spending electricity in the same months of different years as the annual electricity energy. To basis of the fall in consumption and differences in consumption on the basis of this analysis are located beneficiaries unauthorized use electrical energy. Analysis with falling consumption was done for the user with measuring groups (direct, semi-direct and indirect).

Also, consumption analysis was conducted using the MIS device where the monitoring spending on a daily basis with the analysis of daily maximum and minimum snage. Also using MIS devices enable monitoring of the load diagram during the day where communication with MIS device is achieved by using a remote SIM card.

The paper describes two typical unauthorized consumption (measuring groups) where you can see different ways of unauthorized use of electricity. In the second part of the paper presents the effects of unauthorized disclosure of consumption and punitive policy regarding unauthorized electricity energy. For any unauthorized use of electricity dismantling of the measuring spot, check out the measuring spot, formed by the return of unauthorized use of electricity which is based on the Law on Energy works for a period of 6 months or more from the time of last follow-up if she was in the last 6 months.

Key words: Analysis of losses, unauthorized consumption, measuring group, penal policy.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-4.23

MODELOVANJE UTICAJA MAGNETNOG POLJA

Ljubomir MLADENović, ODS d.o.o Beograd-ogranak Elektrodistribucija Zaječar, Srbija
Dragan RAPAIĆ, JP Elektroprivreda Srbije-Tehnički centar Niš-Odsek za tehničke usluge Zaječar, Srbija

Korišćenje neodimijumskih magneta za krađu energije je ozbiljan problem, delom i zbog toga što se uglavnom radi o reverzibilnom uticaju, čime je otežano otkrivanje i, naročito, dokaz. Rad je posvećen stvaranju matematičkog modela magnetnog uticaja, sa posebnim naglaskom na njegov prostorni raspored. Time se stvara osnov za zaključke koji mogu da upute ka izvodljivim rešenjima. Oblik magneta je izabran polazeći od težnje za što jednostavnijim proračunom. Cilj je suzbijanje krađe energije.

Ključne reči: magnetno polje, diferencijalna jednačina, metoda konačnih elemenata.

MODELLING OF PERMANENT MAGNET EFFECT

Energy theft with the use of neodymium magnets is a serious problem, partly because it is about a reversible impact, making it difficult to detect and legally prove such a crime. This work is dedicated to devising a mathematical model of magnetic impact, focusing mostly on its spatial structure. This sets ground for conclusions which may lead to possible solutions. Particular shape of magnet is chosen based on a search for computational simplicity. The goal is to reduce electricity theft.

Keywords: magnetic field, differential equation, finite elements method.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



Izveštaj STK 5

Stručna komisija 5

PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH SISTEMA

Predsednik komisije: Prof. dr Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet, Univerziteta u Nišu, Srbija

U okviru ove stručne komisije, prihvaćeno je 10 radova, koji su obuhvatili sve četiri postavljene preferencijalne teme. U okviru prve teme, „Ravnoteža između različitih kriterijuma pri planiranju distributivne mreže“, autori su uglavnom obrađivali problem proračuna tokova snaga i rekonfiguracije mreže i prilagođavanje ovih proračuna novim uslovima u prisustvu distribuirane proizvodnje. U okviru druge teme „Minimalni zahtevi energetske efikasnosti pri planiranju“ razmatrani su zahtevi koji se tiču efikasnosti distributivne mreže, ali i načini za njeno povećanje. U okviru treće teme: „Upravljanje životnim ciklusom opreme u uslovima neizvesnosti“ predložena je višekriterijumska analiza za rešavanje problema upravljanja osnovnim sredstvima u distribuciji, na primeru održavanja nadzemne distributivne mreže. Najzad u četvrtoj preferencijalnoj temi, „Optimizacija distributivne infrastrukture za novi tip potrošača“ razmatrana je i vrlo savremena opcija mikromreža i uslova za njihovo formiranje u Srbiji.

Preferencijalna tema 1:

Ravnoteža između različitih kriterijuma pri planiranju distributivne mreže

Stručni izvestilac: Miroslav DOČIĆ, JP EPS, Srbija

R-5.01. EFIKASNI ALGORITAM ANALIZE TOKOVA SNAGA, MODIFIKOVANI ALGORITAM TOKOVA SNAGA NAHMAN I PERIĆ

Autori: B. STOJANOVIĆ, M. MOSKOVLJEVIĆ, Tehnički opitni centar,
T. RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija

U radu se opisuju novi algoritam za proračun tokova snaga u distributivnim mrežama. Autori su opisali poboljšanje postojećeg algoritma Nahmana i Perića.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je ovaj algoritam pogodan za distributivne mreže sa distribuiranom proizvodnjom?
2. Koja od analiziranih metodologija obezbeđuje najveću tačnost?

R-5.02. PROGRAM ZA PROVERU POVEZANOSTI ENERGETSKOG SISTEMA

Autori: T. RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, B. STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar, Srbija

U radu je predstavljen program za proveru povezanosti energetskog sistema, sa posebnim osvrtom na primeni u distributivnim mrežama. Doprinos ovog rada je što je omogućena primena različitih heurističkih metoda za rekonfiguraciju mreže i generisanje većeg skupa različitih konfiguracija.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko primena ovog algoritma doprinosi nalaženju optimalne konfiguracije mreže?
2. Da li metodologija smanjuje uticaj početnog rešenja na konačno, optimalno rešenje?
3. Da li su autori primenili još neke od heurističkih metoda za pronalaženje optimalne konfiguracije (tabu pretraživanje ili genetski algoritam)?
4. Koje su performanse ove metodologije primenjene uz neki algoritam za određivanje optimalne konfiguracije (mogući broj čvorova mreže, vreme potrebno za optimizaciju)?
5. U navedenom primeru nije jasna veza između proračuna gubitaka u radijalnoj mreži i predloženog algoritma za određivanje povezanosti?

R-5.03. PRORAČUN NESIMETRIČNIH TOKOVA SNAGA AKTIVNIH TROFAZNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Autori: V. C. STREZOSKI, N. R. VOJNOVIĆ, P. M. VIDOVIĆ, Srbija

U ovom radu uspešno je demonstrirana teza da se tradicionalnim postupcima za proračun tokova snaga u nesimetričnim režimima, koji su zasnovani na tradicionalnoj klasifikaciji čvorova, ne mogu obuhvatiti sve vrste distribuiranih izvora energije, naročito one s modernim interfejsima prema mreži. Nova klasifikacija čvorova distributivne mreže, razvijeni matematički model i njegov proračun verifikovani su na primerima datim u radu.

R-5.04. UTICAJ NAČINA MODELOVANJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA NA PRORAČUN TOKOVA SNAGA

Autori: D. MILOŠEVIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla i Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija
N. VRCELJ, N. ŠUŠNICA, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, Srbija
V. STANOJEVIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija

Autori su u radu uspešno demonstrirali uticaj promene otpornosti vodova usled spoljašnjih uticaja na vrednosti tokova snaga u mreži. Kao posledica ovih varijacija, razlikuju se i proračunati gubici aktivne snage u mreži.

Pitanja za diskusiju:

1. Objasniti zašto uticaj temperature ambijenta na promenu otpornosti namotaja transformatora nije uvažen.
2. Po mišljenju autora, koliko je bitno uvažiti zavisnost aktivne i reaktivne snage od promene napona za konzum Beograda?
3. Cena gubitaka je u radu 110 €/kW. Na osnovu čega se došlo do ove vrednosti? U uslovima deregulisanog tržišta, kada je distribucija obavezna da nezavisno nabavlja energiju za pokrivanje gubitaka, da li uopšte ima smisla računati cenu gubitaka sa ovom vrednošću?

R-5.05. UPOREDNA ANALIZA HEURISTIČKIH METODA REKONFIGURACIJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Autori: D. ŠOŠIĆ, P. STEFANOV, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija

Predmet ovog rada je uporedni pregled više heurističkih metoda koje se bave rekonfiguracijom simetričnih distributivnih mreža. Autori su dali iscrpni, ali sažet i razumljiv pregled metoda za rekonfiguraciju, u cilju što boljeg sagledavanja stanja primenjivanih metoda i analize njihovog daljeg prilagođavanja zahtevima eksploatacije savremenih distributivnih mreža. Poseban akcenat dat je na redukciji gubitaka aktivne snage, te drugi kriterijumi za dobijanje optimalnog rešenja nisu ni razmatrani. Kao pomoćni kriterijum korišćeno je jedino računsko vreme potrebno za dobijanje optimalnog rešenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori razmatrali upotrebu ovih algoritama u mrežama sa distribuiranom proizvodnjom?
2. Da li je analizirana i mreža sa većim brojem čvorova, odnosno, da li primenjena test mreža može da bude reprezentativna za donošenje zaključaka o tačnosti i brzini izračunavanja?
3. Navedene metode poređene su samo na osnovu gubitaka snage. Da li su analizirani i drugi kriterijumi za ocenu optimalnog rešenja?

Preferencijalna tema 2:
Minimalni zahtevi energetske efikasnosti pri planiranju
Stručni izvestilac: dr Dragoslav JOVANOVIĆ

R-5.06. PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA U SVETLU EVROPSKE DIREKTIVE O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI

Autor: A. JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Srbija

Rad pruža dobru informaciju o obavezama koje očekuju i korisnike distributivnog sistema, ali i sama elektrodistributivna preduzeća u pogledu Zakona o efikasnom korišćenju energije. Novi i revitalizovani sistemi za distribuciju električne energije moraju da ispunjavaju minimalne zahteve u pogledu njihove energetske efikasnosti, a u zavisnosti od vrste i snage tih postrojenja, odnosno veličine sistema (minimalni stepen korisnosti sistema za distribuciju električne energije). Osim ove informacije, daje se i predlog za sistematsko uređivanje ove problematike.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li sadašnja organizacija EPS-a omogućava ispunjavanje uslova zadatih direktivom EU 2012/27?
2. U kojoj meri domaći proizvođači opreme mogu da ispune zahteve "Eco design" direktive?
3. Da li po saznanju autora, postoje rešenja transformatorskih stanica sa ugrađenim fotonaponskim panelima?

R-5.07. ANALIZA EFEKATA UGRADNJE FIKSNE KOMPENZACIJE NA NISKONAPONSKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Autori: M. BEČIĆ, JP EP BiH Podružnica ED Zenica, BiH, F. HIDIĆ, JP EP BiH Podružnica ED Zenica, BiH, S. ĐEKIĆ, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, BiH

U ovom radu, prikazana je mogućnost smanjenja tokova reaktivne snage i poboljšanja naponskih prilika na niskonaponskim distributivnim vodovima, primenom fiksne kompenzacije locirane na pogodnim tačkama duž nadzemne niskonaponske mreže. Posebna vrednost ovog rada je ta što je ova mogućnost i demonstrirana praktičnom realizacijom ugradnje kondenzatora. Ostaje, međutim, dosta nerešenih pitanja koje će autorima sigurno poslužiti kao smernice za usavršavanje predložene metodologije.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način su odabrane lokacije za postavljanje kondenzatora duž NN mreže? Da li se vodilo računa o položaju najvećih potrošača reaktivne energije na vodu?
2. Na koji način su proračunati efekti smanjenja gubitaka u mreži postavljanjem baterija?
3. Da li je uračunat efekat povećanja struje na vodu usled povećanja napona?
4. Da li je izvršeno poređenje opravdanosti ugradnje baterija na stubu i u transformatorskoj stanici?
5. Kakva su eksploataciona iskustva koja se tiču baterija postavljenih na stub, pre svega u pogledu zaštite od prenapona?

R-5.08. PREDLOG MERA ZA SMANJENJE TEHNIČKIH GUBITAKA U SREDNENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI 10 kV

Autori: D. ČETENović V. MIJAILOVIĆ, A. RANKOVIĆ, Srbija

Autori su u radu je izvršili proveru opravdanosti ugradnje provodnika većeg poprečnog preseka, i zamene preopterećenih i dotrajalih energetskih transformatora klasične konstrukcije transformatorima sa amorfnim jezgrom, a sve u cilju smanjenja gubitaka aktivne energije. Tehnoekonomska analiza je izvedena dosledno, te se može smatrati i dodatnim alatom za procenu opravdanosti novih ulaganja u distributivnu mrežu. Same pretpostavke proračuna su doduše, dosta uopštene, što je i opravdano budući da je fokus rada sama metodologija proračuna.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je srednja vrednost opterećenja (m) definisana kao odnos srednjeg opterećenja i tablične vrednosti dozvoljene struje provodnika I_{adT} . Zašto su autori odabrali ovu vrednost, umesto odnosa srednje i maksimalne snage opterećenja?
2. U izrazu (11), proračun gubitaka u bakru transformatora dat je kao integral kontinualne vrednosti opterećenja $P(t)$. Zašto je za vodove uveden drugačiji pristup?
3. Prema direktivi EU 548/2014 za sprovođenje "ECO design" direktive 2009/125/EG transformatori koji isključivo smeju da se pojavljuju na tržištu od 2021. godine imaju manje gubitke od predloženih transformatora sa amorfnih jezgrom. Da li su autori radili analize i sa ovim tipovima transformatora?

