



ZBORNİK SADRŽAJA REFERATA BOOK OF ABSTRACTS



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation

30/08 - 03/09/2021, Vrnjačka Banja, Srbija



XII SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
sa regionalnim učešćem
Srbija, Vrnjačka Banja
30. avgust – 3. septembar 2021.

XII CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION
with regional participation
Serbia, Vrnjacka Banja
August 30 - September 3, 2021

ZBORNİK SADRŽAJA REFERATA **BOOK OF ABSTRACTS**

Organizator:

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

Organized by:

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

www.ciredserbia.org.rs

Podržano od / Supported by:



Izdavač / *Publisher*: 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:
Editor in Chief: dr Zoran SIMENDIĆ

Priprema i tehnička obrada:
Prepress: 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 / *Cover Design*: Sanja Milošević

Štampa / *Printing Office*: Štamparija Radunić

Tiraž / *Print run*: 420

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 12. 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 **12th 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

Stručna komisija 1 / <i>Expert Committee 1:</i>	KOMPONENTE MREŽA / NETWORK COMPONENTS	
Predsednik komisije / <i>Chairman:</i>	dr Vladimir ŠILJKUT, JP Elektroprivreda Srbije	
Izveštaj STK 1		12
Session 1 Report		17
R-1.01		22
EKSPLOATACIJA VISOKOTEMPERATURNOG VODIČA S KOMPOZITNIM JEZGROM TIPA ACCC U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI 35kV EXPLOITATION OF HIGH TEMPERATURE LOW SAG CONDUCTORS IN POWER DISTRIBUTION NETWORK 35kV		
Ivan JURIĆ, Marin ČURKOVIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Hrvatska		
R-1.02		23
POGONSKA ISKUSTVA – METODE ZA PREVENCIJU ŠTETE UZROKOVANE POSOLICOM NA NADZEMNIM VODOVIMA DEPARTMENT FINDINGS – METHODS FOR PREVENTION OF DAMAGE CAUSED BY FROST ON THE POWER LINES ABOVE THE GROUND		
Josip SRDANOVIĆ, Dinko MARIJAN, Domagoj MILUN, HEP-ODS Elektrodalmacija, Hrvatska		
R-1.03		24
IZGRADNJA DISTRIBUCIJSKE TRANSFORMATORSKE STANICE 10(20) / 0,4 kV SA STAJALIŠTA UŠTEDE, POVEĆANJA SIGURNOSTI OPSKRBE I DEKARBONIZACIJE / CONSTRUCTION OF DISTRIBUTION TRANSFORMER STATION 10(20) / 0,4 kV FROM POINT OF SAVINGS, INCREASE OF SECURITY OF SUPPLY AND DECARBONISATION		
Ivan JURIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Joško GRAŠO, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektra Zagreb, Ante ČOVIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektra Zagreb, Mario ŠULC, Projektni biro Naglič d.o.o., Zagreb, Hrvatska		
R-1.04		25
REKONSTRUKCIJA RAZVODNOG POSTROJENJA 35 kV U TERMOELEKTRANI KOSTOLAC A RECONSTRUCTION OF 35 kV SWITCHGEAR IN THERMAL POWERPLANT KOSTOLAC A		
Zlatko SIMEUNOVIĆ, Jelena NIKOLIĆ, Dejan ŽUKOVSKI, JP EPS, TE-KO "Kostolac", Srbija		
R-1.05		26
PRIMENA MIKROTUNELA I PODZEMNIH ELEKTROENERGETSKIH (EE) GALERIJA U URBANIM SREDINAMA APPLICATION OF UTILITY MICROTUNNELS AND UNDERGROUND GALLERIES IN URBAN AREAS		
Slaven JERKOVIĆ, Energoprojekt Entel a.d., Rep. Srbija		
R-1.06		27
DIJAGNOSTIKA UNUTRAŠNJIH KVAROVA ENERGETSKOG TRANSFORMATORA OBRADOM SIGNALA SNIMLJENOG IMPULSNOG ODZIVA / DIAGNOSTICS OF INTERNAL FAILURES OF THE POWER TRANSFORMER BY SIGNAL PROCESSING OF RECORDED IMPULSE RESPONSE		
Mileta ŽARKOVIĆ, Miloš BJELIĆ, Tatjana MILJKOVIĆ, Bogdan BRKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu Elektrotehnički fakultet, Srbija		
R-1.07		28
ISKUSTVA U PRIMENI NOVIH ISPITNIH METODA PRI DIJAGNOSTICI STANJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA 110/X kV U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU / EXPERIENCE IN APPLICATION OF NEW TEST METHODS IN DIAGNOSTICS OF 110/X kV POWER TRANSFORMERS IN THE DISTRIBUTION SYSTEM		
Branko PEJOVIĆ, Denis ILIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena JANKOVIĆ, Jelena LUKIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Vladimir OSTRACANIN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija		
R-1.08		29
STANJE PROLAZNIH IZOLATORA 110 kV NA TRANSFORMATORIMA / CONDITION OF TRANSFORMER BUSHINGS 110 kV		
Siniša SPREMIĆ, Aleksandar ANTONIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija		
R-1.09		29
ANALIZA KVAROVA MERNIH TRANSFORMATORA 110 kV I ODVODNIKA PRENAPONA 110 kV ANALYSIS OF FAILURES OF INSTRUMENT TRANSFORMERS 110 kV AND SURGE ARRESTERS 110 kV		
Dušan OBRADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija		
R-1.10		30
ISPITIVANJE PARCIJALNIH PRAŽNENJA NA SREDNENAPONSKIM GASOM IZOLOVANIM POSTROJENJIMA PARTIAL DISCHARGE TESTING ON MEDIUM VOLTAGE GAS INSULATED SWITCHGEAR		
Filip ZEC, Jovan MIKULOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija, Ana MILOŠEVIĆ, Nenad KARTALOVIĆ, Institut Nikola Tesla, Srbija		
I-1.11		31
PREVENTIVNO ODRŽAVANJE SF6 PREKIDAČA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA - POGONSKA ISKUSTVA PREVENTIVE MAINTENANCE OF SF6 CIRCUIT BREAKERS IN ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORKS - OPERATIONAL EXPERIENCES		
Vladimir OSTRACANIN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Kraljevo, Vladica MIJAILOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, Srbija		
I-1.12		31
ISKUSTVA SA DETEKCIJOM VISOKOOMSKIH KVAROVA PREKINUTIH VODIČA NA SREDNENAPONSKIM NADZEMNIM VODOVIMA EXPERIENCE WITH THE DETECTION OF HIGH IMPEDANCE FAULTS (HIF) OF INTERRUPTED CONDUCTORS ON MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD LINES		
Ivan ŠTAMOL, Viktor LOVRENČIĆ, Matej DEČMAN, Miha OSREDKAR, C&G d.o.o. Ljubljana, Marjan BEZJAK, E-SENZOR d.o.o., Slovenija		
R-1.13		32
ZNAČAJ ISPITIVANJA PRIBORA ZA NN SKS U FABRIČKIM LABORATORIJAMA SIGNIFICANCE OF TESTING OF ACCESSORIES FOR LV ABC IN FACTORY LABORATORIES		
Mirosljub PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd, Ogranak Kraljevo, Darko JOVANOVIĆ, FEMAN d.o.o. Jagodina, Srbija		

R-1.14	.....	33
PRIKAZ GRUPE DOKUMENATA IEC/TS 60815 ZA IZBOR I DIMENZIONISANJE DISTRIBUTIVNIH IZOLATORA ZA NADZEMNE VODOVE U USLOVIMA ZAGAĐENJA / REPRESENTATION OF A GROUP OF DOCUMENTS IEC/TS 60815 FOR SELECTION AND DIMENSIONING OF DISTRIBUTION INSULATORS INTENDED FOR USE IN POLLUTED CONDITIONS		
Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Srbija		
R-1.15	.....	33
OCENA KONSTRUKCIJA DISTRIBUTIVNIH IZOLATORA ZA NADZEMNE VODOVE KOJI SU SADA U PRIMENI CONSTRUCTION EVALUATION OF DISTRIBUTION INSULATORS FOR OVERHEAD LINES WHICH ARE CURRENTLY IN USE		
Dušan DOKIĆ, Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Srbija		
R-1.16	.....	34
KRITIČKI OSVRT NA PRAKSU IZMEŠTANJA MESTA MERENJA A CRITICAL REVIEW OF THE PRACTICE OF METERING POINTS RELOCATION		
Vladimir ŠILJKUT, Javno Preduzeće Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija		
R-1.17	.....	35
PROCENA STARENJA TRANSFORMATORA NA OSNOVU DIJAGRAMA OPTEREĆENJA, SADRŽAJA VLAGE U IZOLACIONOM SISTEMU I TEMPERATURE AMBIJENTA / EVALUATION OF TRANSFORMER AGEING BASED ON LOADING DIAGRAMS, MOISTURE CONTENT IN INSULATION SYSTEM AND AMBIENT TEMPERATURE		
Zoran RADAKOVIĆ, Marko NOVKOVIĆ, Uroš RADOMAN, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srđan MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Vladimir OSTRACANIN, Radomir TODOROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija		
R-1.18	.....	36
PRIMENA WENNER-OVE METODE NA TLO SA TANKIM POVRŠINSKIM SLOJEM VELIKE SPECIFIČNE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI APPLICATION OF THE WENNER METHOD ON SOIL WITH A THIN SURFACE LAYER WITH HIGH ELECTRICAL RESISTIVITY		
Stevan STANIŠIĆ, Zoran RADAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija		
R-1.19	.....	37
PRORAČUN MAKSIMALNOG UGIBA I NAPREZANJA PROVODNIKA POMOĆU PROGRAMA ZA TABELARNE PRORAČUNE CALCULATION OF MAXIMUM SAG AND TENSION OF CONDUCTOR BY THE SPREADSHEET PROGRAMS		
Dragoslav PERIĆ, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, odsek Primenjene inženjerske nauke Požarevac, Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Srbija		
R-1.20	.....	38
PRORAČUN STRUJNOG OPTEREĆENJA NADZEMNIH VODOVA SA ALUČI PROVODNICIMA ZA POTREBE PROJEKTOVANJA CALCULATION OF PERMISSIBLE CURRENT LOAD (100 % LOAD FACTOR) OVERHEAD LINES WITH ALUMINUM STEEL CONDUCTORS FOR DESIGN NEEDS		
Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Dragoslav PERIĆ, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, odsek Primenjene inženjerske nauke Požarevac, Srbija		
R-1.21	.....	38
RAČUNARSKI PROGRAM ZA PRORAČUN TERMIČKI TRAJNO DOZVOLJENE STRUJE ENERGETSKIH KABLOVA POLOŽENIH U ZEMLJU SOFTWARE FOR THE AMPACITY CALCULATION OF UNDERGROUND POWER CABLES		
Stefan MIČIĆ, G&W Electric Company, Čikago, SAD, Aleksandar SAVIĆ, Mileta ŽARKOVIĆ, Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija		
R-1.22	.....	39
SMANJENJE VIZUELNIH UTICAJA DISTRIBUTIVNIH ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA NA ŽIVOTNU SREDINU MITIGATION OF VISUAL IMPACT OF DISTRIBUTION ELECTRICITY FACILITIES ON ENVIRONMENT		
Bogdan PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije – Ogranak ED Subotica, Siniša SPREMIĆ, Elektrodisistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija		
R-1.23	.....	40
ISPITIVANJE ELEKTRIČNOG I MAGNETSKOG POLJA U BLIZINI NADZEMNIH I KABLOVSKIH VODOVA U DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD S CILJEM OCENE IZLOŽENOSTI RADNIKA TESTING OF ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS IN THE VICINITY OF OVERHEAD AND CABLE POWER LINES IN BELGRADE POWER DISTRIBUTION AREA FOR THE PURPOSE OF ASSESSING THE EXPOSURE OF WORKERS		
Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Dejan HRVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Nenad RISTOVIĆ, JP „Elektroprivreda Srbije”, Tehnički centar Beograd, Srbija		
R-1.24	.....	41
ANALIZA IZLOŽENOSTI RADNIKA ELEKTRIČNOM I MAGNETSKOM POLJU U UNUTRAŠNOSTI I NEPOSREDNOJ BLIZINI TRANSFORMATORSKIH STANICA 10/0,4 kV / THE ANALYSIS OF EXPOSURE OF WORKERS TO ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS INSIDE AND IN THE IMMEDIATE VICINITY OF 10/0.4 kV SUBSTATIONS		
Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Srbija		
Stručna komisija 2 / Expert Committee 2: KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA POWER QUALITY IN DISTRIBUTION SYSTEMS		
Predsednik komisije / Chairman: Prof. dr Vladimir KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad		
Izveštaj STK 2	.....	41
Session 2 Report	.....	45
R-2.01	.....	48
SIMULTANO PUNJENJE ELEKTRIČNIH VOZILA I OCENJIVANJE SUPRAHARMONIKA DO 150 kHz U ELEKTRIČNIM VOZILIMA SIMULTANEOUS CHARGING OF ELECTRIC VEHICLES AND EVALUATION OF SUPRAHARMONICS UP TO 150 kHz IN ELECTRIC VEHICLES		
Anton LUCOVIQ, Aries energetika doo, Hrvatska, Jürgen BLUM, A. Eberle GmbH & Co. KG, Germany		

R-2.02	49
POBOLJŠANJE KVALITETA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE OPŠTINE OBRENOVAC U PERIODU 2016-2018. IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRICITY DELIVERY IN OBRENOVAC MUNICIPALITY IN 2016-2018. Aleksandar MILOJKOVIĆ, Dragan MILENKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija	
R-2.03	49
POBOLJŠANJE NAPONSKIH PRILIKA U NISKONAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI UGRADNJOM REGULACIONOG TRANSFORMATORA / VOLTAGE CONDITIONS IMPROVEMENT IN THE LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK INTRODUCING REGULATION TRANSFORMER Nikola MILOŠEVIĆ, Milan MILANKO, Siniša RISTIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak ED Novi Sad, Srbija	
R-2.04	50
ANALIZA MERENIH PARAMETARA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE SA AKCENTOM NA HARMONIKE I POREĐENJE SA RELEVANTNIM STANDARDIMA / ANALYSIS OF MEASURED POWER QUALITY PARAMETERS WITH EMPHASIS ON HARMONICS AND COMPARISON WITH RELEVANT STANDARDS Aleksandra PETROVIĆ, Energoprojekt Entel a.d., Srbija	
R-2.05	51
STUDIJA OPTIMALNE KOMPENZACIJE REAKTIVNE SNAGE U 11 KV MREŽI - DOHA, KATAR STUDY OF OPTIMAL REACTIVE POWER COMPENSATION IN 11 KV NETWORK - DOHA, QATAR Jovan VUKOVLJAK, Energoprojekt Entel a.d., Srbija	
R-2.06	52
EKVIVALENTNI POKAZATELJ POUZDANOSTI – NAČIN IZRAČUNAVANJA EQUIVALENT RELIABILITY INDICATOR - CALCULATION METHODS Miroslav BAČLIĆ, Miroslav RADOSAVLJEV, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Distributivno područje Novi Sad, Srbija	
R-2.07	53
IZMENA PRAVILA O KVALITETU ISPORUKE I SNABDEVANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U POGLEDU UTICAJA OSTVARENIH VREDNOSTI POKAZATELJA KVALITETA NA ODREĐIVANJE REGULISANIH CENA PRISTUPA AMENDMENT OF THE RULES ON THE QUALITY OF DELIVERY AND ELECTRICITY SUPPLY WITH REGARD TO THE INFLUENCE OF THE ACHIEVED VALUES OF QUALITY INDICATORS ON THE DETERMINATION OF REGULATED ACCESSSTAJE Milica VUKOVLJAK, Dragana BARJAKTAREVIĆ, Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija	
R-2.08	53
MOGUĆNOST PRIMJENE MONTE KARLO SIMULACIJE PRI PRORAČUNU PARAMETARA POUZDANOSTI U ELEKTRO-DISTRIBUTIVNOJ MREŽI / THE POSSIBILITY OF APPLYING MONTE CARLO SIMULATION IN THE CALCULATION OF RELIABILITY PARAMETERS IN THE POWER DISTRIBUTION NETWORK Milena VUKČEVIĆ, Vladan RADULOVIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore, Crna Gora	
R-2.09	54
PRIMJENA SINHRONIZIRANIH FAZORSKIH MJERENJA U SREDNENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA PRIKLJUČENIM MALIM HIDROELEKTRANAMA / APPLICATION OF SYNCHRONIZED PHASOR MEASUREMENTS IN THE MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK WITH SMALL HYDRO POWER PLANTS CONNECTED Sakib JUŠIĆ, JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo – Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, BiH	
R-2.10	55
KOMUNIKACIONI PRISTUP ZA MONITORING KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U PAMETNOJ MREŽI ZASNOVAN NA RAČUNARSTVU U OBLAKU CLOUD-BASED COMMUNICATION APPROACH FOR MONITORING OF POWER QUALITY IN SMART GRID Miodrag FORCAN, Srđan JOKIĆ, Mirjana MAKSIMOVIĆ, University of East Sarajevo, Faculty of Electrical Engineering, Bosnia and Herzegovina	
R-2.11	56
PROCENA INDEKSA ZDRAVLJA TRANSFORMATORA U SLUČAJU NEPOUZDANIH INFORMACIJA POWER TRANSFORMER HEALTH INDEX ESTIMATION IN THE PRESENCE OF UNRELIABLE INFORMATION Srđan MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Srbija	
R-2.12	56
MONITORING ELEKTROMAGNETSKOG POLJA VISOKIH FREKVENCIJA U OKOLINI TRANSFORMATORSKE STANICE 110/X KV "NOVI SAD 7" / MONITORING OF HIGH-FREQUENCY EMF IN VICINITY OF 110/X KV "NOVI SAD 7" POWER SUBSTATION Goran NEDIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Novi Sad, Srbija, Dragan KLJAJIĆ, Nikola ĐURIĆ, Karolina KASAŠ-LAŽETIĆ, Miodrag MILUTINOV, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija	
R-2.13	57
RAZVOJ NAPONSKOG MERNOG TRANSFORMATORA BEZ MAGNETNOG JEZGRA - KARAKTERISTIČNI PROBLEMI DEVELOPMENT OF THE VOLTAGE MEASURING TRANSFORMER WITHOUT A MAGNETIC CORE - CHARACTERISTIC PROBLEMS SUMMARY Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Zoran MITROVIĆ, Boris ANTIĆ, Dragan PEJIĆ, Platon SOVILJ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija	
R-2.14	59
ZAŠTITA USAMLJENIH OBJEKATA OD ATMOSFERSKIH PRENAPONA LIGHTNING PROTECTION OF ISOLATED BUILDINGS Tomislav RAJIĆ, Milan SAVIĆ, Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet, Željko TORLAK, Elektromreža Srbija AD, Boro JANKOVIĆ, Herni neprimetni gromobran d.o.o, Branko GLUŠICA, Sudski veštak, Srbija	
R-2.15	60
ISKUSTVA SA REZONANTNO UZEMLJENIM MREŽAMA / EXPERIENCES WITH RESONANTLY GROUNDED NETWORKS Anton LUCOVIQ, Aries energetika doo, Zagreb, Croatia, David TOMÁŠ, Petr VANČATA, EGE spol. s r.o, Czech Republic	