Preferencijalna tema 3:

Upravljanje životnim ciklusom opreme u uslovima neizvesnosti

Stručni izvestilac: Saša MINIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“

R-5.09. VIŠEKRITERIJUMSKO PLANIRANJE AKTIVNOSTI NA ODRŽAVANJU NADZEMNE MREŽE

Autori: B. KOJIĆIĆ, Istraživačko-razvojni centar „Alfatec“, Niš, Srbija, A. JANJIĆ, Elektronski Fakultet, Niš, Srbija

U radu je predstavljen matematički više-kriterijumski model donošenja odluka kao pomoć pri izboru vremena za preventivno održavanje u distributivnim sistemima, sa tri kriterijuma koji imaju najveći uticaj na donošenje odluka: pouzdanost, troškovi održavanja i zastoji usled održavanja. Autori su pokazali važnost višekriterijumskog pristupa u planiranju održavanja i uspešno demonstrirali PROMETHEE metodu na primeru distributivne mreže.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori raspolazu podacima o tome koje raspodela verovatnoća otkaza odgovaraju ostalim elementima u distributivnoj mreži Srbije?
2. U radu se pominje održavanje nadzemne mreže, ali u ilustrativnom primeru nema naznake na koji element mreže se odnosi ovaj proračun. Da li je metoda primenljiva na širi skup elemenata mreže?
3. Koja su ograničenja u primeni ove metode?

Preferencijalna tema 4:

Optimizacija distributivne infrastrukture za novi tip potrošača

Stručni izvestilac: dr Saša ĐEKIĆ

R-5.10. MIKRO MREŽE U ENERGETSKOM SISTEMU SRBIJE: MOGUĆNOSTI I IZAZOVI

Autori: D. STEVANOVIĆ, EPS, Zaječar, Srbija, A. JANJIĆ, Univerzitet Niš, Elektronski fakultet, Srbija

U ovom radu je analizirana mogućnost formiranja mikromreža u distributivnom sistemu. Zaključeno je da energetski sistem Srbije ima veliki potencijal za korišćenje mikro mreža, naročito u ruralnim oblastima. Ova mogućnost razmatrana je na konkretnom primeru 10 kV izvoda koji napaja 6 sela, sa 643 domaćinstava, odnosno 2338 stanovnika, i sastoji se od 14 trafo stanica 10/0,4 kV. Rad daje uvod u problematiku formiranja mikromreža i otvara mnoga pitanja vezana za njihovu praktičnu realizaciju, koja će, očigledno, biti predmet daljih istraživanja.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način je izvršena aproksimacija dnevnog dijagrama, da li su korišćeni i mereni podaci iz posmatranog konzuma?
2. Kako je zamišljena regulacija učestanosti u sistemu koji bi radio u ostrvskom režimu?



EC 5 Report

Session 5

DISTRIBUTION SYSTEMS PLANNING

Session Chairman: Prof. dr Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet, Univerziteta u Nišu, Serbia

For this session, 10 papers were accepted, covering all four set preferential subjects. Within the first subject: "Balance between different criteria in distribution grid planning", the authors mostly dealt with the issue of estimated power flow and grid reconfiguration and adjustment of these estimates to the new conditions in the presence of distributed production. Within the second subject: "Minimum energy efficiency requirements in planning" requirements concerning distribution grid energy efficiency, as well as the ways for its improvement. Within the third subject: "Management of equipment life cycle in conditions of uncertainty" a multicriteria analysis was proposed for dealing with the issue of management of fixed assets in distribution, on the example of overhead distribution grid maintenance. And in the final fourth preferential subject: "Distribution infrastructure optimization for the new type of consumers", a state of the art microgrids option was considered along with the conditions for setting them up in Serbia.

Preferential subject 1:

Balance between different criteria in distribution grid planning

Reporter: Miroslav DOČIĆ, JP EPS, Serbia

R-5.01. EFFICIENT POWER FLOW ALGORITHM, MODIFIED ALGORITHM NAHMAN AND PERIĆ

Authors: B. STOJANOVIĆ, M. MOSKOVLJEVIĆ, Tehnički opitni centar,
T. RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Serbia

The paper describes the new algorithm for calculating load flows in distribution grids. The authors describe improvements of the existing algorithm by Nahman and Perić.

Questions for discussion:

1. Is this algorithm suitable for distribution grids with distributed production?
2. Which of the analyzed methodologies provides the greatest accuracy?

R-5.02. PROGRAMME FOR POWER SYSTEM CONNECTIVITY CHECKING

Authors: T. RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, B. STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar, Serbia

The paper presents the programme for verification of the energy system connectivity, with special insight into implementation in distribution grids. This paper has enabled the implementation of various heuristic methods for grid reconfiguration and generation of a larger set of different configurations.

Questions for discussion:

1. How much does implementation of this algorithm enable finding optimal grid reconfiguration?
2. Does the methodology reduce the impact of initial solution on the finite, optimal solution?
3. Did the authors apply any other heuristic methods for detection of optimal grid configuration (tabular browsing or genetic algorithm)?
4. Which performances in this methodology were applied in addition to some algorithm in defining the optimal configuration (possible number of grid nodes, time require for optimization)?
5. In the given example, the connection between loss calculation in the radial grid and proposed algorithm for defining the connectivity is not clear.

R-5.03. ASYMMETRICAL POWER FLOW CALCULATION OF ACTIVE THREE-PHASE DISTRIBUTION NETWORKS

Authors: V. C. STREZOSKI, N. R. VOJNOVIĆ, P. M. VIDOVIĆ, Serbia

The paper successfully demonstrates the thesis that traditional procedures for calculation of load flows in asymmetrical regimes, based on traditional node classification, cannot cover all types of distributed energy sources, particularly those with state of the art interfaces towards the grid. The new distribution grid node classification, developed mathematical model and calculation thereof have been verified through examples in the paper.

R-5.04. INFLUENCE OF MODELING DISTRIBUTION NETWORK ON LOAD FLOW

D. MILOŠEVIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla i Elektrotehnički fakultet u Beogradu
N. VRCELJ, N. ŠUŠNICA, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd
V. STANOJEVIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Serbia

The authors have successfully demonstrated in the paper the impact of changes in the line resistance due to external impacts on load flows in the grid. As a consequence of these variations, estimates of loss of active load in the grid also differ.

Questions for discussion:

1. Please explain why was the impact of ambient temperature on changes in transformer winding resistance not taken into account.
2. To the authors' mind, how important is it to take into account the dependence of active and reactive load on changes in the voltage for the consumption area of Belgrade?
3. The cost of losses in the paper is 110 €/kW. How did the authors get this value? In the deregulated market environment, where distribution is obliged to autonomously obtain energy in order to cover losses, does it make sense at all to calculate the cost of losses with this value?

R-5.05. COMPARATIVE ANALYSIS OF HEURISTIC METHODS OF DISTRIBUTION NETWORK RECONFIGURATION

Authors: D. ŠOŠIĆ, P. STEFANOV, Elektrotehnički fakultet Beograd, Serbia

The subject of this paper is a comparative overview of several heuristic methods dealing with symmetrical distribution grid reconfiguration. The authors gave a detailed, but concise and clear overview of reconfiguration methods, for the purpose of better perception of the state of applied methods and analysis of their further compliance with the state of the art distribution grid

requirements. Special emphasis was made in terms of reduced active load losses, and other criteria for obtaining an optimal solution were not even considered. Single calculating time for obtaining an optimal solution was used as an auxiliary criterion.

Questions for discussion:

1. Did the authors consider the use of these algorithms in grids with distributed production?
2. Was the grid with a greater number of nodes also analyzed, and can the applied test grid be representative in making conclusions concerning the accuracy and speed of calculations?
3. The given methods were compared only on the basis of load losses. Were other criteria for assessment of optimal solution also analyzed?

Preferential subject 2:

Minimum energy efficiency requirements in planning

Reporter: dr Dragoslav JOVANOVIĆ, Serbia

R-5.06. DISTRIBUTION NETWORK PLANNING IN THE LIGHT OF THE EUROPEAN DIRECTIVE ON ENERGY EFFICIENCY

Author: A. JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Serbia

The paper provides good information on liabilities which the distribution system consumers as well as the electricity distribution companies are expected to fulfill in respect of the Law on efficient use of energy. The new and revitalized electricity distribution systems must fulfill the minimum requirements concerning their energy efficiency, and depending on the type and capacity of those plants, and size of the system (minimum benefit level for electricity distribution). Apart from this information, a proposal is given in respect of dealing systematically with this issue.

Questions for discussion:

1. Does the present organization of EPS enable compliance with the requirements set in EU 2012/27 Directive?
2. To what extent can the local manufacturers of equipment comply with the "Eco design" Directive?
3. Does the author know whether there are any substation solutions with built-in photovoltaic panels?

R-5.07. ANALYSIS OF THE EFFECTS OF APPLICATION OF FIXED COMPENSATION ON THE LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK

Authors: M. BEČIĆ, JP EP BiH Podružnica ED Zenica, BiH, F. HIDIĆ, JP EP BiH Podružnica ED Zenica, BiH, S. ĐEKIĆ, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, BiH

The paper demonstrates the possibility of reducing reactive load flows and improving voltages in low-voltage distribution lines, by applying a condensers located in appropriate points along the overhead low-voltage grid. The particular value of this paper is that such possibility is demonstrated through practical implementation of condenser incorporation. However, a lot of unresolved issues still remain to be dealt with, but they will surely serve the authors as guidelines for mastering the proposed methodology.

Questions for discussion:

1. In what way were the sites for installing condensers along the LV grid selected? Was the position of reactive load bulk consumers in the line taken into account?
2. In what way were calculations made regarding the effects of reduced grid losses achieved by installing batteries?
3. Was the effect of increased current in the line due to greater voltage included in the calculation?
4. Was a comparison made in terms of the feasibility of battery installation on the pillar and substation?
5. What is the experience in operation in terms of the batteries installed on the pillar, first of all regarding protection against lightning?

R-5.08. PROPOSED MEASURES FOR TECHNICAL LOSSES REDUCTION IN MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK 10 kV

Authors: D. ĆETENOVIĆ V. MIJAILOVIĆ, A. RANKOVIĆ, Serbia

The authors gave a verification of the feasibility of installing greater cross-section conductors, and replacement of overloaded and old power transformers with conventional structure, by transformers with amorphous core, just for the purpose of reducing active load losses. The techno-economic analysis was made consistently, and it can therefore be considered as an additional tool for feasibility assessment of new investments in the distribution grid. The actual assessment assumptions are, however, rather generalized, which may be justified as the paper particularly focuses on the calculation methodology.

Questions for discussion:

1. In the paper, the medium load value (m) is defined as the medium load ratio to the tabular value of permitted conductor current I_{dt} . Why did the authors select this value, instead of the ratio of medium and maximum load capacity?
2. In expression (11), the estimated losses in transformer copper is given as an integral of the continual load value $P(t)$. Why was a different approach introduced for lines?

3. According to EU Directive 548/2014 for implementation of the "ECO design" Directive 2009/125/EG, transformers which can only appear on the market starting from 2021, have lower losses than the proposed transformers with amorphous core. Did the authors make analyses with these types of transformers as well?

Preferential subject 3:

Management of equipment life cycle in conditions of uncertainty

Reporter: Saša MINIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Serbia

R-5.09. MULTICRITERIA ACTIVITY PLANING FOR GROUND NETWORK MAINTENANCE

Authors: B. KOJIĆIĆ, Istraživačko-razvojni centar „Alfatec“, Niš, Srbija, A. JANJIĆ, Elektronski Fakultet, Niš, Serbia

The paper presents a mathematical multi-criteria decision-making model as an aid in selecting the time for preventive maintenance in distribution systems, with three criteria which have the greatest impact on decision-making: reliability, maintenance costs and delays due to maintenance. The authors have shown the importance of the multi-criteria approach in maintenance scheduling and successfully demonstrated the PROMETHEE method in the electricity grid example.

Questions for discussion:

1. Do the authors have available information as to which probability of failure allocations are related to other elements of the Serbian Distribution Grid?
2. The paper mentions overhead grid maintenance, but there are no indications in the illustrated example as to which grid element this estimate refers to. Is the method applicable to a wider set of grid elements?
3. What are the limitations concerning the implementation of this method?

Preferential subject 4:

Distribution infrastructure optimization for the new type of consumers

Reporter: dr Saša ĐEKIĆ, Serbia

R-5.10. MICROGRIDS IN POWER INDUSTRY OF SERBIA: POSSIBILITIES AND CHALLENGES

Authors: D. STEVANOVIĆ, EPS, Zaječar, Srbija, A. JANJIĆ, Univerzitet Niš, Elektronski fakultet, Serbia

The paper analyzes the possibility of forming micro grids in the distribution system. It was concluded that the Serbian Electric Power System has great potential for using micro grids, particularly in rural regions. This possibility was considered on a specific example of a 10 kV connection supplying 6 villages, with 643 households, and 2338 residents, consisting of 14 substations 10/0.4 kV. The paper gives an introduction of the issue of forming micro grids and opens many issues in reference with their practical implementation, which will obviously be the subject of many further research work.

Questions for discussion:

1. In what way was daily diagram approximation made, were the data from the observed consumption used and measured?
2. How has frequency control been envisaged in system operating in insular regime?



R-5.01

EFIKASNI ALGORITAM ANALIZE TOKOVA SNAGA, MODIFIKOVANI ALGORITAM TOKOVA SNAGA NAHMAN I PERIĆ

Branko STOJANOVIĆ, Tehnički Obitni Centar, Srbija
Milan MOSKOVljević, Tehnički obitni centar, Srbija
Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija

U radu je predstavljen jedan novi efikasni algoritam tokova snaga. Jednostavna matrična jednačina u kojoj figurira matrica admitansi nezavisnih čvorova iskorišćena je za iterativno sračunavanje vektora napona čvorova. Gubici, koji su predmet proračuna sračunati su na osnovu odbitka ukupne potrošnje od snage injektirane u nulti, ulazni (slack node) čvor. Zbog jednostavnosti matričnog proračuna vremenski zahtevno programiranje zamenom napred/nazad pri konstrukciji jakobijan matrice ili matrice admitansi nezavisnih čvorova potrebno kod tradicionalnih algoritama tokova snaga je izbegnuto. Nefleksibilnost ili uprošćenost je karakteristika većine algoritama tokova snaga koji se zbog toga ne mogu koristiti za rešavanje problema rekonfiguracije distributivnih mreža metodom simulacije kaljenja. Problem sa kojim se suočava distributivni inženjer je unošenje podataka konkretne konfiguracije

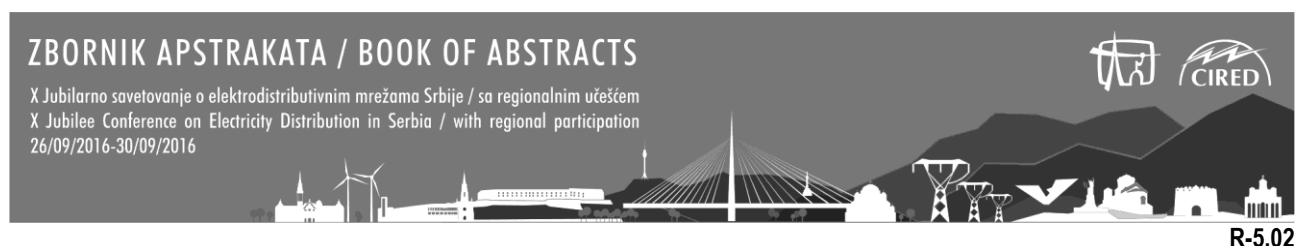
distributivne mreže u računar što je promenljivo od konfiguracije do konfiguracije i zahteva mnogo vremena za pripremu i puštanje programa. U ovom programu potrebno je samo admitansu grane koja se prekida setovati na 0. Iz ovih razloga razvijeni algoritam primenjen sa tačnim algoritmom tokova snaga predstavlja moćno oružje svakog distributivnog inženjera kada rešava dinamičke probleme distributivnih mreža kao što je njihova rekonfiguracija ili planiranje.

Ključne reči: efikasni algoritam tokova snaga, distributivna mreža, matrica admitansi nezavisnih čvorova, rekonfiguracija distributivnih mreža, simulacija kaljenja, problem planiranja distributivne mreže.

EFFICIENT POWER FLOW ALGORITHM, MODIFIED ALGORITHM NAHMAN AND PERIĆ

This paper presents one novel power flow algorithm. Simple matrix equation with bus admittance matrix is used for network voltage calculation. Losses are obtained by deduction of total load consumption from injected power into the slack node. Time consuming forward/backward sweep for Jacobian matrix and Y bus admittance matrix construction is avoided. Simplification and unflexibility is characteristic of many power flow algorithms what is the reason why they can not be used for distribution network reconfiguration problem solved by simulated annealing technique. Crucial problem encountered by distribution engineer is feeding computer with incoming data of distribution system what varies from configuration to configuration and is the most time consuming part of the procedure. In presented programme the only thing that ought to be done is setting branch to be open admittance to zero. For this reason this power flow algorithm combined with precise power flow algorithm represents powerful weapon of every distribution engineer for solving dynamic distribution network problems such as reconfiguration or planning.

Key words: efficient power flow algorithm, distribution network, Y bus admittance matrix, distribution network reconfiguration, simulated annealing, distribution network planning problem



PROGRAM ZA PROVERU POVEZANOSTI ENERGETSKOG SISTEMA

Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija
Branko STOJANOVIĆ, Tehnički Obitni Centar, Srbija

U radu je predstavljen program za proveru povezanosti energetskog sistema. Distributivni sistemi su veoma važni u savremenom društvu pa shodno tome moraju biti adekvatno planirani da bi obezbedili efikasan i pouzdan rad. Većina električnih distributivnih sistema su radijalni. Samim tim, radijalno ograničenje prisutno je kod problema rekonfiguracije i planiranja distributivnih mreža. Iz tog razloga, razvijen je program kojim se na jednostavan i brz način može proveriti da li je mreža radijalna i povezana. Ovo je pre svega korisno jer distributivne mreže predstavljaju veliku i razgranatu strukturu. Jedna od metoda za utvrđenje povezanosti je i algoritam dubinskog prvog pretraživanja (depth-first search). Njegova primena kod problema rekonfiguracije i planiranja distributivnih mreža nije dovoljna jer treba zadovoljiti i ograničenje broja grana za ostvarenje radijalne konfiguracije. Program koji je predstavljen u radu prevazilazi ovo ograničenje i realizovan je pomoću programskog paketa MATLAB. Algoritam se sastoji u generisanju različitih konfiguracija zadate mreže i proveravanju da li je mreža u tom slučaju povezana i radijalna. Na izlazu iz programa dobija se konfiguracija koja zadovoljava oba uslova. Nakon toga moguće je primeniti neku od metoda proračuna tokova snaga u distributivnim mrežama i dobiti informaciju o gubicima u mreži. Poseban doprinos ovog rada je što se relativno brzo generiše veliki broj različitih konfiguracija mreže. Uz dodatak proračuna tokova snaga, predstavljeni program može biti od velike pomoći distributivnim inženjerima pri rekonfiguraciji mreže.

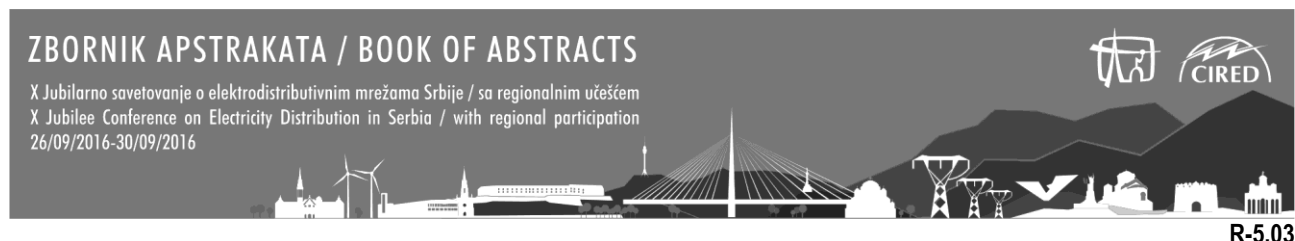
Ključne reči: distributivna mreža, povezanost, radijalna konfiguracija, rekonfiguracija

PROGRAMME FOR POWER SYSTEM CONNECTIVITY CHECKING

This paper presents a programme for checking the connectivity of the power system. Distribution systems are very important in modern society and therefore must be properly planned to ensure the efficient and reliable operation. Most of the electrical distribution systems are radial. Therefore, the radial constraint is always present in distribution network reconfiguration and expansion planning problems. For this reason, the programme has been developed for checking whether the network is radial and connected in a simple and fast way. This is especially helpful because distribution network represents a large and diversified structure. One of the methods for establishing connectivity is called depth-first search. This application is not sufficient because it

does not guarantee achieving radial configuration. The programme that is presented in this paper overcomes this limitation and is implemented in MATLAB language. The algorithm generates different configurations of network and then checking whether the network in each case is connected and radial. The exit of the programme is the configuration that satisfies both conditions. After that it is possible to apply some of the methods for calculation of power flow in distribution network and obtain information about the losses in the network. The special contribution of this study is that it generates relatively quickly a large number of different network configurations. With the addition of load flow algorithm this programme can be very helpful for solving network reconfiguration problem.

Key words: distribution network, connectivity, radial configuration, reconfiguration.



PRORAČUN NESIMETRIČNIH TOKOVA SNAGA AKTIVNIH TROFAZNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA

V. C. STREZOSKI, N. R. VOJNOVIĆ, P. M. VIDOVIĆ
Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Novi Sad, Srbija

Utvrđivanjem koncepta pametnih distributivnih mreža značajno su se zaoštrili zahtevi za razvojem energetske aplikacije (proračuna) koje su prilagođene tom modernom konceptu. S obzirom na to da su energetske aplikacije osnovna komponenta distributivnog menadžment sistema (DMS), taj sistem je dobio vrlo važnu ulogu u razvoju koncepta pametnih distributivnih mreža. Proračun tokova snaga je osnovna energetska aplikacija DMS. Na tom proračunu se zasniva većina ostalih energetske aplikacije. Proračun tokova snaga je osnovni predmet rada. Ogromna većina "normalnih" režima prenosnih (trofaznih) mreža se aproksimira simetričnim režimima (direktnog redosleda). Za razliku od režima tih mreža, režimi trofaznih (evropskih) distributivnih mreža ne mogu se generalno aproksimirati simetričnim režimima. Nesimetrija režima je posebno izražena u niskonaponskim mrežama. Pored neuravnoteženosti tih mreža, neuravnoteženim potrošačima se značajno degradira simetrija njihovih režima. Nešto manje izražena, ta se nesimetrija prenosi i na srednjenaponske mreže. Neuravnoteženost srednjenaponskih mreža dalje doprinosi nesimetriji njihovih režima. Određen stepen nesimetrije režima distributivnih mreža se dodatno unosi egzaktnim tretmanom napona njihovih korena – primara ili sekundara napojnih transformatora. Oni ne moraju biti simetrični. Dakle, aproksimacijama režima distributivnih mreža simetričnim režimima mogu se uneti relativno velike greške u proračune tokova snaga. Upravo je to osnovni akcenat predmeta rada. Drugi vrlo važan akcenat je stavljen na to da tradicionalno pasivne distributivne mreže danas su sve aktivnije u smislu instalacije sve većeg broja distribuiranih generatora sve većih snaga. Na osnovu navedena dva akcenta proračuna distributivnih tokova snaga, u radu je dokazano da tradicionalna klasifikacija čvorova u proračunima tokova snaga na tri tipa – balansni čvor i čvorove tipa PQ i PV – ne odgovara proračunima nesimetričnih tokova snaga aktivnih distributivnih mreža. Zbog toga je u radu predložena nova klasifikacija čvorova. Koristeći se njome, razvijena je odgovarajuća procedura za proračun tokova snaga prethodno navedenih distributivnih mreža. Ta procedura je verifikovana primerom male aktivne mreže sa pet čvorova i jednom petljom, kao i primerima proračuna srednjenaponskih slabopetljanih aktivnih distributivnih mreža uobičajenih dimenzija.

Ključne reči: Distribuirani generatori, distributivne mreže, klasifikacija čvorova, nesimetrični režimi, neuravnotežene mreže, tokovi snaga.

ASYMMETRICAL POWER FLOW CALCULATION OF ACTIVE THREE-PHASE DISTRIBUTION NETWORKS

The established smart distribution grids concept significantly tightens requirements for development of power applications (calculations) which are tailored in accordance with this modern concept. Since the set of power applications is the basic component of distribution management system (DMS), this system became very important for the development of smart distribution grid concept. The Power Flow Calculation is the basic DMS power application. It is the platform for the majority of other power applications. Power Flow Calculation is the main subject of the paper. The great majority of the "normal" states of transmission (three-phase) networks is approximated by (direct sequence) symmetrical states. Unlike the states of these networks, states of three-phase (European) distribution networks cannot be approximated by symmetrical ones generally. The asymmetry is specially emphasized in low-voltage networks' states. In addition to unbalance of these networks' lines, their unbalanced loads introduce high level of asymmetry of these states. Slightly reduced, this asymmetry propagates into medium-voltage networks. Unbalanced medium-voltage networks disturb the symmetry of these networks' states as well. The exact treatment of root voltages (primary- or secondary-side voltages of supply transformers), which can be asymmetrical, additionally disturb the symmetry of distribution networks' states. Therefore, approximation of distribution networks' states by symmetrical states can introduce relatively significant

inaccuracies in power flow calculations. The accent of this paper is put exactly on this. Traditional distribution networks were passive. Modern smart distribution grids are active in the sense that a great number of distributed generators of relatively high powers are incorporated by them. Next to the abovementioned accent of this paper, this issue is the second very important part of the main subject of the paper. Based on the two described accents of distribution power flow calculation, the paper proves that the traditional bus classification (slack bus, PQ and PV buses) is not suitable for asymmetrical power flow calculation of active distribution networks. Hence, a new bus classification is proposed in the paper. Using this classification, a new procedure for power flow calculation of previously described distribution networks is developed. This procedure is verified on a small example of an active network with five buses and a mesh, as well as on a few weakly-meshed active distribution networks of usual dimensions.

Key words: Asymmetrical states, bus classification, distributed generators, distribution networks, power flow, unbalanced networks.