Izveštaj STK 3	60
Session 3 Report	69
R-3.01	78
UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM ELEKTROENERGETSKIM SISTEMOM, IZAZOVI I REŠENJA DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM, CHALLENGES AND SOLUTIONS Milica POROBIĆ, Saša MANDIĆ, Dragan CVETINOV, Slobodan MILIVOJEV, Branislav BOGDANOVIĆ, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, Srbija	
I-3.02	79
ANALIZA SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA U DP KRAGUJEVAC "ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE" ANALYSIS OF REMOTE CONTROL IN DP KRAGUJEVAC "ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE" Slađana BIOČANIN, Nataša ČETKOVIĆ, Boban BOŠKOVIĆ, Dušan RADOVANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o Beograd, Srbija	
I-3.03	80
PROCEDURA - UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM SISTEMOM KAO POJAČANA SIGURNOST I BEZBEDNOST RADA DISPEČERSKIH CENTARA U SRBIJI / PROCEDURE - DISTRIBUTION SYSTEM MANAGEMENT AS INCREASED SAFETY AND SAFETY OPERATION OF DISPATCH CENTERS IN SERBIA Edin ZEKIĆ, Dražen ŠKILJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o Beograd, Srbija	
R-3.04	80
KORIŠĆENJE NAPREDNE Mjerne INFRASTRUKTURE ZA EFIKASNJI MONITORING TOKOVA SNAGA U RADIJALNIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA / APPLICATION OF ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE FOR EFFICIENT POWER FLOW MONITORING IN RADIAL DISTRIBUTION GRIDS Lazar ŠČEKIĆ, Zoran MILJANIĆ, Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora	
R-3.05	81
MODELI PRILAGOĐENJA RADA KLASIČNE REGULACIJE NAPONA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA / MODELS OF ADAPTING WORK OF CLASSICAL VOLTAGE REGULATION IN DISTRIBUTION NETWORK WITH DISTRIBUTED GENERATORS Zoran SIMENDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Goran ŠVENDA, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Jaroslav ČINČURAK, Dragan JOKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija	
R-3.06	82
VERIFIKACIJA MODELA PRILAGOĐENJA RADA KLASIČNE REGULACIJE NAPONA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA / VERIFICATION OF OPERATING MODELS OF CLASSICAL VOLTAGE REGULATION IN DISTRIBUTION NETWORK WITH DISTRIBUTED GENERATORS Zoran SIMENDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Goran ŠVENDA, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Predrag BAJČETIĆ, Aleksandar STOLIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija	
R-3.07	83
POVEZIVANJE I VIZUALIZACIJA REGISTRA PREKIDA I GIS-A INTEGRATION AND VISUALISATION THE OUTAGES REGISTER IN GIS Vladimir STOJIČIĆ, Valentina BOŠKOVIĆ-BOGUNOVIĆ, Danica LALEVIĆ-MILISAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija	
R-3.08	84
MAPA PUTA STANDARDIZCIJE ZA UPRAVLJANJE ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMOM DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM STANDARDIZATION ROADMAP Ivan JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Zdravko RISTIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Vladimir POLUŽANSKI, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Snežana LILIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, Mihajlo RISTIĆ, Q-Total, Beograd, Srbija	
R-3.09	85
STANDARDI ZA INTERFEJSE ZA UPRAVLJANJE DISTRIBUCIJOM STANDARDS FOR DISTRIBUTION MANAGEMENT INTERFACES Zdravko RISTIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ivan JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Vladimir POLUŽANSKI, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Snežana LILIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, Mihajlo RISTIĆ, Q-Total, Beograd, Srbija	
R-3.10	85
FUNKCIJE PRAĆENJA STANJA SN PREKIDAČA U OKVIRU TRANSFORMATORSKIH STANICA VN/SN SA INTEGRISANIM SISTEMOM ZAŠTITE I UPRAVLJANJA / FUNCTIONS OF STATE MONITORING MV CIRCUIT BREAKERS WITHIN PRIMARY STATION HV/MV BASED ON INTEGRATED SYSTEM OF PROTECTION AND CONTROL Aleksandar MARJANOVIĆ, "Siemens" d.o.o. Beograd, Sunčica CVETKOVIĆ, "Siemens" d.o.o. Beograd, Ratko VLADETIĆ, Marko ĆOSIĆ, Božidar ĆIRIĆ, Dušan VUKOTIĆ, Vladan CVETKOVIĆ, Vladan GRUJIĆ, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd, Republika Srbija	
R-3.11	86
ZAMENA MALOULJNIH PREKIDAČA 110 kV, 35 kV I 10 kV VAKUUMSKIM U TS 110/X I 35/10 kV/kV I ODRŽAVANJE NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD / REPLACEMENT OF 110 kV, 35 kV AND 10 kV MINIMUM OIL CIRCUIT BREAKERS WITH VACUUM CIRCUIT BREAKERS IN TRANSFORMER SUBSTATIONS 110/X AND 35/10 kV/kV IN BELGRADE POWER DISTRIBUTION AREA Vladimir STANOJEVIĆ, Svetlana MEDO, EPS Distribucija Beograd, Srbija	

R-3.12	87
ANALIZA NEUOBICAJENIH KVAROVA U TS 110/X kV I PREDLOZI MERA ZA NJIHUVU PREVENCIJU ANALYSIS OF UNUSUAL FAULTS IN TS 110/X kV AND SUGGESTIONS FOR MEASURES FOR THEIR PREVENTION Vidoje MIJATOVIĆ, Dario ĐANIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak ED Sombor, Srbija	
R-3.13	88
UNAPREĐENJE BEZBEDNOSTI SA SISTEMOM ZA MONITORING / IMPROVING SECURITY WITH SYSTEM FOR MONITORING Milica TAUŠANOVIĆ, Nemanja D. STANOJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Republika Srbija	
R-3.14	88
ZNAČAJ PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA IZVORA BESPREKIDNOG NAPAJANJA U TRANSFORMATORSKIM STANICAMA VN(SN)/SN / THE PREVENTIVE MAINTENANCE IMPORTANCE OF UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES IN TRANSFORMER STATIONS HV(MV)/MV Miroslav DOČIĆ, Nikola CVETANOVIĆ, Aleksandar ANĐELKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Leskovac, Srbija	
R-3.15	89
VERIFIKACIJA PODEŠENJA ZAŠTITNOG UREĐAJA U SREDNJENAPONSKOM DOVODNOM POLJU KORIŠĆENJEM DIGITALNOG SIMULATORA SISTEMA U REALNOM VREMENU / THE MPCU SETTINGS VERIFICATION FOR IMPLEMENTATION IN MV INCOMER BAY USING REAL-TIME HARDWARE-IN-THE-LOOP TESTING Miljana TODOROVIĆ, Marko MEDIĆ, Milorad ZAKIĆ, Saturn Electric DOO, Adrien GENIĆ, Tajfun HIL DOO, Srbija	
R-3.16	90
OBRAZCI ZAŠTITE I METODE UZEMLJENJA NA OBNOVLJIVIM SREDNJENAPONSKIM PODSTANICAMA U ŠPANIJI PROTECTION SCHEMES AND GROUNDING METHODS ON MV RENEWABLE SUBSTATIONS IN SPAIN Carlos AGUILAR, GE Grid Automation, Spain, Nemanja VUKOBRAT, GE Grid Solutions, Serbia	
R-3.17	91
REZERVNA ZAŠTITA MREŽA NA OBNOVLJIVIM POSTROJENJIMA PODSTANICA: ZONA 3, PREKOSTRUJNE I DRUGE OPCIJE GRID BACKUP PROTECTION ON RENEWABLES SUBSTATION PLANTS: ZONE 3, OVERCURRENT AND OTHER OPTIONS Carlos AGUILAR, Daniel PATYNOWSKI, Jorge CÁRDENAS, GE Grid Automation, Spain, Nemanja VUKOBRAT, GE Grid Solutions, Serbia	
R-3.18	91
KONCEPT KOORDINISANOG JEDNOFAZNOG APU-A I ZEMLJOSPOJNIH PREKIDAČA U „NEPTUN” SPOJU ZA UNAPREĐENJE TRANZIJENTNE STABILNOSTI AKTIVNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA / CONCEPT OF COORDINATED SINGLE-PHASE AR AND EARTH SWITCHES IN "NEPTUNE" CONNECTION FOR ENHANCING TRANSIENT STABILITY OF ACTIVE DISTRIBUTION NETWORKS Dejan MILOŠEVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija; Global Substation Solutions, Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija	
R-3.19	92
PRINCIP RADA UREĐAJA ZA OTKRIVANJE I DIJAGNOSTIKU KVAROVA U NADZEMNIM DISTRIBUTIVNIM VODOVIMA PRINCIPLE OF OPERATION OF DEVICES FOR DETECTION AND FAULTS DIAGNOSIS IN OVERHEAD DISTRIBUTION LINES Goran ŽIVADINOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Beograd	
R-3.20	93
DETEKCIJA MEĐUFAZNIH KVAROVA NA VODU KORIŠĆENJEM JEDNOG MONOFAZNOG PREKOSTRUJNOG RELEJA DETECTION OF INTERPHASE FAILURES ON POWER LINES BY USING ONE SINGLE-PHASE RELAY Mihailo ANTONIJEVIĆ, Zoran STOJANOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija	
R-3.21	94
PREKOSTRUJNA ZAŠTITA SREDNJENAPONSKIH SABIRNICA MEDIUM VOLTAGE BUSBAR OVERCURRENT RELAY PROTECTION Jovana JEVTIĆ, Zoran STOJANOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija	
R-3.22	95
PROCENA MESTA KVARA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI NA OSNOVU SNIMLJENIH SIGNALA U NAPOJNOJ TRANSFORMATORSKOJ STANICI / FAULT LOCATION ASSESSMENT IN DISTRIBUTION NETWORK BASED ON RECORDED SIGNALS FROM SUBSTATION Đorđe LAZOVIĆ, Darko ŠOŠIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija	
R-3.23	95
ANALIZA KVARA U ŠTIĆENOJ ZONI DIFERENCIJALNE ZAŠTITE TRANSFORMATORA PRILIKOM UKLJUČENJA PREKIDAČA NA 110 kV STRANI TRANSFORMATORA / ANALYSIS OF FAULT IN THE PROTECTED ZONE OF TRANSFORMER DIFFERENTIAL PROTECTION AT CLOSING OF BREAKER ON 110 kV VOLTAGE SIDE OF TRANSFORMER Aleksa RISTIĆ, Bratislav NIKOLIĆ, Marko JOVANOVIĆ, Marko VUČKOVIĆ, Miodrag MIHAILOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor za Upravljanje Niš, Srbija	
R-3.24	96
ANALIZA RADA SISTEMA RELEJNE ZAŠTITE U TS 35/10 kV ZAGRAĐE PRI KVARU U SAMOM ENERGETSKOM TRANSFORMATORU ANALYSIS OF SYSTEM FOR RELAY PROTECTION IN S/S "ZAGRAĐE" WHEN THE FAULT WAS APPEARED INSIDE THE POWER TRANSFORMER Aleksa RISTIĆ, Bratislav NIKOLIĆ, Srđan VASILJEVIĆ, Marko JOVANOVIĆ, Marko VUČKOVIĆ, Miodrag MIHAILOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor za Upravljanje Niš, Srbija	
R-3.25	97
TELEKOMUNIKACIONI SISTEM ZA PRENOS PODATAKA U OKVIRU SISTEMA ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE SREDNJENAPONSKOM DISTRIBUTIVNOM MREŽOM ED SREMSKA MITROVICA / TELECOMMUNICATION SYSTEM FOR DATA TRANSMISSION WITHIN THE SYSTEM FOR REMOTE CONTROL OF MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK ED SREMSKA MITROVICA Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, „Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Bratislava RADMILOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Srbija	

R-3.26	97
PREGLED RASPOLOŽIVIH TELEKOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA I PREPORUKE ZA NJIHUVU IMPLEMENTACIJU ZA POTREBE AUTOMATIZACIJE ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE / OVERVIEW OF AVAILABLE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES AND RECOMMENDATIONS FOR THEIR IMPLEMENTATION IN AUTOMATION OF POWER DISTRIBUTION NETWORK	
Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, „Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Srbija	
R-3.27	98
PREDLOZI TIPSKIH MODELA ZA REALIZACIJU VISOKO POUZDANIH LOKALNIH KOMUNIKACIONIH MREŽA U ELEKTRO-ENERGETSKIM OKRUŽENJIMA / SUGGESTIONS OF TYPICAL MODELS FOR THE REALIZATION OF HIGHLY RELIABLE LOCAL COMMUNICATION NETWORKS IN POWER DISTRIBUTION ENVIRONMENTS	
Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Srbija	
R-3.28	99
IMPLEMENTACIJA IP TELEFONIJE U DISPEČERSKIM CENTRIMA EPS TC NS / IMPLEMENTATION OF IP TELEPHONY IN POWER DISPATCH CENTERS OF NOVI SAD TECHNICAL CENTER OF ELECTRIC POWER INDUSTRY OF SERBIA	
Andrej KRIVOŠIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Novi Sad, Srbija	
R-3.29	100
RADIO RELEJNI LINKOVI ZA POTREBE PRENOSA SIGNALA ZAŠTITE I UPRAVLJANJE DEES MICROWAVE LINKS FOR TRANSMISSION OF SCADA SIGNALS FOR MEDIUM VOLTAGE POWER STATIONS	
Predrag ŠEJAT, Sanja JOVANOVIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija	
Stručna komisija 4 / <i>Expert Committee 4:</i>	DISTIBUIRANA PROIZVODNJA I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTED GENERATION AND EFFICIENT USE OF POWER
Predsednik komisije / <i>Chairman:</i>	dr Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad
Izveštaj STK 4	101
Session 4 Report	104
R-4.01	107
NAPREDAK U SPROVOĐENJU USLOVA SMANJENE AMPLITUDE NAPONA U NISKONAPONSKIM MREŽAMA U OBLASTI MASOVNOG PRODORA DISTRIBUIRANIH IZVORA ENERGIJE ADVANCES ON LVRT IMPLEMENTATION AT LV NETWORKS IN THE PROSPECT OF MASS PENETRATION OF	
Dionissis VOGLITSIS, Aristotelis TSIMTSIOS, Ioannis PERPINIAS, Christos KORKAS, Nick PAPANIKOLAOU, Democritus University of Thrace, Xanthi, Greece	
R-4.02	107
ODREĐIVANJE OPTIMALNOG BROJA I LOKACIJA DISTRIBUIRANIH IZVORA ENERGIJE ZA POBOLJŠANJE POKAZATELJA POUZDANOSTI U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI / OPTIMAL NUMBER AND PLACEMENT OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES FOR IMPROVEMENT OF RELIABILITY INDICATORS IN THE DISTRIBUTION NETWORK	
Kristina DŽODIĆ, Jelisaveta KRSTIVOJEVIĆ, Elektrotehnički fakultet - Univerzitet u Beogradu, Srbija	
R-4.03	108
UPOTREBA ELEKTRIČNIH VOZILA U REGULACIJI FREKVENCije ELECTRIC VEHICLES CONTRIBUTION FOR FREQUENCY CONTROL	
Jelena STOJKOVIĆ, Predrag STEFANOV, Elektrotehnički fakultet - Univerzitet u Beogradu, Srbija	
R-4.04	109
MALE HIDROELEKTRANE SA KINETIČKIM TURBINAMA - PREGLED I UPOREDNA TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA SMALL HYDROPOWER PLANTS WITH KINETIC TURBINES - AN OVERVIEW AND COMPARATIVE COST-BENEFIT ANALYSIS	
Vladica MIJAILOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, Vladimir OSTRACANIN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Kraljevo	
R-4.05	109
PRORAČUN NAPONA OTVORENOG KOLA I STRUJE KRATKOG SPOJA FOTONAPONSKIH PANELA U NIZU POVEZANIH NA INVERTOR CALCULATION OF OPEN CIRCUIT VOLTAGE AND CURRENT SHORT CIRCUIT OF PHOTOVOLTAIC PANELS CONNECTED TO THE INVERTER	
Nikola CVETANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Odsek Leskovac, Ninoslav SIMIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“ Beograd, Miroslav DOČIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Odsek Leskovac, Aleksandar ANĐELKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Odsek Leskovac, Srbija	
R-4.06	110
PRORAČUN KRATKIH SPOJEVA I TOKOVA SNAGA MIKROMREŽA U OSTRVSKOM REŽIMU I REŽIMU POVEZANOM NA DISTRIBUTIVNU MREŽU / POWER FLOW AND SHORT-CIRCUIT CALCULATION OF MICROGRIDS IN GRID-CONNECTED AND ISLANDED OPERATION MODES	
Luka STREZOSKI, Nikola SIMIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija	
R-4.07	111
UVAŽAVANJE NEIZVESNOSTI POTROŠNJE I PROIZVODNJE U PRORAČUNIMA TOKOVA SNAGA I KRATKIH SPOJEVA UNCERTAINTY CONSIDERATION OF CONSUMPTION AND PRODUCTION IN LOAD FLOW AND SHORT CIRCUIT CALCULATIONS	
Predrag VIDOVIĆ, Marko OBRENIĆ, Luka STREZOSKI, Andrija SARIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija	