UTICAJ NAČINA MODELOVANJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA NA PRORAČUN TOKOVA SNAGA

Dejan MILOŠEVIĆ, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla“ a.d. Beograd i Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija
Nada VRCELJ, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla“ a.d. Beograd, Srbija
Nikola ŠUŠNICA, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla“ a.d. Beograd, Srbija
Vesna STANOJEVIĆ, „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

Planiranje razvoja mreže, procena kvaliteta isporuke električne energije, optimizacija pogonskih stanja mreže i valorizacija efekata automatizacije su samo neke od oblasti u kojima značajno mesto zauzimaju proračuni tokova snaga. Da bi rezultati pomenutih analiza bili kvalitetni, neophodno je što detaljnije i preciznije modelovati željena pogonska stanja distributivnih mreža.

Raspoloživost ulaznih podataka direktno utiče na metodologiju modelovanja. Parametri elemenata mreže zavise od pogonskih stanja i obično se koriste standardne kataloške vrednosti proračunate za standardom definisane uslove.

Pri proračunima tokova snaga za potrebe određivanja gubitaka aktivne snage najveći uticaj na rezultate proračuna ima promena podužne električne otpornosti vodova sa trenutnim ambijentalnim uslovima. Ukoliko se pri modelovanju umesto kataloških vrednosti u proračunima koriste podužne električne otpornosti vodova sa uvaženim uticajem trenutnih pogonskih uslova proračun gubitaka aktivne snage daje različite vrednosti. Upravo je ova činjenica podstakla autore da izvrše detaljnu procenu temperature provodnika i uvrste korigovane vrednosti podužne otpornosti vodova u modelima mreže sa vršnim opterećenjima u letnjem i zimskom periodu 2014. godine. Ujedno, u ovim trenucima su temperature ambijenta bile značajno više, odnosno niže, od kataloških, tako da se efekti lakše uočavaju.

Analize su izvršene na modelu distributivne mreže Beograda, koja je tako koncipirana da postoji veliki broj kablova položenih u istom rovu. Iz tog razloga uvažen je i uticaj paralelnog vođenja na povećanje temperature provodnika.

Procena uticaja oba pomenuta efekta je data kao razlika u proračunatim vrednostima gubitaka aktivne snage u odnosu na stanje kada nijedan od efekata nije uvažen (kataloške vrednosti parametara vodova).

Ključne reči: modelovanje distributivnih mreža, podužna otpornost, temperatura ambijenta, paralelno vođenje kablova, gubici aktivne snage

INFLUENCE OF MODELING DISTRIBUTION NETWORK ON LOAD FLOW

Network development planning, assessment of quality of supply electric energy, the optimization of operational state of network and evaluating effects of automation are just some of the areas where a significant place is occupied by load flow. That the results of mentioned analyzes would be good quality, it is necessary to create desired operational state of distribution network with more details and accuracy.

Availability of the input data directly affects the calculation methodology. Parameters of the network elements depend on the operational state and usually use standard catalog values calculated for the standard defined condition.

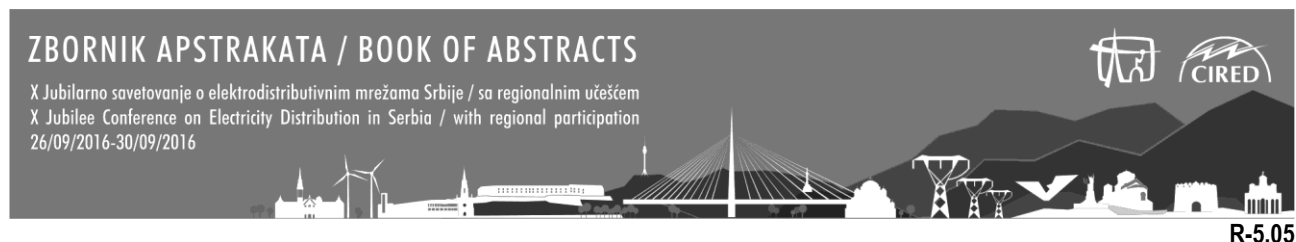
When power flow calculation for the determination of power losses in, the greatest influence on the calculation results has a change of the longitudinal electrical resistance with current environmental conditions. If in the modeling instead of catalog values in calculations are using longitudinal electrical resistance, which include current operating conditions, calculations of active power losses give different results. It is this fact that encourage the authors to carry out a detailed assessment of conductor temperature and incorporate corrected values of the longitudinal electrical resistance of lines in the network model with peak workloads in the

summer and winter of 2014. At this time as the ambient temperature are significantly higher, or lower, from the catalog, so that the effects are more easily noticed.

Analyses are performed on a model of the distribution network area of Belgrade, which is designed as a large number of cables laid in the same trench. For this reason, taken account the effect of parallel conduct to increase the temperature of the conductor.

Assessment of the impact of both these effects is given by the difference in the calculated values of active power losses compared to the situation when none of the effects is respected (catalog value parameter lines).

Key words: modeling of distribution networks, longitudinal resistance, ambient temperature, parallel cable routing, active power losses



UPOREDNA ANALIZA HEURISTIČKIH METODA REKONFIGURACIJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA

D. ŠOŠIĆ, P. STEFANOV

Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Srbija

Većina distributivnih mreža se projektuje da radi kao radijalna mreža, a sve u cilju postizanja efikasne koordinacije zaštite pojedinih elemenata mreže. Distributivni fideri pored ostalih elemenata sadrže i određeni broj normalno zatvorenih (sekcionih) i normalno otvorenih (poveznih) prekidača. U prisustvu kvara, neki od sekcionih prekidača će se otvoriti u cilju izolovanja dela fidera koji je obuhvaćen kvarom. U isto vreme, određeni broj poveznih prekidača će se zatvoriti u cilju prebacivanja dela ili celokupne izolovane potrošnje na druge fidere ili na druge grane istog fidera. Posle otklanjanja kvara svi prekidači će se vratiti u svoje normalno radno stanje.

U normalnim radnim režimima ovi prekidači se mogu periodično koristiti za rekonfiguraciju distributivne mreže u cilju povećanja pouzdanosti mreže, smanjivanja gubitaka aktivne snage ili za balansiranje potrošnje. Procenjeno je da se od ukupne proizvodnje električne energije, ne računajući ilegalno preuzimanje električne energije, od 5% do 13% troši na gubitke u distributivnoj mreži.

Kao rezultat rekonfiguracije može se desiti da se celokupna potrošnja fidera, ili jedan njen deo, prebaci na drugi fider pomoću zatvaranja odgovarajućih poveznih prekidača i otvaranja odgovarajućih sekcionih prekidača. Međutim manipulacije ovih prekidača moraju da budu usklađene tako da se očuva radijalnost distributivne mreže.

Sa druge strane, čak i za relativno male distributivne mreže broj nezavisnih prekidačkih operacija je toliko veliki da bi sprovođenje proračuna tokova snaga za svaku moguću kombinaciju postalo nepraktično i neprihvatljivo i za primenu u postupku planiranja. U stručnoj literaturi postoji više heurističkih metoda koje se koriste za rekonfiguraciju distributivne mreže. Heurističke tehnike su zapravo optimizacioni procesi za nalaženje rešenja upotrebom karakteristika sistema, koje mogu biti definisane pomoću odgovarajućih koeficijenata. Ovi koeficijenti mogu da budu jednostavni (dobijeni na osnovu slobodnog nahođenja ili iskustva autora) ili sa druge strane mogu da se zasnivaju na rešavanju složenih problema pomoću analize osetljivosti potpunog ili uprošćenog matematičkog modela. U ovom radu će na mreži od 38 čvorova biti testirano više heurističkih metoda za rekonfiguraciju distributivne mreže koje su dostupne u stručnoj literaturi.

Ključne reči: rekonfiguracija, distributivne mreže, smanjenje gubitaka, heurističke metode.

COMPARATIVE ANALYSIS OF HEURISTIC METHODS OF DISTRIBUTION NETWORK RECONFIGURATION

Most of distribution network is projected to operate as a radial network, with the aim of achieving effective coordination of protection of individual network elements. Distribution feeders contain a number of switches that are normally closed (sectionalizing) and switches that are normally open (tie). In the presence of a fault, some of the sectionalizing switches will be opened in order to isolate the faulted network branches. At the same time a certain number of tie switches will be closed in order to transfer part or all of insulated load on other feeders or other branches of the same feeder. All switches would be restored to their normal positions after removal of the fault.

In the normal operating conditions these switches can be used to periodically reconfigure the distribution network in order to increase reliability, reduce power losses or for load balancing. It was estimated that between 5% and 13%, not counting the illegal consumption, of the total power system generation is wasted losses in the distribution network.

As a result of reconfiguration it can happen that the overall feeder consumption, or one of its parts, is transferred to another feeder by closing the corresponding sectionalizing switch and opening the appropriate tie switches. However, manipulation of these switches must be coordinated in order to conserve the radial structure of the distribution network.

On the other hand, even for a relatively small distribution network the number of independent switching operations is so big that the implementation of load flow calculations for each possible combination became impractical and unacceptable even for use in the planning process. In literature there are more heuristic methods that are used for the reconfiguration of the distribution network. Heuristic techniques are actually optimization processes for finding solutions using the features of the system, which can be defined using the appropriate coefficients. These coefficients can be simple (obtained on the basis of free sole discretion or experience of the author) or on the other hand may be based on solving complex problems by using sensitivity analysis of complete or simplified mathematical models. In this work several heuristic methods for reconfiguration of the distribution network will be tested on the test network of 38 nodes.

Key words: reconfiguration, distribution network, loss reduction, heuristic methods.



PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA U SVETLU EVROPSKE DIREKTIVE O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI

Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet Niš

Evropska unija je 2012. godine usvojila Direktivu 2012/27/EU o energetskej efikasnosti. Glavne nove mere koje je propisala nova Direktiva, a tiču se prenosa i distribucije su: Godišnja obaveza za distributere energije i/ili kompanija koje se bave prodajom energije, da smanje prodaju energije krajnjim korisnicima za 1,5%

- Obaveza operatora prenosnog i distributnog sistema da na transparentan i nediskriminatorski način upravljaju sistemskim uslugama.
- Obaveza operatora distributivnog sistema da aktivnije učestvuje u upravljanju potrošnjom i programima daljinskog očitavanja potrošnje. U ovom radu se razmatraju mogućnosti da se zahtevane odredbe sprovedu i u Srbiji.

Ključne reči: energetska efikasnost, gubici, planiranje, transformatori.

DISTRIBUTION NETWORK PLANNING IN THE LIGHT OF EU DIRECTIVE ON ENERGY EFFICIENCY

A. JANJIĆ, University of Nis, Faculty of Electronic engineering

European Union adopted the 2012/27/EU directive of energy efficiency. Principle measures imposed by this directive concerning power distribution sector refer to reduction of energy sale to the final consumers for 1, 5%; transparent and non-discriminatory approach to auxiliary service provision and more active engagement in demand side and advanced measurement infrastructure. ECO design directive 2009/125/EC makes the frame for producers of electrical equipment to increase energy efficiency in the network design phase, and reduce the negative impact to the environment during the product lifecycle.

National and European legislative in the field of energy efficiency is presented and analyzed in this paper. Some new measures are proposed to fulfil requirements during the distribution network planning. Proposed measures encompass the selection of distribution transformer level of constant and variable losses, introduction of renewable sources in order to reduce transformer losses and the introduction of general substation energy efficiency ratio.

Key words: energy efficiency, losses, planning, transformers.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-5.07

ANALIZA EFEKATA UGRADNJE FIKSNE KOMPENZACIJE NA NISKONAPONSKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

M. BEČIĆ, F. FIDIĆ, JP EP BiH Podružnica ED Zenica, BiH
S. ĐEKIĆ, SF Univerziteta u Istočnom Sarajevu, BiH

U predmetnom radu prikazana je analiza uticaja ugradnje fiksne kompenzacije duž magistralnih vodova niskonaponske mreže na naponske prilike, tokove snaga i energije na distributivnim elektroenergetskim mrežama. U radu su prikazani rezultati nastali analizom mjernih podataka dobijenih u realnim eksploatacionim uslovima primjenom sistema multifunkcijskih mjernih garnitura i koncentratora podataka kao i vremenski paralelnim monitoringom parametara kvalitete električne energije, snimljenih specijalizovanim instrumentom. Prikazani su značajni efekti na naponske prilike, tokove snaga i energije, podizanja energetske efikasnosti sistema kao i finansijske uštede, što je dokazano na primjeru jednog trafopodručja. U zaključku rada predlaže se masovnija primjena ugradnje fiksne kompenzacije na pogodnim mjestima duž niskonaponskih vodova.

Ključne riječi: kompenzacija, niskonaponska mreža, naponske prilike, tokovi snaga.

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF APPLICATION OF FIXED COMPENSATION ON THE LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK

In the presented paper is shown analyze from influence of installing fixed compensation along the main lines of low voltage network on the voltage conditions, power flow and energy to electricity distribution networks. The paper presents the results of the analysis of the resulting measurement data obtained in real exploitation conditions using the multifunction system of measurement systems with data concentrators and the time synchronized monitoring power quality, recorded by specialized instrument. Significant effects on voltage conditions, power and energy flow, raising energy efficiency of the system as well as financial savings are shown, what is demonstrated in the example of a transformer area. In conclusion, it is proposed to mass application installation of fixed compensation at appropriate places along the low-voltage lines.

Key words: compensation, low-voltage network, voltage, power flow.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-5.08

PREDLOG MERA ZA SMANJENJE TEHNIČKIH GUBITAKA U SREDNJENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI 10 kV

Dragan ČETENović*, V. MIJAILOVIĆ, A. RANKOVIĆ
Fakultet tehničkih nauka Čačak, Srbija

Postojeća distributivna mreža Srbije je neekonomična, što se prvenstveno ogleda u izrazito velikim tehničkim gubicima. Prema podacima koje je objavila Svetska banka (2012. godina), gubici električne energije u elektroenergetskom sistemu Srbije su i do 3 puta veći u poređenju sa razvijenim zemljama Evrope i Japanom. Cilj autora je da pokažu da se smanjenje tehničkih gubitaka u distributivnoj mreži može postići preduzimanjem sledećih mera: povećanjem poprečnog preseka kablovskih i nadzemnih vodova, zamenom preopterećenih i dotrajalih energetskih transformatora klasične konstrukcije transformatorima sa amorfnim jezgrom i kompenzacijom reaktivne snage. Takođe, povećanje poprečnog preseka provodnika u odnosu na minimalno potreban daje mogućnosti za povećanje snage distribuiranih izvora koji se mogu priključiti na dati izvod, uz poštovanje svih tehničkih normi. Analiza predloženih mera je sprovedena na primeru distributivne mreže 10 kV za dva slučaja: kada se opravdanost primene predloženih mera proverava u fazi planiranja izgradnje novog objekta i kada se vrši jednostavna rekonstrukcija tokom eksploatacije već

izgrađene mreže. Analize su sprovedene za realne cene opreme, radova i cenu električne energije u Srbiji. Shodno tome, pokazatelji o uštedama i periodima otplate investicija mogu se smatrati pesimističkim.

Ključne reči: rekonstrukcija, gubici električne energije, distributivna mreža, poprečni presek provodnika, transformatori sa amornim jezgrom.

PROPOSED MEASURES FOR TECHNICAL LOSSES REDUCTION IN MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK 10 kV

The existing electrical distribution network in Serbia is uneconomical. Because of that, technical losses are extremely high. According to data published by the World Bank (2012.), the losses in the electric power system of Serbia are up to 3 times higher than in the developed countries of Europe and Japan. The aim of the authors is to show that the reduction of technical losses in electrical distribution network can be achieved by implementing the following measures: increasing the cross-section of cables' and overhead lines' conductors, replacing overloaded and obsolete power transformers of conventional constructions with amorphous core transformers and reactive power compensation. Also, increasing of the conductors cross-section in relation to the minimum required cross-section gives an opportunity for increasing a distributed generation hosting capacity that can be connected to a given feeder, in compliance with all technical limitations. As an example, analysis of the proposed measures is performed for electrical distribution network 10 kV for two cases: when the validity of the proposed measures applying is checked during the planning stage and when the analysis is done during the exploitation period. Analyses were conducted for the real price of equipment, manpower, and the price of electrical energy in Serbia. As a result, indices on savings and payback periods of investments can be considered as pessimistic.

Key words: Reconstruction, Electrical energy losses, Electrical distribution network, Conductor cross-section, Amorphous core transformer.



VIŠEKRITERIJUMSKO PLANIRANJE AKTIVNOSTI NA ODRŽAVANJU NADZEMNE MREŽE

Bojan KOJIČIĆ, Istraživačko-razvojni centar "Alfatec", Niš, Srbija

Aleksandar JANJIĆ, Elektronski Fakultet, Niš, Srbija

Održavanje je postalo kritična funkcija u mnogim elektroprivrednim organizacijama i sistemima uključujući i proizvodnju i prenos i distribuciju. Povećano interesovanje za održavanje ogleda se u želji za smanjenjem troškova, koji iznose i do 30% ukupnih operativnih troškova. U ovom radu predstavljena je višekriterijumska analiza održavanja pri izboru preventivnih aktivnosti na nadzemnoj mreži. Tri kriterijuma imaju najviše uticaja na odlučivanje: pouzdanosti, troškovi održavanja i troškovi prekida

Ključne reči: višekriterijumska analiza, održavanje, PROMETHEE, pouzdanost.

MULTICRITERIA SCHEDULING OF OVERHEAD GRID MAINTENANCE ACTIVITIES

Maintenance has become a critical function in many electric power organizations and systems, including both production and transmission as well as distribution. A growing interest in maintenance is reflected in the desire to reduce costs, which can go up to 30 per cent of the total operation costs. This paper presents a multi-criteria analysis of maintenance in selecting preventive activities in the overhead grid. Three criteria have the greatest impact on decision-making: reliability, costs of maintenance and costs of delays.

Key words: multicriteria analysis, maintenance, PROMETHEE, reliability.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-5.10

MIKRO MREŽE U ENERGETSKOM SISTEMU SRBIJE: MOGUĆNOSTI I IZAZOVI

D. STEVANOVIĆ, EPS, Zaječar,
A. JANJIĆ, Univerzitet Niš, Elektronski fakultet, Srbija

Mikro mreža predstavlja integrisani sistem sa lokalno razduženim opterećenjima, izvorima energije i kapacitetima za skladiranje energije. Rad mikro mreže je moguć u ostrvskom režimu (van mreže) i u režimu kada je ona povezana na mrežu. U ovom radu biće predstavljene osnovne tehničke karakteristike mikro mreže. Kao ilustracija ovog koncepta, biće predstavljena mogućnost rada 10 kV izvoda „Zapadna sela“ kao mikro mreže, koji se napaja iz TS 35/10kV „Sokobanja“. Mikro mreže mogu imati važnu ulogu u transformaciji električne mreže, pre svega zbog mogućnosti rada u ostrvskom režimu, autonomno od ostatka energetskeg sistema, čime se povećava pouzdanost sistema. Energetski sistem Srbije ima veliki potencijal za korišćenje mikro mreža, naročito u ruralnim oblastima. Ovaj rad analizira mogućnosti rada 10 kV izvoda kao mikro mreže. Razmatrani izvod napaja 6 sela, sa 643 domaćinstava, odnosno 2338 stanovnika, i sastoji se od 14 trafo stanica 10/0,4 kV

Ključne reči: mikro mreža, relejna zaštita, obnovljivi izvori energije.

MICRO NETWORK IN SERBIAN ENERGY SYSTEM: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

Microgrid represents an integrated power system with locally dispersed loads, energy sources and energy storage capacities. The operation of a microgrid is possible in both island conditions (off grid) and connected to the local grid (on grid). In this paper, the overview of basic technical characteristics of a microgrid has been presented. As an illustration of this concept, the determination of technical parameters necessary for the operation of 10 kV feeder "West villages" as a microgrid, in 35/10 kV TS "Sokobanja" has been given.

Keywords: microgrid, relay protection, renewable energy.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



Izveštaj STK 6

Studijski Komitet 6

TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE I DEREGULACIJA

Predsednik komisije: Dr Nenad KATIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

Članovi komisije i stručni izvestioci:

Dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Beograd,

Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Beograd

Dr Savo DJUKIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 6 radova u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje referata:

- Otvaranje tržišta električne energije i deregulacija elektroprivrede u regionu.
- Metodologije regulacije i iskustva u primeni.
- Mehanizmi i iskustva u radu tržišta električne energije, novi snabdevači i iskustva ugovaranja isporuke sa potrošačima.
- Smart Grid rešenja u uslovima konkurencije na otvorenom tržištu.

Članovi komisije su izvršili recenzije prijavljenih referata i u nastavku su data zapažanja, komentari i pitanja autorima za diskusiju na savetovanju.

R-6.01 REDIZAJN TARIFA ZATEGORIJE DOMAĆINSTVOAutori:S. AGANOVIĆ, FERK Mostar, Bosna i Hercegovina
E. AGANOVIĆ, NOSBIHB Sarajevo, Bosna i HercegovinaRecenzent:

Dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Beograd, Srbija

Rad predstavlja jedan od mogućih pristupa unapređenja tarifnog dizajna uvođenjem tarife za snagu kod kategorije domaćinstvo kako bi se pravednije izvršila alokacija fiksnih troškova vezanih za korišćenje distributivne mreže. Rad bi mogao da detaljnije opiše kako bi se alocirali troškovi za snagu između ostalih korisnika distributivne mreže i domaćinstava kao i između navedenih grupa u okviru kategorije domaćinstvo. Nije jasno, obzirom da su grupe vezane za mesečnu potrošnju, da li to znači da će domaćinstva iz meseca u mesec plaćati različitu snagu u zavisnosti od potrošnje? Kako je izabrana godina za računanje zamenskog dijagrama potrošnje, obzirom da godišnje, i mesečne potrošnje u tim godinama, mogu znatno da osciliraju? Bilo bi dobro kada bi se u radu videli egzaktniji podaci odnosno određeni case study kako bi mogli više da se odredimo prema predlogu. Predlažem da to autori urade u svojoj prezentaciji.

Pitanja:

1. Zašto bi bila različita vrednost tarife za snagu između grupa domaćinstava?
2. Da li bi tarifa za snagu bila progresivna ili regresivna?
3. Kolika bi iznosila snaga po predloženim grupam, iz priloženih dijagrama ona je izuzetno niska?
4. Da li su napravljeni neki proračuni kako bi se to odrazilo na račun, pa samim tim i na potrošnju domaćinstava?

R-6.02 ZNAČAJ DANA SA VELIKIM DOGAĐAJEM NA DEREGULISANOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJEAutori:J. V. SPIRIĆ, Leskovac, Srbija
M. DOČIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Srbija
J. SPIRIĆ, JP „Elektroprivreda“ Srbije, Odsek za tehničke usluge Leskovac, SrbijaRecenzent:

Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Beograd, Srbija

Ovaj rad se bavi unapređenjem metodologije za proračun pokazatelja pouzdanosti koji bi se mogli koristiti prilikom definisanja podsticajnih šema za regulaciju distributivne delatnosti.

Pitanja:

1. Na koji način se definiše dugotrajni prekid napajanja?
2. Koji su uzročnici dana velikih događaja (MED) navedenih u tabeli 2 za ogranak Leskovac sa aspekta kategorizacije uzroka pobrajanih na slikama 1 i 2?
3. U kojoj meri su harmonizovane metodologija i praksa proračuna pokazatelja pouzdanosti na nivou ODS-a?

R-6.03 POKAZATELJI POUZDANOSTI I MOGUĆNOST PRIMENE PODSTICAJNIH ŠEMA NA POVEĆANJE POGONSKE SPREMNOSTI – STUDIJA SLUČAJA TS 110/35 kV/kV „BEOGRAD 10 – MISLOĐIN“Autori:M. MINIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, ODS Beograd, Srbija,
Ž. MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, EPS Beograd, Srbija,
A. MARKOVIĆ, Agencija za energetiku, Beograd, SrbijaRecenzent:

Dr Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

U radu je dat kratak opis pokazatelja pouzdanosti i podsticajnih šema u Norveškoj, Italiji i Mađarskoj. Analiziran je slučaj TS 110/35kV Mislođin sa vrlo lošim pokazateljima pouzdanosti, naročito u slučaju obračuna SAIDI/SAIFI za konzum ogranka. Predložena su određena rešenja za poboljšanje pokazatelja pouzdanosti.

Pitanja:

1. Da li se u Srbiji očekuje uvođenje podsticajnih šema prilikom formiranja distributivnih tarifa?
2. Koliki su prosečni pokazatelji pouzdanosti ODS Srbije u odnosu na evropske zemlje?

R-6.04 REDUKCIJA GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE KORIŠĆENJEM ADMS OPTIMIZACIONIH APLIKACIJAAutori:J. KATIĆ, Schneider Electric DMS, Novi Sad, Srbija
N. KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, SrbijaRecenzent:

Dr Savo ĐUKIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

U radu su opisana tri pristupa za smanjenje gubitaka električne energije u distributivnoj mreži – Optimalna Rekonfiguracija Mreže i Volt Var Optimizacija za smanjenje tehničkih i Revizija Potrošnje Električne Energije za smanjenje komercijalnih gubitaka. Prva dva pristupa su verifikovana na realnoj distributivnoj mreži sa 300 000 stanovnika (180 000 potrošača). Takođe, opisani su postignuti rezultati u smanjenju gubitaka primenom razmatranih metodologija za nekoliko elektrodistributivnih kompanija. Zaključeno je da se primenom analiziranih metodologija može ostvariti značajno poboljšanje efikasnosti rada distributivnog sistema i značajno smanjenje troškova usled gubitaka električne energije.

Pitanja:

1. Koji faktori utiču na izbor optimalnog pristupa za smanjenje gubitaka električne energije?
2. Da li su autori razmatrali analizirane pristupe sa aspekta potrebnih ulaganja ili sa aspekta odnosa troškova i dobiti?

3. Da li je autorima poznato da li su i (ako jesu) koje tehnike korišćene u Elektrovojvodini za sinhronizaciju podataka u okviru implementirane metodologije Revizije potrošnje električne energije?