R-4.08	112
PRIKLJUČENJE I UPRAVLJANJE DISTRIBUIRANOM PROIZVODNOM – ZAKONSKI OKVIR U REPUBLICI SRBIJI U POREDJENJU SA ZAHTEVIMA DIREKTIVE 2009/28 O PROMOCIJI KORIŠĆENJA ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA	
THE CONNECTION AND DISPATCHING OF DISTRIBUTED GENERATION - A LEGAL FRAMEWORK IN THE REPUBLIC OF SERBIA COMPARED TO THE REQUIREMENTS OF DIRECTIVE 2009/28 ON THE PROMOTION OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES	
Lilijana HADŽIBABIĆ, Gopa-intec, Srbija, Velimir STRUGAR, EPCG ad Nikšić, Crna Gora, Nešo MIJUŠKOVIĆ, Omega plus, Srbija	
I-4.09	113
REKONSTRUKCIJA INFO-KOMUNIKACIONOG SISTEMA ODS – PODIZANJE NIVOVA POUZDANOSTI I EFIKASNOSTI	
RECONSTRUCTION OF ICT SYSTEM IN ODS - RAISING AVAILABILITY AND EFFICIENCY	
Božidar ĆIRIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Miloš STOJKOVIĆ, ENEL PS, Beograd, Srbija	
I-4.10	113
ANALIZA USLOVA RAZVOJA PROJEKTA VETROELEKTRANE ZLATIBOR	
ANALYSIS OF DEVELOPMENT CONDITIONS OF THE ZLATIBOR WIND FARM PROJECT	
Tamara ĐURIĆ, Tina BJEKIĆ, Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija	
I-4.11	114
ANALIZA ISPLATIVOSTI PRIMENE SOFTVERSKOG OGRANIČENJA SNAGE PRILIKOM PRIKLJUČENJA VETROELEKTRANE NA DISTRIBUTIVNI SISTEM / ANALYSIS OF THE COST-EFFECTIVENESS OF SOFTWARE POWER LIMITER'S APPLICATION FOR WIND POWER PLANT CONNECTION TO THE DISTRIBUTION SYSTEM	
Vladan RISTIĆ, Miljan ŽIKIĆ, AD Elektromreža Srbije, Beograd, Srbija	
I-4.12	115
DINAMIČKO ODREĐIVANJE REAKTIVNE MOGUĆNOSTI SINHRONOG GENERATORA U 110 KV MREŽI	
REAL-TIME ESTIMATION OF SYNCHRONOUS GENERATOR IN 110 KV NETWORK	
Jasna DRAGOSAVAC, Žarko JANDA, Jelena PAVLOVIĆ, Sava DOBRIČIĆ, Zoran ĆIRIĆ, Elektrotehnički institute "Nikola Tesla", Jelena NIKOLIĆ, Zlatko SIMEUNOVIĆ, Dejan ŽUKOVSKI, JP EPS, TE "Kostolac", Srbija	
R-4.13	116
IZAZOV BUDUĆNOSTI – PAMETNE MREŽE	
CHALLENGE OF THE FUTURE – SMART GRID	
Dragoslav JOVANOVIĆ, CIRED Srbija	
R-4.14	116
PRIMENA DC PORTOVA KAO UPRAVLJAČKIH RESURSA ZA OPTIMIZACIJU RADA DISTRIBUTIVNIH MREŽA	
APPLICATION OF DC SOFT OPEN POINTS (DCSOP) AS MANAGEMENT RESOURCES FOR OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION NETWORKS OPERATION	
Dejan IVIĆ, Predrag STEFANOV, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija	
I-4.15	117
ELEKTRIČNA VOZILA, NAČINI PUNJENJA, UTICAJ PUNJAČA ELEKTRIČNIH VOZILA NA ELEKTROENERGETSKE OBJEKTE	
ELECTRIC VEHICLES, CHARGING METHODS, IMPACT OF ELECTRIC VEHICLE CHARGERS ON POWER FACILITIES	
Goran ŽIVKOVIĆ, Dejan PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Arandelovac, Aleksandar JANJIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Arandelovac-Pogon Topola, Srbija	
I-4.16	118
PRIMENA FUNKCIJE DNEVNIK DOGAĐAJA U OTKRIVANJU NEOVLAŠĆENE POTROŠNJE	
APPLICATION OF THE FUNCTION EVENT LOG IN DISCLOSURE OF UNAUTHORIZED CONSUMPTION	
Nikola ŠLJUKIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo – ogranak ED Požarevac, Dejan SAVIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo – DP Kragujevac, Branko OBRADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo – ogranak ED Požarevac, Srbija	
R-4.17	119
ANALIZA VREMENA PROVERE REGISTARA AKTIVNE ELEKTRIČNE ENERGIJE I GREŠKE OČITAVANJA ELEKTRIČNIH BROJILA PRI RAZLIČITIM NAČINIMA PODEŠENJA PRENOSNIH ODNOSA MERNIH TRANSFORMATORA U BROJILIMA	
ANALYSIS OF TIME OF CHECKING OF ACTIVE ELECTRICAL ENERGY REGISTERS AND READING ERRORS OF ELECTRICITY METERS AT DIFFERENT WAYS OF SETTINGS THE INSTRUMENT TRANSFORMERS RATIOS IN THE METERS	
Đorđe DUKANAC, AD Elektromreža Srbije, Beograd, Srbija	
R-4.18	120
POREĐENJE LABORATORIJA ZA KONTROLISANJE BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE U ODS "EPS DISTRIBUCIJA"	
COMPARISON OF LABORATORIES FOR CONTROL OF ELECTRICITY METERS IN ODS "EPS DISTRIBUCIJA"	
Tatjana CINCAR-VUJOVIĆ, ODS „EPS Distribucija” Beograd, Ivana NARANČIĆ, Dejan RADOSAVLJEVIĆ, Aleksandar NIKOLIĆ, Zoran MAKSIMOVIĆ, Petar DEAK, ODS „EPS Distribucija” Beograd, Srbija	
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, Srbija / <i>Serbia</i>	
Izveštaj STK 5	121
Session 5 Report	125
R-5.01	129
KRATKOROČNA PROGNOZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PUTEM MODIFIKOVANOG KNN ALGORITMA I ARIMA STATISTIČKOG MODELA / SHORT-TERM FORECAST OF ELECTRICITY CONSUMPTION THROUGH MODIFIED KNN ALGORITHM AND ARIMA STATISTICAL MODEL	
Vladimir UROŠEVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Generali Development, Željko MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija	

R-5.02	129
IZRADA STUDIJE RAZVOJA I POVEĆANJA KAPACITETA GRADSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE U SKLADU SA PREDVIĐENIM RAZVOJEM GRADSKIH SREDINA I REGULACIONIM INFRASTRUKTURNIM PLANOM - PRIMER GRADA DOHA, KATAR	
PREPARATION OF THE STUDY FOR DEVELOPING AREAS (ZONES) NAND MASTER PLANS & DISTRIBUTION NETWORK DESIGN & CAPACITY IMPROMNET - EXAMPLE CITY OF DOHA, QATAR	
Jelena POPOVIĆ, Energoprojekt Entel a.d., Beograd, Srbija	
R-5.03	130
REKONFIGURACIJA DISTRIBUTIVNE MREŽE I OTOČNA KOMPENZACIJA UZ PRISUSTVO VETROGENERATORA	
DISTRIBUTION NETWORK RECONFIGURATION AND CAPACITOR SWITCHING IN THE PRESENCE OF WIND GENERATORS	
Branko STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar, Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija	
I-5.04	131
PRIMJENA SAVREMENIH IT ALATA ZA EFIKASNIJE UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U OPERATORU DISTRIBUTIVNOG SISTEMA JP ELEKTROPRIVREDA BIH / APPLICATION OF MODERN IT TOOLS FOR EFFICIENT PROJECT MANAGEMENT IN DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR ELEKTROPRIVREDA BiH	
Selma KOVAČEVIĆ, Amer AŠČERIĆ, JP Elektroprivreda BiH d.d.-Sarajevo, Bosnia and Herzegovina	
R-5.05	132
OPTIMALNO KREIRANJE OSTRVA KORIŠĆENJEM PRISTUPA ZASNOVANOG NA UPRAVLJANJU RIZIKOM	
OPTIMAL ISLAND PARTITIONING OF RADIAL DISTRIBUTION NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATORS USING RISK BASED APPROACH	
Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija	
R-5.06	133
ANALIZA OPRAVDANOSTI ULAGANJA U PODMORSKU VEZU O. ŠOLTA – O. DRVENIK VELI	
ANALYSIS OF INVESTMENT IN SUBMARINE CABLE BETWEEN THE ISLAND ŠOLTA AND THE ISLAND OF DRVENIK VELI	
Ivan ANDRIĆ, Hrvoje JELIĆ, Roko MIŠE, HEP ODS d.o.o. Elektrodalmacija Split, Hrvatska	
R-5.07	133
UTICAJ BATERIJSKIH SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PARAMETRE POUZDANOSTI RADA GRUPE MALIH DISTRIBUIRANIH GENERATORA	
BATTERY STORAGE SYSTEMS ON OPERATION RELIABILITY OF THE GROUP OF SMALL DISTRIBUTED GENERATORS	
Katarina KOVAČEVIĆ, Crnogorski elektrodistributivni stistem DOO, Saša MUJOVIĆ, Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Miljana MLADENOVIĆ, Crnogorski elektrodistributivni stistem DOO, Crna Gora	
R-5.08	134
OPTIMALNO MESTO I VREME UGRADNJE UREĐAJA ZA AUTOMATIZACIJU DISTRIBUTIVNE MREŽE	
OPTIMAL TIME AND LOCATION FOR AUTOMATION DEVICES INSTALLATION IN DISTRIBUTION NETWORK	
Kristina DŽODIĆ, Darko ŠOŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija	
R-5.09	135
SATNA PROCENA GUBITAKA ENERGIJE KORIŠĆENJEM TEHNIKA KLASTEROVANJA	
HOURLY ENERGY LOSSES ESTIMATION BY POLYNOMIAL FITTING AND K-MEANS CLUSTERING	
Lazar SLADOJEVIĆ, Aleksandar JANJIĆ, Elektronski Fakultet u Nišu, Srbija	
R-5.10	135
PROCENA MESEČNE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE KRAJNJIH KUPACA DVOSTEPENIM METODOM PROSEKA I METODOM LINEARNE REGRESIJE – STUDIJA SLUČAJA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU ZEDP „ELEKTRO-BIJELJINA“	
ESTIMATION OF MONTHLY ELECTRICITY CONSUMPTION OF END CUSTOMERS BY TWO-STAGE METHOD OF AVERAGE CONSUMPTION AND BY THE METHOD OF LINEAR REGRESSION - CASE STUDY IN THE DISTRIBUTION AREA OF ZEDP "ELEKTRO-BIJELJINA"	
Dragan RIKIĆ, ZEDP „Elektro-Bijeljina“, Bijeljina, Republika Srpska, Tihomir DABOVIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, Željko MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija, Borislav VOJNOVIĆ, ZEDP „Elektro-Bijeljina“, Bijeljina, Republika Srpska, Milan LUKIĆ, ZEDP „Elektro-Bijeljina“, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina	
I-5.11	136
ANALIZA RIZIKA NAPAJANJA TUNELSKJE PUTNE INFRASTRUKTURE	
RISK ANALYSIS OF TUNNEL INFRASTRUCTURE ENERGY SUPPLY	
Miodrag ZDRAVKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Vranje, Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet	
I-5.12	137
KONCEPTUALNE PRIPREME DISTRIBUTIVNE MREŽE ZA MASOVNIJU INTEGRACIJU ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA I DISTRIBUIRANIH OIE	
CONCEPTUAL PREPARATIONS OF THE DISTRIBUTION NETWORK FOR MASSIVE INTEGRATION OF ELECTRIC VEHICLES AND DISTRIBUTED RES	
Saša ĐEKIĆ, Elektroprivreda Republike Srpske ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, RS, Bosna i Hercegovina	
R-5.13	138
PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA OTPORNIH NA EKSTREMNE VREMENSKE NEPOGODE: MATEMATIČKI MODEL I REZULTATI	
RESILIENT DISTRIBUTION NETWORK PLANNING AGAINST THE SEVERE WEATHER CONDITIONS: MATHEMATICAL MODEL AND RESULTS	
Neven KOVAČKI, Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija	