R-6.05 OBRAČUN DEBALANSA PROIZVOĐAČA U SISTEMU PODSTICAJA

Autori: N. KRULJ, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Matično preduzeće a.d. Trebinje, BiH
S. RIKALO, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Matično preduzeće a.d. Trebinje, BiH
D. MURATOVIĆ, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Matično preduzeće a.d. Trebinje, BiH
J. LAŽETIĆ, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Matično preduzeće a.d. Trebinje, BiH

Recenzent: Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Beograd, Srbija

Ovaj rad se bavi veoma aktuelnom temom pokrivanja troškova bilansiranja električana koje koriste obnovljive izvore, a čija se proizvodnja podstiče putem garantovane otkupne cene. Opisan je sistem delimične balansne odgovornosti ovih proizvođača koji je uveden u Republici Srpskoj, a koji se primenjuje od početka 2016. godine. Detaljno su analizirani efekti uvođenja ovakvog sistema podsticaja u prva četiri meseca primene.

Pitanja:

1. S obzirom da se troškovi balansiranja pojedinih proizvođača iz obnovljivih izvora delimično pokrivaju, ko snosi preostale troškove balansiranja koje ima Operator sistema podsticaja?
2. Koji je neto finasijski efekat Operatora sistema podsticaja na osnovu balanske grupe u prva četiri meseca 2016. godine, uzimajući u obzir prihode i rashode sa aspekta balanske odgovornosti i prikupljena sredstva od proizvođača iz obnovljivih izvora po osnovu troškova debalansa?
3. Koji proizvođači u sistemu obaveznog otkupa nemaju bavezu plaćanja troškova debalansa?
4. Da li Operator sistema podsticaja radi ili planira da radi samostalno prognozu ukupne proizvodnje iz obnovljivih izvora na nivou svoje balanske grupe?
5. Koliko sati tokom aprila 2016. godine je zabeležena negativna cena za pozitivan debalans i u kojim delovima dana?

R-6.06 ISKUSTVA SA SNABDEVANJEM POTROŠAČA PRI OTVARANJU TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U SRBIJI

Autori: N. MILOŠEVIĆ, “EPS distribucija” Beograd – ogranak Subotica, Srbija
N. KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Srbija

Recenzent: Dr Savo ĐUKIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

U radu su opisane dosadašnje aktivnosti na sprovođenju procesa deregulacije Elektroprivrede Srbije, te predstavljena pravila snabdevanja krajnjih potrošača. Prezentovana su dosadašnja iskustva u snabdevanju, posebno sa aspekta operatora distributivnog sistema. Detektovani su sledeći problemi: problem neobaveštenosti kupca i operatora distributivnog sistema, problem neprimenjivanja procedure pri promeni snabdevača, problem razmene podataka pri isteku ugovora sa trenutnim snabdevačem i problem sprovođenja obustave isporuke električne energije na zahtev snabdevača. U zaključku rada definisane su mere čija bi primena značajno doprinela rešavanju razmatranih problema.

Pitanja:

1. Koje su, prema mišljenju autora, aktivnosti preostale kako bi se zaokružio proces reorganizacije i deregulacije Elektroprivrede Srbije?
2. Da li je proces formiranja jedinstvenog operatora distributivnog sistema imao pozitivnih ili negativnih efekata na detektovane probleme?
3. Koje mere bi mogle doprineti rešavanju detektovanog problema nepristupačnosti mernog mesta?

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



EC 6 Report

Expert Committee 6

DEREGULATION, OPEN MARKET AND UTILIZATION OF ELECTRICITY

Session Chairman – Dr Nenad KATIC, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Members of the Session 6:

Dr Gordan TANIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade, Serbia

Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Belgrade, Serbia

Dr Savo DJUKIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

After submission and reviewing of all papers by reviewers, 6 paper were accepted according to preferential subjects from the Call for papers:

- Opening of electricity market and deregulation of electricity sector in the region.
- Methodologies of regulation and experiences.
- Principles and experiences of electricity markets, new electricity providers and experiences in contracting deliveries.
- Smart Grid solutions in competitive environment of open electricity market.

Members of the Session Committee 6 made review of all papers, and their comments, remarks and questions to authors, for discussion during the Conference, are presented in this report.

R-6.01

REDISIGN OF TARIFF FOR HOUSEHOLD CATEGORY

Authori:

S. AGANOVIĆ, FERK Mostar, Bosnia & Hercegovina

E. AGANOVIĆ, NOSBIHB Sarajevo, Bosnia & Hercegovina

Reviewer:

Dr Gordan TANIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade, Serbia

The paper presents one approach to tariff design, implementing tariff for demand in household category, to improve justification of distribution network fixed cost distribution. The author should more clarify how to allocate demand cost between other network users and between groups in household category. To clarify, if household groups are related to monthly consumption, does it mean that household groups will pay different demand cost depending on their consumption? How is selected a year for calculation of simulation load diagram, since annual and monthly consumptions can significantly variate? The paper should present more exact data and case studies, to provide better understanding of the proposal, and authors should present that on the conference.

Questions:

1. Why should tariffs have different amount for demand between household groups?
2. Would demand tariff be progressive or regressive?
3. What should be demand amount per recommended groups, because in presented diagrams it is very low?
4. Does sensitive analysis is made, how it would affect electricity bill and household consumption?

R-6.02

AN IMPORTANCE OF MAJOR EVENT DAY IN DEREGULATED ELECTRICITY MARKET

Authors:

J. V. SPIRIĆ, Leskovac, Serbia

M. DOČIĆ, EPS, technical services branch Leskovac, Serbia

J. SPIRIĆ, EPS, technical services branch Leskovac, Serbia

Reviewer:

Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Belgrade, Serbia

This paper presents improvement of reliability indices calculation methodology, which might be used for definition of incentive methods in regulation of electricity distribution sector.

Questions:

1. What is the definition of long term outage?
2. What may be causes of the Major Event Day (MED) presented in Table 2 for branch Leskovac, from the point of categorization of causes listed in Figures 1 and 2?
3. How much are matching practice and methodology for calculation of reliability indices on ODS level?

R-6.03 RELIABILITY INDICES AND APPLICABILITY OF INCENTIVES METHODS TO IMPROVE AVAILABILITY – CASE STUDY WITH SUBSTATION 110/35 Kv “BELGRADE 10 - MISLODJIN”

Autori: M. MINIĆ, University of Belgrade, ODS Belgrade, Serbia
Ž. MARKOVIĆ, University of Belgrade, EPS Belgrade, Serbia
A. MARKOVIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade, Serbia
Reviewer: Dr Nenad KATIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

The paper presents the short overview of reliability indices and incentives methodologies in Norway, Hungary and Italy. The case of Substation 110/35kV “Mislodjin” with very bad reliability indices was analyzed, especially in case of SAIDI/SAIFI calculation for the whole electricity branch. Several solutions for improvement of reliability indices are presented.

Questions:

1. Is it expected in Serbia to implement incentive methodologies in regulation of distribution tariffs?
2. What are average reliability indices for ODS of Serbia, in comparison with European countries?

R-6.04 POWER LOSSES REDUCTION USING ADVANCED DMS FUNCTIONS

Authors: J. KATIĆ, Schneider Electric DMS, Novi Sad, Serbia
N. KATIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Reviewer: Dr Savo DJUKIC, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

The paper describes the three methodologies for power losses reduction in distribution networks: Optimal Network Reconfiguration and Volt Var Optimization for technical losses reduction and Electricity Consumption Auditing for non-technical losses reduction. The first two approaches are verified on a real distribution network with 300 000 residents (180 000 consumers). The results achieved in reducing losses by applying considered methodologies for several electricity distribution companies are also described. It is concluded that the use of these methodologies can achieve a significant improvement in efficiency of the distribution system and a significant reduction in costs due to energy losses.

Questions:

1. What factors influence the selection of the optimal approach for energy losses reduction?
2. Did authors discuss the analyzed approach in terms of necessary investments, or in terms of a cost-benefit?
3. Do the authors know what techniques are used in Elektrovojvodina (if any), for data synchronization within the implemented Electricity Consumption Auditing methodology?

R-6.05 SETTLEMENT OF PRODUCERS DEBALANCE IN INCENTIVE SYSTEM

Authors: N. KRULJ, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Trebinje, Bosnia & Herzegovina,
S. RIKALO, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Trebinje, Bosnia & Herzegovina
D. MURATOVIĆ, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Trebinje, Bosnia & Herzegovina
J. LAŽETIĆ, MH „Elektroprivreda Rep.Srpske“, Trebinje, Bosnia & Herzegovina
Reviewer: Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Belgrade, Serbia

This paper presents the actual topic of covering balancing costs of renewables, which production is stimulated by guaranteed feeding tariffs. The system of partial balancing responsibility of producers applied in Republic of Srpska is described, implemented from the beginning of 2016. Effects and experiences in the first four months of implementation are analyzed.

Questions:

1. Since balancing costs of renewable producers are partially covered, who is responsible for remaining costs suffered by System operator?
2. What is financial net effect of System operator related to balancing groups in the first four months of 2016, taking into account revenues and expenses related to balancing responsibilities and collected revenues from renewable producers?
3. Which producers in the system of mandatory redemption don't have obligation of paying variation balance costs?
4. Does System Operator plan to make own forecast of renewable production in own balancing group?
5. How many hours in April 2016 was recorded negative price for positive balance variation and in which parts of a day?

R-6.06 EXPERIENCE WITH CONSUMER SUPPLY IN REFERENCE WITH THE OPENING OF THE POWER MARKET IN SERBIA

Authors: N. MILOŠEVIĆ, ODS – branch Subotica, Serbia
N. KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Serbia
Reviewer: Dr Savo DJUKIC, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

The paper presents activities on implementation of deregulation in electric sector of Serbia, as well as regulation of supply of end consumers. Experiences in supply of end consumers in present days are presented, especially from aspect of distribution system operator (ODS). The following problems are detected: pure information provided to consumers and ODS, issues with application of procedures for changing suppliers, issues with data exchange after expiration of supply contract with current supplier and issues with cancelation of supply on request of supplier. In the conclusion of the paper, recommendations to improve described problems are presented.

Questions:

1. Which activities, by opinion of authors, remained to complete the process of deregulation and reorganization of electricity sector in Serbia?
2. Does the process of establishment of single ODS had positive or negative effects, considering detected problems?
3. Which measures may contribute resolution of detected problems with measuring points?



KRATKI SADRŽAJI REFERATA / ABSTRACTS

R-6.01

RADIZAJN TARIFA KATEGORIJE DOMAĆINSTVO

S. AGANOVIĆ, FERK Mostar, Bosna i Hercegovina
E. AGANOVIĆ, NOSBIHB Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Priključak na distributivnu mrežu u kategoriji domaćinstvo odobrava se uglavnom za objekte koji su namijenjeni za stanovanje, ali isto tako i za objekte koji nisu isključivo stambenog karaktera, kao što su zajedničke prostorije, garaže, vikend objekti. Broj priključaka u kategoriji domaćinstvo je dominantan u distributivnoj mreži. Za kategoriju potrošnje-domaćinstvo po pravilu mjeri se samo isporučena električna energija. Na ovaj način naplata troškova za isporučenu električnu energiju kategorije domaćinstvo, obračunava se uglavnom preko dva tarifna elementa aktivna električna energija i mjerno mjesto kupca. Obračun preko tarifnog elementa obračunska snaga bez mjerljivih podataka moguće je uraditi samo preko paušalno određenih iznosa. Ukupa račun za električnu energiju koji se dostavlja kupcima može se podijeliti na dva dijela. Prvi dio koji se odnosi na plaćanje troškova mrežarine, a drugi dio na troškove usluge snabdijevanja, koji sadrži i troškovi nabavke isporučene električne energije. Za kategoriju domaćinstvo obračunati troškovi mrežarine mogu činiti i više od 50% od ukupnih troškova. U strukturi troškova distributivne mrežarine, 65 % čine fiksni troškovi operatora distributivne mreže. Fiksni troškovi operatora distributivne mreže obezbjeđuju distributivni kapacitet prema potrebama konzuma. Operator distributivne mreže mora obezbjeđiti potreban kapacitet distributivne mreže bez obzira na količinu preuzete električne energije. Preko postojećeg tarifnog dizajna za kategoriju domaćinstvo nije moguće uraditi objektivan pojedinačni obračun troška distributivnog kapaciteta. Zbog toga u kategoriji domaćinstvo postoji skriveno subvencioniranje. U praksi to znači da će dva kupca sa objektivno istim ostvarenim troškom, imati različite fakture. Tako da se ispostavlja manja faktura za jednog kupca, nepravedno pokriva preko fakture većeg iznosa za drugog kupca. Ovaj rad na primjeru kategorije domaćinstvo u dijelu distributivnog područja Federacije Bosne i Hercegovine, želi da pokaže nedostatke aktuelnog tarifnog dizajna i predloži moguća rješenja. Kroz prijedlog tarifnog redizajna, uvođenjem tarifnih stavova za aktivnu snagu kupaca kategorije domaćinstvo, moguće je izbjeći postojeće skriveno subvencioniranje unutar kategorije domaćinstvo.

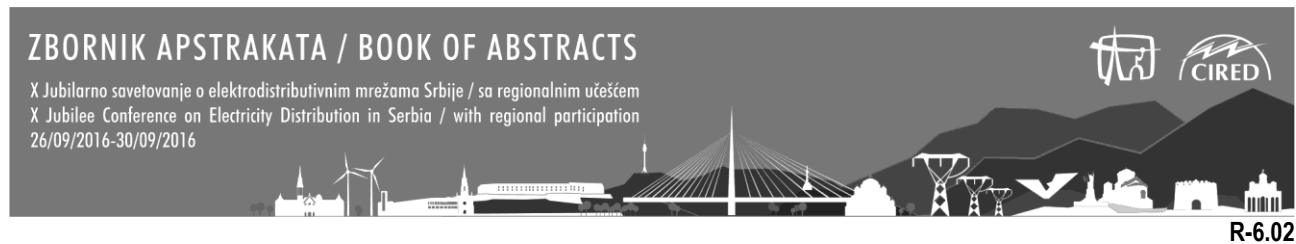
Ključne riječi: kategorija domaćinstvo, grupe potrošnje, tarifni dizajn, subvencioniranje, alokacija troška, obračun potrošnje.

REDISIGN OF TARIFF FOR CATEGORY HOUSEHOLD

Connection to the distribution network in the category of household is granted mainly for facilities which are suitable for housing, but also for objects which are not exclusively residential purposes, such as common areas, garages, summer houses. Number of connections in the category of household is dominant in the distribution network. For the category of consumption-household rule measured only supplied electrical energy. In this way, charges for delivered electricity household category, calculated mainly through two tariff elements active electric energy and the measuring point of the buyer. Clearing through tariff element billing demand without quantifiable data can be done only through a lump-sum amount. TOTAL energy bill which is delivered to customers can be divided into two parts. The first part related to the payment of the costs of network fees, and the other part of the costs of supply services, which includes the cost of purchasing electricity supplied. In the category of household accrued expenses and network fees may constitute more than 50% of total costs. In the cost structure of the distribution network fee, 65% are fixed costs of the distribution network operator. The fixed costs of the distribution network operator providing distribution capacity to the needs of consumers. The operator of the distribution network must provide the necessary capacity distributivne network regardless of the amount of power taken over. Over the existing tariff design for the category household is not possible to do an objective individual calculation of the cost of distribution capacity. Therefore, in the category of household there is hidden subsidy. In practice, this means that two customers with the same objective achieved cost, have different invoices. So it is drawn smaller invoices for one customer, unfair covers over a larger amount of the invoice for another buyer. This work on the example of the category household in the distribution of the Federation of Bosnia and Herzegovina, wants to show the shortcomings of the current tariff design and propose possible

solutions. Through the redesign of the tariff proposal, the introduction of tariff rates for active power customer categories household, it is possible to avoid the existing hidden subsidizing within the category of household.

Key words: household category, consumption group, tariff design, subsidization, allocation of the cost, calculation of consumption.



ZNAČAJ DANA SA VELIKIM DOGAĐAJEM NA DEREGULISANOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE

J. V. SPIRIĆ, Leskovac, Srbija
M. DOČIĆ, „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogranak Leskovac, Srbija
J. SPIRIĆ, „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogranak Leskovac, Srbija

Najčešće korišćeni pokazatelji pouzdanosti snabdevanja kupaca električne energije su SAIFI (*System Average Frequency Interruption Index*) i SAIDI (*System Average Duration Interruption Index*). Vrednosti ovih indeksa mogu se podeliti u dva skupa. Prvi skup sadrži vrednosti indeksa koji predstavljaju događaje na koje distributivni sistem može odgovoriti bez kriznog načina rada (*day-to-day operation*). Drugi skup sadrži vrednosti indeksa koji predstavljaju događaje koji od distributivnog sistema i osoblja zahtevaju specijalan način rada i adekvatan odgovor. Dani sa takvim događajima nazivaju se danima velikih događaja i u literaturi se označavaju sa MED (*Major Event Days*). Definisanje MED omogućava prepoznavanje prave prirode uzroka koji su izazvali prekide snabdevanja na mreži operatora distributivnog sistema. Značaj razlikovanja MED od ostalih dana prepoznaje se i u izloženim mogućim modelima nagrađivanja ili penalisanja operatora distributivnog sistema od strane nadležnog regulatornog tela.

Ključne reči: događaj, pouzdanost, pokazatelj, promenljiva, nagrađivanje, penalisanje.

AN IMPORTANCE OF MAJOR EVENT DAY IN DEREGULATED ELECTRICITY MARKET

The most common used reliability indicators of customer supply are SAIFI (*System Average Frequency Interruption Index*) and SAIDI (*System Average Duration Interruption Index*). The values of these indexes can be divided into two sets. The first set contains index values that represent events on which distribution system can respond without crisis operation mode (*day-to-day operation*). The second set contains index values that represent events on which distribution system and staff can require special operation mode and adequate response. Days with these events are called major event days and in literature are marked with MED (*Major Event Days*). Definition of MED allows recognizing real nature of reasons that caused supply interruptions in operator's distribution system network. The significance of MED distinction between other days is identified in exposed possible models of distribution system operator rewarding and penalizing by the competent regulatory body.

Key words: event, reliability, indicator, variable, rewarding, penalizing.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-6.03

POKAZATELJI POUZDANOSTI I MOGUĆNOST PRIMENE PODSTICAJNIH ŠEMA NA POVEĆANJE POGONSKE SPREMNOSTI – STUDIJA SLUČAJA TS 110/35 kV/kV „BEOGRAD 10 – MISLOĐIN“

M. MINIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, ODS Beograd,
Ž. MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, EPS Beograd,
A. MARKOVIĆ, EPS, Beograd, *Serbia*

Proces restrukturiranja elektroenergetskog sektora dovodi do promena u organizaciji i funkcionisanju energetske subjektu, ali i u njihovom odnosu prema korisnicima. S tim u vezi ovaj rad se bavi pitanjem pogonske spremnosti elektroenergetskog objekta – TS 110/35kV Beograd 10 Mislođin. Ova trafostanica odabrana je zbog najlošijeg stanja, u eksploatacionom smislu, od svih objekata koji su preuzeti od JP EMS. Specifičnost ove trafostanice je konstantan paralelan rad transformatora. Prikazani su ispadi i kvarovi na elementima predmetne trafostanice, kao i njihov uticaj na potrošače, što je prikazano SAIDI, SAIFI i ENS pokazateljima kvaliteta. Tumači se novi način izračunavanja pokazatelja kvaliteta u skladu sa novim pravilnikom o internim ekonomskim odnosima ODS – a, odnosno rangiranju ogranka po uspešnosti. U zaključku rada dati su neki od predloga za povećanje pogonske spremnosti ove trafostanice.

Ključne reči: pogonska spremnost, SAIDI, SAIFI, ENS.

RELIABILITY INDICES AND APPLICABILITY OF INCENTIVES METHODS TO IMPROVE AVAILABILITY – CASE STUDY WITH SUBSTATION 110/35 Kv “BELGRADE 10 - MISLODJIN”

The restructuring process concerning the electric power sector brings changes in terms of organization and functioning of energy subjects, as well as changes in terms of their relation to the consumers. In connection thereto, this paper deals with the issue of operating availability of the electric power facility – 110/35kV substation Belgrade 10 Mislođin. This substation was also selected on account of its poorest state, in terms of operating availability, among all the facilities taken over from PE Power Network of Serbia od (JP EMS). What is specific for this substation is the constant parallel operation of transformers. The paper presents outages and faults occurring in the elements of the referent substations, as well as the impact thereof on the consumers, which is demonstrated by means of the SAIDI, SAIFI and ENS quality indicators. An interpretation of the new way of calculating the quality indicators is given, in accordance with the Rule Book on internal economic relations among DSOs, and ranking of subsidiaries in terms of successful operation. In the conclusion of the paper some suggestions are given concerning better operating availability of this substation.

Key words: operating availability, SAIDI, SAIFI, ENS.

ZBORNİK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS

X Jubilarno savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije / sa regionalnim učešćem
X Jubilee Conference on Electricity Distribution in Serbia / with regional participation
26/09/2016-30/09/2016



R-6.04

REDUKCIJA GUBITAKA SNAGE KORIŠĆENJEM ADMS OPTIMIZACIONIH APLIKACIJA

Juliana KATIĆ, Schneider Electric DMS, Srbija
Nenad KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

U današnje vreme, pametno upravljanje distributivnim mrežama zahteva centralizovane napredne sisteme za upravljanje mrežom (Advanced Distribution Management Systems (ADMS)), komunikacioni sistem, automatizaciju transformatorskih stanica i velikih postrojenja na lokalnom nivou i pametne ispravljače (Smart Control) postavljane u dubini mreže. Korišćenjem ADMS optimizacionih funkcija moguće je ostvariti višestruka poboljšanja efikasnosti rada mreže, između ostalog, smanjenje gubitaka snage, redukovane

troškova rada mreže, poboljšanje kvaliteta napajanja i usluga klijentima. U ovom radu prikazani su metodologija, iskustvo i postignuti rezultati u smanjenju gubitaka električne energije korišćenjem ADMS optimizacionih funkcija. Primenom ovih metoda moguće je ostvariti značajna poboljšanja efikasnosti rada sistema kao i znatno smanjenje troškova, što ovaj pristup čini atraktivnih za bilo koje preduzeće.

Ključne reči: distributivno preduzeće, distribucija, automatizacija, gubici snage.

POWER LOSSES REDUCTION USING ADVANCED DMS FUNCTIONS

Smart operation of distribution grid nowadays requires centralized Advanced Distribution Management Systems (ADMS), communication system, local substation automation and smart control devices in a distribution network. Using ADMS optimization features it is possible to achieve several optimization targets, which can reduce power losses, grid operation cost, improve the power quality and customer service. The methodology, experience and results achieved in power losses reduction using ADMS optimization features, are presented in this paper. There are significant operation performance improvements applying such methodology, as well as significant cost reduction, therefore this approach might be of interest to any Utility.

Key words: power distribution, distribution automation, power losses.



ОБРАЧУН ДЕБАЛАНСА ПРОИЗВОЂАЧА У СИСТЕМУ ПОДСТИЦАЈА

Небојша КРУЉ, Сања РИКАЛО, Јагода ЛАЗЕТИЋ
МН ERS матично предузеће а.д. Требиње, Степе Степановића ББ, Требиње

Произвођач закључивањем Уговора о обавезном откупу електричне енергије по гарантованој откупној цијени за производњу из обновљивих извора са Оператором система подстицаја (ОСП) постаје члан балансне групе ОСП-а. Произвођач, у складу са одредбама Закона о обновљивим изворима енергије и ефикасној когенерацији, сноси 25% трошкова властитог дебаланса уколико остварена производња одступа од одобреног дневног распореда рада. Електропривреда Републике Српске привремено, до формирања независног тијела, обавља послове ОСП-а, те врши обрачун и наплату трошкова дебаланса након ступања на снагу Тржишних правила почев од 01.01.2016. године. Обрачун трошкова дебаланса врши се на сатном нивоу, на бази пријављених дневних планова рада произвођача и њиховог остварења, те на бази цијена дебаланса које утврђује Независни оператор система БиХ. У раду је приказана методологија обрачуна дебаланса, израчуната је средња вриједност одступања производње од достављеног плана, те извршен прорачун трошкова дебаланса у односу на гарантоване откупне цијене и вриједност произведене електричне енергије.

Кључне ријечи: Произвођач, Оператор система подстицаја, дебаланс, трошкови дебаланса.

SETTLEMENT OF PRODUCERS DEBALANCE IN INCENTIVE SYSTEM

N. KRULJ, S. RIKALO, D. MURATOVIĆ, J. LAŽETIĆ,
МН „Elektroprivreda Rep. Srpske“, Матично предузеће а.д. Требиње, *Bosnia & Herzegovina*

Producer by signing the Guaranteed feed in prices delivery contract for electricity generated from renewable energy sources, with Support System operator (SSO), becomes a participant of SSO balancing group. Producer, in accordance with Law of renewable energy sources and in efficient co-generation, is obligated to pay 25% of its imbalance, in situation when its hourly production deviates from its approved daily schedule.

Power utility of Republic of Srpska which is temporary declared as SSO, until independent SSO is formed, performs calculation and billing of imbalance costs in accordance with the Market rules, starting from January 1st 2016.

Imbalance costs calculation is performed on hourly basis, based on the daily schedule, actual generated energy and imbalance prices which are defined by Independent System Operator (ISO) in BiH.

The methodology for imbalances calculation, calculated mean value of energy imbalances and calculated imbalance costs compared to the guaranteed feed in prices and to the value of generated electricity, are provided in this Paper.

Key words: Producer, Support System operator, imbalance, imbalance costs.

ISKUSTVA SA SNABDEVANJEM POTROŠAČA PRI OTVARANJU TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U SRBIJI

Nikola MILOŠEVIĆ, EPS distribucija d.o.o. Beograd – Ogranak Subotica, Srbija
Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

U ovom radu je predstavljena deregulacija elektroprivrede Srbije, koja ima za cilj otvaranja tržišta električne energije sa nediskriminatornim pristupom svih proizvođača, snabdevača i kupaca. Poseban akcenat je stavljen na problematiku snabdevanja iz ugla operatora distributivnog sistema. Prvo je opisan proces deregulacije elektroprivrede Srbije od 2004. godine do danas, sa naglaskom na tržište električne energije. Zatim su predstavljena pravila snabdevanja krajnjih kupaca električnom energijom, kako bi se u narednom poglavlju skrenula pažnja na nedostatke organizacije tržišta električne energije u Srbiji. Navode se problemi koji se odnose na neobaveštenost kupca i distributera, neprimenjivanje procedure pri promeni snabdevača, kao i problematiku sprovođenja obustava na zahtev snabdevača. Svi navedeni problema i njihova rešavanja, dati su iz ugla ogranka operatora distributivnog sistema, sa ciljem unapređenja tržišta električne energije u Srbiji.