R-5.14	139
PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA OTPORNIH NA EKSTREMENE VREMENSKE NEPOGODE: FORMULACIJA PROBLEMA	
RESILIENT DISTRIBUTION NETWORK PLANNING AGAINST THE SEVERE WEATHER CONDITIONS: PROBLEM FORMULATION	
Željko POPOVIĆ, Neven KOVAČKI, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija	
I-5.15	139
PLANIRANJE ZAMENE ENERGETSKOG TRANSFORMATORA – ANALIZA PRAKTIČNOG PRIMERA ET 110/10/10 kV	
ENERGY TRANSFORMER REPLACEMENT PLANNING - PRACTICAL CASE OF ET 110/10/10 kV REPLACEMENT ANALYSIS	
Ivan SAVČIĆ, Draško VIČIĆ, Ivan STOJANOVIĆ, Mika KOVAČEVIĆ, Nataša NIKOLIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Kragujevac, Srbija	
R-5.16	140
PLAN IMPLEMENTACIJE NAPREDNIH MERNIH SISTEMA U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU	
PLAN FOR SMART METERING ROLL-OUT IN THE DISTRIBUTION SYSTEM	
Biljana TRIVIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Elektrotehnički fakultet Beograd, Aca VUČKOVIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Srbija	
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, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Srbija / <i>Serbia</i>
Izveštaj STK 6	141
Session 6 Report	143
R-6.01	146
LIBERALIZACIJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRPSKOJ – ANALIZA STANJA U 2020. GODINI I PROJEKCIJA BUDUĆIH TRENDOVA / LIBERALIZATION OF THE ELECTRICITY MARKET IN THE REPUBLIC OF SRPSKA - ANALYSIS OF THE SITUATION IN 2020 AND PROJECTION OF FUTURE TRENDS	
Dunja MIRJANIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, BiH, Željko MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija, Tihomir DABOVIĆ, Siniša GLIŠIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, BiH	
R-6.02	147
METODOLOGIJA RADA OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA PRI GUBITKU PRAVA KORIŠĆENJA REZERVNOG SNABDEVANJA / METHODOLOGY OF OPERATION OF A DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR IN THE CASE OF TERMINATION OF LAST RESORT SUPPLY	
Branislav RADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, Sektor PTISG, Slobodan STOJKOV, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, Ogranak Elektrodistribucija Zrenjanin, Dragan SUDŽUM, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, Sektor PTISG	
R-6.03	148
RIZIK SMANJENJA PRIHODA OD PRISTUPA DISTRIBUTIVNOM SISTEMU USLED PRIVREMNOG SMANJENJA ODOBRENE SNAGE	
RISK OF LOSS OF REVENUE FROM GRID ACCESS CAUSED BY TEMPORARY REDUCTION OF APPROVED PEAK DEMAND	
Milana LOLIĆ, Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet, Eps Distribucija d.o.o. Beograd, Zorana KOSTIĆ, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Niš, Srbija	
I-6.04	149
PRIMENA GARANCIJA POREKLA U SNABDEVANJU ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U SRBIJI	
APPLYING GUARANTEES OF ORIGIN IN ELECTRICITY SUPPLY IN SERBIA	
Bratislav DŽOMBIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija	
R-6.05	149
ANALIZA PRAVNIH, REGULATORNIH I TEHNIČKIH USLOVA ZA SNABDEVANJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA – PRIMER PRIMENJENE REGULATIVE U EU I PREDLOG PLANA ZA REPUBLIKU SRBIJU	
ANALYSIS OF LEGAL, REGULATORY AND TECHNICAL CONDITIONS FOR THE SUPPLY OF ELECTRIC CARS - AN EXAMPLE OF THE APPLIED EU REGULATION AND A PROPOSAL OF ROADMAP FOR THE REPUBLIC OF SERBIA	
Dragana BARJAKTAREVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Željko MARKOVIĆ, Deloitte d.o.o. Beograd, Božur RADIVOJEVIĆ, ENEL PS d.o.o. Beograd, Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija	
R-6.06	150
MODELI SNABDEVANJA ELEKTRIČNIH VOZILA	
ELECTRIC VEHICLE SUPPLY MODELS	
Bratislav DŽOMBIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija	
I-6.07	151
OTKRIVANJE NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE POMOĆU STATISTIČKOG METODA POKRETNIH SREDINA	
ELECTRICITY FRAUD DETECTION USING STATISTICAL METHOD OF MOVING AVERAGE	
Josif SPIRIĆ, honorarni konsultant, Leskovac, Slobodan STANKOVIĆ, Tehnički centar Niš, EPS, Srbija	
INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS	152



Stručna komisija 1: KOMPONENTE MREŽA

Predsednik komisije: dr Vladimir ŠILJKUT, JP Elektroprivreda Srbije, Srbija

Za XII Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama u organizaciji CIRED-SRBIJA, Stručna komisija 1 "KOMPONENTE MREŽA" prihvatila je ukupno 24 radova, od kojih 22 pripadaju grupi referata, a preostala 2 tehničkim informacijama.

Preferencijalne teme za Stručnu komisiju 1 su:

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

Za prvu preferencijalnu temu prihvaćeno je 5 radova i svi su svrstani u kategoriju referata. Druga preferencijalna tema je razmatrana je u 9 radova, od kojih 7 pripadaju kategoriji referata, a 2 informacijama. Četiri rada okarakterisana kao referati odnose se na treću preferencijalnu temu. Za četvrtu i petu preferencijalnu temu prihvaćeno je po 3 rada i svi su svrstani u kategoriju referata.

IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVEŠTILACA

Preferencijalna tema 1

Savremene konstrukcije i primena novih tehničkih rešenja komponenti elektrodistributivnih mreža

R-1.01 EKSPLOATACIJA VISOKOTEMPERATURNOG VODIČA S KOMPOZITNIM JEZGROM TIPA ACCC U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI 35 kV

Autori: Ivan JURIC, Marin ĆURKOVIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Hrvatska

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se prilikom zamene klasičnog provodnika ACSR provodnikom ACCC postiže identičan ugib provodnika – da li se zadovoljavaju kriterijumi rastojanja od zemlje?
2. Kakvi su podaci kada je u pitanju dozvoljeno maksimalno opterećenje + led?
3. Kakva su iskustva sa njihovim provodnikom?
4. Koliki je vek trajanja ovakvih provodnika?
5. Parametre kvaliteta isporuke električne energije (SAIDI, SAIFI, ...) je potrebno izračunati samo po broju kvarova na deonici sa menjanim provodnikom. Ako se parametri računaju sumarno za područje Makarske i ako se uzimaju svi prekidi u snabdevanju – tada se ne uočava povećanje pouzdanosti usled zamene provodnika.
6. Da li su u HEP ODS razvijena pisana uputstva i organizovane posebne obuke za zaposlene koji vrše ugradnju ACCC provodnika ili vrše nadzor nad ugradnjom ovih provodnika ili se taj posao radi kroz angažovanje treće strane? Koji mjerljivi kriterijumi se primjenjuju pri donošenju odluke kad treba pristupiti samo zamjeni provodnika, a kad se ide na rekonstrukciju cijelog dalekovoda ili izgradnju novoga?
7. Da li su na Grafu 7 pri kalkulaciji CAIDI indikatora razmatrani samo prekidi koji se odnose na dalekovode kod kojih je potom vršena zamjena užeta tipa ACSR sa užetom tipa ACCC?
8. U zaključku se tvrdi da se ugradnjom užeta tipa ACCC postiže više efekata smanjenja emisije CO2 nego primjenom svih mjera i podsticaja u automobilske industriji. Na osnovu koje analize ili studije se daje ovakva tvrdnja?

R-1.02 POGONSKA ISKUSTVA – METODE ZA PREVENCIJU ŠTETE UZROKOVANE POSOLICOM NA NADZEMNIM VODOVIMA

Autori: Josip SRDANOVIĆ, Dinko MARIJAN, Domagoj MILUN, HEP-ODS Elektrodalmacija, Hrvatska

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva je ekonomska analiza ugradnje kompozitnih izolatora u odnosu na do sada korišćene porcelanske izolatore, sa aspekta početnih investicionih troškova i sa aspekta troškova održavanja?
2. Da li je analizirano korišćenje kompozitnih izolatora u odnosu na druge vrste zagađenja?

R-1.03 IZGRADNJA DISTRIBUCIJSKE TRANSFORMATORSKE STANICE 10(20) / 0,4 kV SA STAJALIŠTA UŠTEDE, POVEĆANJA SIGURNOSTI OPSKRBE I DEKARBONIZACIJE

Autori: Ivan JURIC, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Joško GRAŠO, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektra Zagreb, Ante ČOVIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektra Zagreb, Mario ŠULC, Projektni biro Naglič d.o.o., Zagreb, Hrvatska

Pitanja za diskusiju:

1. Obzirom da je prva TS snage 1x2000 kVA u pogonu od 2013, da li je bilo ispada, kvarova ili nekih problema u funkcionisanju navedene TS?
2. S obzirom na transformatore veće snage na koji način je rešena ventilacija TS naročito onih za ugradnju u objekat? Da li je pored prirodne razmatrana i prinudna ventilacija?

R-1.04 REKONSTRUKCIJA RAZVODNOG POSTROJENJA 35 kV U TERMoeLEKTRANI KOSTOLAC A

Autori: Zlatko SIMEUNOVIĆ, Jelena NIKOLIĆ, Dejan ŽUKOVSKI, JP EPS, TE-KO "Kostolac", Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva je bila dinamika (faznost) rekonstrukcije obzirom na staro postojeće postrojenje? Da li je zadržana stara, postojeća dispozicija?
2. Da li je bilo nekih specifičnih (interesantnih) problema tokom rekonstrukcije i kako su rešeni?
3. Da li se razmatralo sekcionisanje sabirnica i da li nije izvedeno zbog nedostatka prostora ili iz nekog drugog razloga?
4. Koliko dugo je trajala rekonstrukcija (od pripreme dokumentacije, nabavke opreme i izvođenja radova)?

R-1.05 PRIMENA MIKROTUNELA I PODZEMNIH ELEKTROENERGETSKIH (EE) GALERIJA U URBANIM SREDINAMA

Autor: Slaven JERKOVIĆ, Energoprojekt Entel a.d., Rep. Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. U kojim slučajevima je bolje primenjivati površinske tunele a u kojim dubinske?
2. Koliko su duži građevinski radovi za izradu dubinskih tunela u odnosu na klasično direktno polaganje?

Preferencijalna tema 2

Testiranje, monitoring, dijagnostika i strategija održavanja komponenti elektrodistributivnih

R-1.06 DIJAGNOSTIKA UNUTRAŠNJIH KVAROVA ENERGETSKOG TRANSFORMATORA OBRADOM SIGNALA SNIMLJENOG IMPULSNOG ODZIVA

Autori: Mileta ŽARKOVIĆ, Miloš BJELIĆ, Tatjana MILJKOVIĆ, Bogdan BRKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu Elektrotehnički fakultet, Srbija

Pitanje za diskusiju:

1. Da li se i koliko FRA metoda primenjuje za dijagnostiku stanja transformatora kod nas a koliko u svetu?

R-1.07 ISKUSTVA U PRIMENI NOVIH ISPITNIH METODA PRI DIJAGNOSTICI STANJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA 110/X kV U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU

Autori: Branko PEJOVIĆ, Denis ILIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena JANKOVIĆ, Jelena LUKIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Vladimir OSTRAČANIN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori mogu detaljnije da komentarišu podatke iz tabele 1 koji se odnose na transformator ET 8 pod rednim brojem 8. Naime, kod ET 8, na osnovu GH analize ulja, TRP je ocenjena kao sumnjiva na prisustvo termičkog kvara (lokalno pregrevanje) dok su rezultati metode DRM bili prihvatljivi i još uvek nisu predviđali korektivne mere. Koju ocenu treba prihvatiti i koji su razlozi doveli do toga da je GH analiza ulja dala takvu ocenu? Da li se mogu uočiti neki nedostaci u primeni DRM metode, sa ciljem da se otklone u narednom periodu, kako se ne bi sumnjalo u njene rezultate, pogotovo što se preporučuje njeno postepeno uvođenje u kontrolu stanja TRP?
2. Da li autori mogu, pored konstatacija iznetih za porast koncentracije metanola u relativno kratkom vremenskom periodu kod oba ispitivana ET (Tabela 3), da pruže dodatne podatke o ovim transformatorima koji se odnose na uslove njihove eksploatacije a koji doprinose navedenoj pojavi?

R-1.08 STANJE PROLAZNIH IZOLATORA 110 kV NA TRANSFORMATORIMA

Autori: Siniša SPREMIĆ, Aleksandar ANTONIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Kako se rezultati merenja tangens delta 110 kV prolaznih izolatora svode na referentnu temperaturu, ukoliko se imaju krive zavisnosti tangens delta od temperature, a ako ih nema kako se vrši procena?
2. Kako autori komentarišu činjenicu da se kao uslov za zamenu izolatora u različitim dokumentima navode različiti podaci za promenu kapacitivnosti i tangens delta.

R-1.09 ANALIZA KVAROVA MERNIH TRANSFORMATORA 110 kV I ODVODNIKA PRENAPONA 110 kV

Autor: Dušan OBRADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

Kvarovi mernih transformatora i odvodnika prenapona 110 kV mogu prouzrokovati značajna oštećenja elektroenergetskih postrojenja kojom prilikom dolazi do prekida u snabdevanju električnom energijom većeg broj korisnika. Prosečna starost ove opreme u Srbiji je još uvek visoka. Rad daje evidenciju otkaza mernih transformatora i odvodnika prenapona 110 kV na distributivnom području Novi Sad. Merni transformatori 110 kV su ispitivani detekcijom parcijalnih pražnjenja akustičnom (ultrazvučnom) metodom ili gasnohromatskom analizom. Ovim metodama moguće je otkriti prisustvo kvara u ranoj fazi i na vreme reagovati. Na fotografijama kojima su ilustrovane eksplozije mernih transformatora, konstatovano je da merni transformatori sa kompozitnim izolatorima izazivaju manju štetu na okolnoj opremi. Na kraju je dat komentar kvarova odvodnika prenapona 110 kV. Planskom ciljanom zamenom, procenat mernih transformatora i odvodnika prenapona sa lošim rezultatima ispitivanja će svakako opasti.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su rezultati prethodnih ispitivanja ukazivali da će doći do stradanja konkretnih mernih transformatora i odvodnika prenapona?
2. Imajući u vidu da je u radu konstatovano da merni transformatori sa kompozitnim izolatorom izazivaju manju štetu u postrojenju, koji tip izolatora je preferiran prilikom nabavki mernih transformatora?
3. Da li su u cilju utvrđivanja termičkih anomalija na spoljašnjoj površini izolatora vršena termografska ispitivanja odvodnika prenapona?
4. Da li postoji tehnokoekonomska analiza koja opravdava zamenu zatečenih starijih MT novim pri rekonstrukciji TS?
5. Autor predlaže zamenu starijih tipova OP sa iskrištima sa metaloksidnim OP, što je razumljivo. Da li je vršena neka tehnokoekonomska analiza koja bi opravdala ovu zamenu?

R-1.10 ISPITIVANJE PARCIJALNIH PRAŽNENJA NA SREDNENAPONSKIM GASOM IZOLOVANIM POSTROJENJIMA

Autori: Filip ZEC, Jovan MIKULOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija, Ana MILOŠEVIĆ, Nenad KARTALOVIĆ, Institut Nikola Tesla, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Na osnovu forme klastera za prvi sistem sabirnica na fazi L1 konstatovano je da su u pitanju pražnjenja unutar bushinga, ali da postoje i pražnjenja u cvrstoj izolaciji nizeg intenziteta, kao i pražnjenja usled loseg kontakta koja su maksirana drugim izvorima pražnjenja. Sa koliko sigurnoscu se može izvesti ovakav zaključak?
2. Slika 2.4 prikazuje mapu parcijalnih pražnjenja sa uklonjenim smetnjama. Na slici 2.3 nivo parcijalnih pražnjenja iznosi 190.9 pC dok je nakon uklanjanja smetnji ovaj nivo značajno smanjen na 23.33 pC. Na koji način se korišćenjem "softverskog alata i ekspertizom" uklanjaju smetnje?

I-1.11 PREVENTIVNO ODRŽAVANJE SF6 PREKIDAČA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA - POGONSKA ISKUSTVA

Autori: Vladimir OSTRAČANIN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Kraljevo, Vladica MIJAILOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori vršili ispitivanje nekog SF prekidača? Ako jesu koja su to bila ispitivanja i kakva su njihova iskustva?
2. Da li autori imaju saznanja kako se pristupa preventivnom održavanju SF prekidača u distributivnim mrežama u Srbiji?

I-1.12 ISKUSTVA SA DETEKCIJOM VISOKOOMSKIH KVAROVA PREKINUTIH VODIČA NA SREDNENAPONSKIM NADZEMNIM VODOVIMA

Autori: Ivan ŠTAMOL, Viktor LOVRENČIĆ, Matej DEČMAN, Miha OSREDKAR, C&G d.o.o. Ljubljana, Marjan BEZJAK, E-SENZOR d.o.o., Slovenija

Prekid provodnika srednjenaponskog nadzemnog voda i posledični visokoomski kvarovi predstavljaju čestu situaciju sa kojom se sreću gotovo svi distributeri. U radu je dat teorijski model na osnovu koga je napravljen senzor za detekciju prekida provodnika. Prvobitni senzor zasnovan na merenju napona kapacitivnim deliteljem je kasnije nadograđen novim baziranim na beskontaktnom merenju parametara električnog polja. Uz električno polje, odlučujući parametar je i promena faznog ugla sinusoidnog potencijala između elektroda senzora nakon prekida provodnika. Razvijeno rešenje je, nakon laboratorijskih testiranja, instalirano na realnoj distributivnoj mreži Slovenije. U kombinaciji sa lokatorima kvara, ovaj senzor se može koristiti kao efikasno sredstvo za pronalaženje mesta kvara na srednjenaponskom nadzemnom vodu.

Pitanja za diskusiju:

1. Metoda detekcije prekinutog provodnika može se obaviti senzorom pomoću jedne i pomoću dve elektrode. U čemu se razlikuje pouzdanost dveju metoda?
2. Da li dužina dalekovoda utiče na efikasnost detekcije prekinutog provodnika?
3. Da li prikazano rešenje može da se primeni kada na provodnike dalekovoda dođe do pada grane drveta prilikom čega nema prekida provodnika, a takođe dolazi do kvara zbog visokoomskog otpora? Da li su autori simulirali ovakav slučaj prilikom razvoja modela senzora?

R-1.13 ZNAČAJ ISPITIVANJA PRIBORA ZA NN SKS U FABRIČKIM LABORATORIJAMA

Autori: Mirosljub PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd, Ogranak Kraljevo, Darko JOVANOVIĆ, FEMAN d.o.o. Jagodina, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori, prilikom ispitivanja koja su vršili naišli na neke probleme i ako jesu koje?
2. Da li autori, na osnovu svog iskustva, mogu predložiti neka unapređenja u proceduri ispitivanja pribora za NN SKS u fabričkim laboratorijama?

R-1.17 PROCENA STARENJA TRANSFORMATORA NA OSNOVU DIJAGRAMA OPTEREĆENJA, SADRŽAJA VLAGE U IZOLACIONOM SISTEMU I TEMPERATURE AMBIJENTA

Autori: Zoran RADAKOVIĆ, Marko NOVKOVIĆ, Uroš RADOMAN, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srđan MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Vladimir OSTRACANIN, Radomir TODOROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

Dobijeni rezultati ukupnog starenja u godinama dati u tabeli 4 su znatno manji od vremena eksploatacije transformatora (npr. TR2 je u eksploataciji 42 godine a njegovo ukupno starenje je samo 1.14 godina) što je posledica malih srednjih opterećenja transformatora.