Ključne reči: tržište električne energije, snabdevanje električnom energijom, snabdevači, operator distributivnog sistema.

EXPERIENCE WITH CONSUMER SUPPLY IN REFERENCE WITH THE OPENING OF THE POWER MARKET IN SERBIA

This paper presents the deregulation of the electric power industry of Serbia, which aims to open the electricity market to non-discriminatory access for all producers, suppliers and customers. Special emphasis is placed on supply issues from the perspective of the distribution system. The first chapter describes the process of deregulation of the electric power industry of Serbia from 2004 to the present, with emphasis on the electricity market. The second chapter presents rules of supply to final customers of electricity, and the third chapter highlights issues of the organization of the electricity market in Serbia. Problems relating to lack of information for customers and distributors, issues in application of procedure for changing supplier, and issues with supply suspensions on the request of the supplier are emphasized. All these problems and possible solutions are presented from the perspective of a distribution system operator's branch, in order to contribute to improvement of the electricity market in Serbia.

Key words: electricity market, electricity supply, suppliers, distribution system operator.

INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS

E. AGANOVIĆ	167,169,171	S. ĐEKIĆ	154,157,164
S. AGANOVIĆ	167,169,171	A. ĐORĐEVIĆ	21,29,40,122,123,128,129,137,142
M. AKSENTIJEVIĆ	22,30,45	N. ĐORĐEVIĆ	123,129,141
B. ANTIĆ	61,69,79	R. ĐORĐEVIĆ	126,132,151
D. ANTIĆ	63,70,84	N. ĐURIĆ	25,33,54,63,70,84
B. ARSIĆ	61,68,77	Ž. ĐURIŠIĆ	122,123,128,129,137,139,142
M. BAČLIĆ	60,67,75	S. ĐUROVIĆ	24,32,52
M. BANJANIN	64,72,89	L. GAJDOBRANSKI	125,131,147
M. BEČIĆ	154,157,164	J. GAJOVIĆ	121,127,133
I. BEGIĆ	23,31,47	J. GERLITZ	21,29,141
F. BEGOVIĆ	121,127,135	Đ. GLIŠIĆ	24,32,52
A. BIJEDIĆ	64,72,90	R. GRAOVAC	101,106,119
G. BJELAJAC	66,74,95	M. GRBIĆ	25,27,33,35,54,58,59,62,69,82
B. BOGDANOVIĆ	14,15,18	B. GRUJIĆIĆ	61,68,77
A. BOLOBAN	121,127,132	N. HASANSPAHIC	122,128,136
M. BOROVIĆ	23,31,49	D. HERCEG	20,28,36
A. BOSOVIĆ	122,128,136	F. HIDIĆ	154,157,164
A. BOŠKOVIĆ	96,100,102,106,108,118	B. HOLIK	63,71,86
B. BRBAKLIĆ	96,102,107	E. HRNJIĆ	123,129,140
I. BULATOVIĆ	26,35,58	D. HRVIĆ	25,33,54
J. CARDENAS	99,105,115	D. ILIĆ	21,29,42,66,74,95
D. CVETINOV	60,67,74,98,104,112	DŽ. IMŠIROVIĆ	23,31,47
N. CVETKOVIĆ	24,32,50	I. JAGODIĆ	26,34,35,57,58,66,74,95
D. ĆETENOVIĆ	24,32,52,154,157,164	Đ. JANAČKOVIĆ	26,34,56
J. ČARNIĆ	60,68,76	B. JANKOVIĆ	122,128,138
I. ČASAR	62,70,83	Z. JANKOVIĆ	124,129,143
A. ČOLAKOVIĆ	121,127,132	J. JANKOVIĆ	22,30,46,25,34,55,26,34,56
D. ČOMIĆ	60,61,67,68,74,79	A. JANJIĆ	156,157,163,155,158,165,166
Z. ČORBA	62,69,81,122,128,138	N. JEMUOVIĆ	99,105,114
B. ČUPIĆ	61,68,77	Z. JEREMIĆ	21,28,40
I. DIMITRIJEVIĆ	65,7392	A. JEVTIĆ	124,130,145
M. DOČIĆ	125,130,147,167,169,172	Ž. JEVTIĆ	124,130,145
K. DRAKIĆ	22,25,26,30,34,46,55,56	M. JOVANOVIĆ	100,106,117
S. DUBAČKIĆ	100,106,118	D. JOVANOVIĆ	24,32,52
B. DUMNIĆ	62,69,121,122,127,128,134,138	Đ. JOVANOVIĆ	21,29,42
V. DURKOVIĆ	124,130,145	G. JOVANOVIĆ	14,15,18,99,105,114

Z. JOVANOVIĆ	100,106,117	S. MEĐO	22,30,45
V. JOVANOVIĆ	101,106,119	M. MEHOVIĆ	122,128,136
S. JOVIĆ	20,27,35	D. MIHAJLOVIĆ	22,30,44
S. JUSIĆ	121,127,135,123,129,140	I. MIHAILOVIĆ	22,30,46
K. KASAŠ-LAŽETIĆ	20,28,36,25,33,54	J. MIKULOVIC	124,130,144
J. KATIĆ	167,170,173	S. MIJAILOVIĆ	154,157,164
N. KATIĆ	167,168,170,173,175	S. MIJAJLOVIĆ	121,127,133
V.A. KATIĆ	62,65,69,73,81,93	V. MIJATOVIĆ	97,98,103,104,109,111
V. KATIĆ	121,127,134	M. MIJIĆ	64,72,89
D. KLJAJIĆ	25,33,54,63,70,84	R. MILANKOV	60,63,68,70,76,85
S. KNEŽEVIĆ	96,102,107	I. MILANOV	23,31,49
B. KOJIČIĆ	155,158,165	D. MILIĆEVIĆ	62,69,81,122,125,128,131,138,148
D. KOTUR	124,130,144	S. MILIVOJEV	60,67,74,97,103,110
N. KOVAČEVIĆ	25,34,55	A. MILOJKOVIĆ	66,73,94
R. KOVAČIĆ	64,72,89	S. MILORADOVIĆ	64,71,87
N. KRKLJUŠ	125,131,147	S. MILOSAVLJEVIĆ	21,25,29,34,42,55
V. KRNAJSKI	22,29,43	D. MILOŠEVIĆ	153,156,161
N. KRULJ	168,170,174	N. MILOŠEVIĆ	168,170,175
P. KUNDAČINA	125,131,147	M. MINIĆ	167,170,173
J. KUŠIĆ	122,128,139	I. MITIĆ	23,31,49
M. KUZMANOVIĆ	99,105,114	A. MITROVIĆ	25,33,54
J. LAZIĆ	21,26,29,35,42,58	M. MITROVIĆ	122,128,137
J. LAŽETIĆ	168,170,174	Z. MITROVIĆ	61,69,79
A. LEMEZ	20,28,37,38	LJ. MLADENOVIĆ	126,132,152
T. LINNEMANN	123,129,141	M. MOSKOVLJEVIĆ	152,156,158
S. LOLIĆ	99,105,115	N. MUČALICA	99,105,115
J. LUKIĆ	21,23,25,26,29,31,34,42,47,55,56	D. MURATOVIĆ	125,131,148,168,170,174
R. MAKSIMOVIĆ	66,74,95	M. MUSIĆ	122,128,136
D. MALEŠEVIĆ	124,129,143	G. NEDIĆ	63,70,84
M. MALETIN	99,105,114	B. NIJEMČEVIĆ	124,130,145
S. MANDIĆ	14,15,18,97,103,110	R. NIKOLIĆ	125,131,147
S. MARČETA	63,71,86	D. OBRADOVIĆ	20,28,39
Đ. MARJANOVIĆ	21,28,40	M. OBRADOVIĆ	24,32,52
A. MARKOVIĆ	61,68,77,167,170,173	V. OSTRACANIN	24,32,52
Ž. MARKOVIĆ	61,68,77,167,170,173	V. PAJIĆ	21,29,41,42
V. MARKOVIĆ	20,27,35	K. PALUŠEK	62,70,83
D. MATIĆ	25,34,55	T. PAPIĆ	20,28,36

A. PAVLOVIĆ	25,33,54,62,69,82	S. SARIĆ	125,131,149
D. PEJIĆ	61,69,79	M. SAVIĆ	64,72,89
B. PEJOVIĆ	21,29,42	N. SAVIĆ	65,73,93
D. PERIĆ	22,29,43	J. SECO	99,105,115
D. PETROVIĆ	22,30,44	S. SHOARINEJAD	99,105,115
M. PETROVIĆ	24,25,33,53,54	Z. SIMENDIĆ	125,131,147
N. PETROVIĆ	20,28,36	A. SIMOVIĆ	20,28,37,38
D. PIHLJAK	13,15,16	A. SOFTIĆ	64,72,90
J. PLANOJEVIĆ	26,34,56	P. SOVILJ	61,69,79
B. POPADIĆ	62,69,81,122,128,138	S. SPAHIĆ	13,15,16
Ž. POPOVIĆ	60,67,75,96,102,107	J. SPIRIĆ	125,130,147, 167,169,172
M. POROBIĆ	14,15,18,60,67,74,97,103,110	J. V. SPIRIĆ	167,169,172
M. PRŠA	20,25,28,33,36,54	S. SPREMIĆ	64,64,71,73,86,92
V. PUSTAHIIJA	101,106,119	S. STANIŠIĆ	24,32,51
Z. RADAKOVIĆ	24,32,51,123,129,141	M. STANKOVIĆ	64,71,87
G. RADIĆ	125,131,148	S. STANKOVIĆ	125,130,147
M. RADIĆ	60,67,75	J. STANOJEVIĆ	21,29,40,122,128,137
B. RADMILOVIĆ	96,102,108	V. STANOJEVIĆ	20,27,35,153,156,161
U. RADOMAN	123,129,141	P. STEFANOV	153,156,162
M. RADOSAVLJEV	60,68,76	D. STEVANOVIĆ	155,158,166
M. RADOSAVLJEVIĆ	126,131,150	J. STEVIĆ	101,107,120
M. RADUNOVIĆ	97,98,103,104,109,111	B. STOJANOVIĆ	152,153,156,158,159
N. RAHIMIĆ	121,127,132	M. STOJANOVIĆ	24,32,50
N. RAJAKOVIĆ	65,72,91,124,130,145	N. STOJANOVIĆ	22,30,45
T. RAJIĆ	152,153,156,158,159	V. STOJIČIĆ	13,15,17,101,107,120
I. RAMLJAK	61,68,78	V. C. STREZOSKI	153,156,160
A. RANKOVIĆ	154,157,164	L. STREZOSKI	121,127,134
D. RAPAĆ	126,132,152	S. SULJOVIĆ FAZLIĆ	13,15,16
D. RIESENBERG	123,129,141	M. ŠARIĆ	121,127,132
S. RIKALO	168,170,174	D. ŠOŠIĆ	153,156,162
M. RISTIĆ	26,34,35,57,58,66,74,95	N. ŠUŠNICA	153,156,161
Z. RISTIĆ	26,34,35,57,58,66,74,95	M. TANASKOVIĆ	22,23,29,31,43,48
D. RISTIVOJEVIĆ	21,29,41,42	Ž. TANJGA	14,15,18,60,67,74,98,104,112
I. RUSU	14,16,19	B. TASIĆ	26,34,57
H. SALKIĆ	64,72,90	D. TASIĆ	24,32,50
D. SALAMON	62,69,82	R. TODOROVIĆ	66,73,94
B. SARIĆ	125,131,149	A. TOKIĆ	23,31,47

D. TOVILOVIĆ	65,72,91
S. TUCAKOVIC	126,132,151
D. VASIĆ	126,132,151
V. VASOVIĆ	21,22,26,29,30,34,42,46,56
Đ. VELJOVIĆ	26,34,56
P. M. VIDOVIĆ	153,156,160
D. VOJNOVIĆ	99,105,114
N. R. VOJNOVIĆ	153,156,160
D. VORGIĆ	25,34,55
Đ. VOZEL	13,15,16
N. VRCELJ	66,73,94,153,156,161
M. VUKAS	125,131,147
D. VUKSANOVIĆ	26,34,35,57,58
D. VUKOTIĆ	66,73,94,98,100,104,106,113,116
S. VUKOVIĆ	21,29,41,42
B. VULEVIĆ	25,27,33,54,58
G. WEISS	21,29,41
M. ZELJKOVIĆ	124,129,143
M. ŽARKOVIĆ	64,72,89
G. ŽIVADINOVIĆ	98,100,104,106,113,116,117
G. ŽIVKOVIĆ	22,30,44

Schneider electric

ABB

Siemens

General Electric

EMS

I M Pupin

Elnos Group

Weidmuller

Elektokoil

Minel Trafo

Ziks Hard

Minel Dinamo

Saturn pola strane

DEC pola strane

Schneider DMS NOVI SAD pola strane

Enel PS Pola strane

Marti Komerc pola strane

SRC Soft pola strane

SNE Energy pola strane

Division pola strane

IED pola strane

CIREĐ 20 godina oglas pola str