1. Da li osim starenja izolacije namotaja postoje i drugi procesi koji određuju životni vek transformata?
2. Koliki je projektovani životni vek transformatora pri temperaturi najtoplije tacke od 98oC za normalan kraft papir i vlažnosti 0,5%, i da li se može proceniti preostali životni vek transformatora obuhvacenih studijom ukoliko bi opterećenja ostala na istom nivou?
3. Da li se može, imajući u vidu veliki broj nepoznatih parametara koji su morali biti procenjeni, predložiti jednostavniji pristup za procenu starenja transformatora?

Preferencijalna tema 3:

Modelovanje i primena savremenih softverskih alata za analizu komponenti elektrodistributivnih mreža

R-1.18 PRIMENA WENNER-OVE METODE NA TLO SA TANKIM POVRŠINSKIM SLOJEM VELIKE SPECIFIČNE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI

Autori: Stevan STANIŠIĆ, Zoran RADAKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Granični uslovi za oblast rešenja (240m x 240m x 150m), izuzev za površinu zemlje, Metodom Konačnih Elemenat (FEM) zadati su kao Dirihleovi. Da li su autori radili proračune kada se na granicama prema okolnoj zemlji umesto Dirihleovih postavle Nojmanovi granični uslovi? Ako jesu, da li ima razlike u rezultatima proračuna FEM sa Dirihleovim i Nojmanovim graničnim uslovima?
2. Da li bi se, i u kojoj meri, promenili zaključci koje su autori izveli za drugi tip tla ako bi specifična otpornost gornjeg sloja tla bila 3000 Omm, što je bliže karakteristikama tla za neke oblasti u našem podneblju?

R-1.19 PRORAČUN MAKSIMALNOG UGIBA I NAPREZANJA PROVODNIKA POMOĆU PROGRAMA ZA TABELARNE PRORAČUNE

Autori: Dragoslav PERIĆ, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, odsek Primenjene inženjerske nauke Požarevac, Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Može li se složena formula za rešavanje kubne jednačine preko Kardanove formule iskoristiti kao korisnički definisana funkcije bez ponovnog pisanja programskog koda?
2. Kada jedan korisnik napravi korisnički program, da li je potrebno i koliko komplikovano da se taj program prilagodi da ga koriste i drugi korisnici?
3. Mogu li se korisnički spreadsheet programi koristiti on-line?

R-1.20 PRORAČUN STRUJNOG OPTEREĆENJA NADZEMNIH VODOVA SA ALČ PROVODNICIMA ZA POTREBE PROJEKTOVANJA

Autori: Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Dragoslav PERIĆ, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, odsek Primenjene inženjerske nauke Požarevac, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. U odnosu na realne eksploatacione uslove da li uopšte ima svrhe proračunavati dozvoljeno trajno strujno opterećenje kod nadzemnih vodova sa AlČ provodnicima za uslove prirodne konvekcije?
2. Da li za nadzemne vodove sa AlČ provodnicima ima smisla proračunavati dozvoljena promenljiva strujna opterećenja, i ako ima za koje delove EES korišćenje toplotnih kapaciteta provodnika može doneti koristi pri eksploataciji?
3. Polazeći od poređenja rezultata iz table 4, šta autori misle o potrebi usklađivanja TP 10 b sa razmatranim IEC dokumentom?

R-1.21 RAČUNARSKI PROGRAM ZA PRORAČUN TERMIČKI TRAJNO DOZVOLJENE STRUJE ENERGETSKIH KABLOVA POLOŽENIH U ZEMLJU

Autori: Stefan MIČIĆ, G&W Electric Company, Čikago, SAD, Aleksandar SAVIĆ, Mileta ŽARKOVIĆ, Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li softverski alat prezentovan u ovom radu pri proračunu termički promenljivog dozvoljenog strujnog opterećenja obuhvata toplotne kapacitete svih slojeva energetskog kabla i okolne zemlje?
2. Koji su kriterijumi na osnovu kojih se utvrđuje da li je zemlja oko energetskog kabla isušena ili ne i kako se u slučaju da je zemlja oko kabla isušena određuje termička otpornost između površine kabla i sredine koja ga okružuje?
3. Kako autori procenjuju mogućnost šire (komercijalne) upotrebe razvijenog softverskog alata, ukoliko se na priloženim prikazima ekrana programa, kao ni u radu koji ga opisuje, ne vidi da li je teorijski model zasnovan na standardima, i kojim?

Preferencijalna tema 4:

Uticaj komponenti elektrodistributivnih mreža na životnu sredinu

R-1.22 SMANJENJE VIZUELNIH UTICAJA DISTIRBUTIVNIH ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA NA ŽIVOTNU SREDINU

Autori: Bogdan PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije – Ogranak ED Subotica, Siniša SPREMIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Za objekte SN/NN, kakav je približno kakve su cene objekata sa kompaktnom opremom u odnosu na klasične konstrukcije, uzimajući u obzir i cenu građevinskog zemljišta?
2. Kao prethodno pitanje, za objekte X/SN sa kompaktnom opremom?
3. Kao prethodno pitanje, za objekte X/SN sa SF6 opremom?
4. Da li su autori upoznati sa metodama za smanjenje vizuelnog uticaja elektroenergetskih objekata koje se primenjuju u inostranstvu? Da li mogu da navedu neki primer?

R-1.23 ISPITIVANJE ELEKTRIČNOG I MAGNETSKOG POLJA U BLIZINI NADZEMNIH I KABLOVSKIH VODOVA U DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD S CILJEM OCENE IZLOŽENOSTI RADNIKA

Autori: Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Dejan HRVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Nenad RISTOVIĆ, JP „Elektroprivreda Srbije”, Tehnički centar Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Može li se na primeru slike 13 objasniti kako se tačno računa rastojanje d od mernog mesta do voda s obzirom da se radi o vodu od 3 jednožilna kabla? Šta je referentna tačka vod a šta sonde?
2. Kakav je obuhvat ispitivanih vodova? Da li je potrebno ispitivati još vodova ili su navedena ispitivanja dovoljna da se zaključi da da su vrednosti polja niže od propisanih graničnih vrednosti?

R-1.24 ANALIZA IZLOŽENOSTI RADNIKA ELEKTRIČNOM I MAGNETSKOM POLJU U UNUTRAŠNOSTI I NEPOSREDNOJ BLIZINI TRANSFORMATORSKIH STANICA 10/0,4 kV

Autori: Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Srbija

Pitanje za diskusiju:

1. Da li TS za koje su prikazana merenja mogu da reprezentuju i ostale TS? Ako mogu, kao je izvršen njihov izbor?

Preferencijalna tema 5:

Tehnička regulativa iz domena komponenti elektrodistributivnih mreža

R-1.14 PRIKAZ GRUPE DOKUMENATA IEC/TS 60815 ZA IZBOR I DIMENZIONISANJE DISTRIBUTIVNIH IZOLATORA ZA NADZEMNE VODOVE U USLOVIMA ZAGAĐENJA

Autor: Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Koji od prilaza za izbor izolatora autori preporučuju za naše tipične uslove?
2. Može li autor da prikaže jedan tipičan primer izbora i dimenzionisanja za naše uslove?

R-1.15 OCENA KONSTRUKCIJA DISTRIBUTIVNIH IZOLATORA ZA NADZEMNE VODOVE KOJI SU SADA U PRIMENI

Autori: Dušan DOKIĆ, Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Srbija

Pitanje za diskusiju:

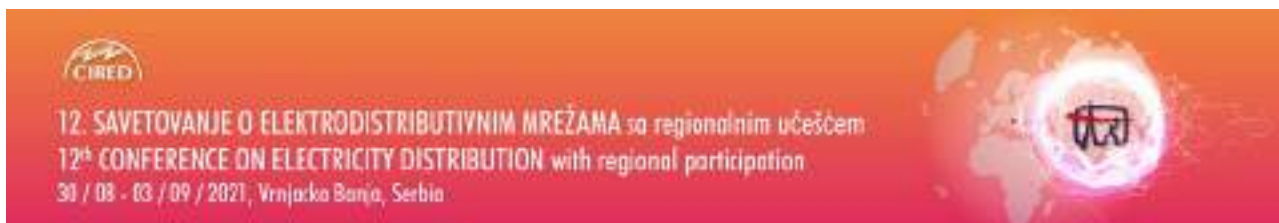
1. Izolatori od kog materijala su najpogodniji za naše tipične uslove, imajući u vidu sve relevantne okolnosti?

R-1.16 KRITIČKI OSVRT NA PRAKSU IZMEŠTANJA MESTA MERENJA

Autor: Vladimir ŠILJKUT, Javno Preduzeće Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autor ima konkretne predloge ili stavove u vezi usaglašavanja Pravila o radu (...) i preporuke TP-13a, uključujući i mogućnost da Pravila propišu kao obaveznu primenu preporuke?
2. Imajući u vidu da u velikom broju slučajeva ne samo da se narušava izgled ambijentalnih celina, nego se često fizički ugrožava bezbednost ljudi i imovine, recimo učesnika u saobraćaju", da li postoje pravni mehanizmi, u okviru Zakona o planiranju i drugih propisa da se ovi nedostaci kontrolišu i uklone?
3. Kakav bi bio koncept i prvi koraci za sprovođenje "kvantitativno-kvalitativnu analiza"?



Session 1 Report

Session 1:

NETWORK COMPONENTS

Chairman: Dr. Vladimir ŠILJKUT, JP Elektroprivreda Srbije, Serbia

For the XII Conference on Electricity Distribution Networks organised by CIRED-SERBIA, EC 1 Network Components accepted a total of 24 papers, of which 22 belong to the group of papers, and the remaining two are considered as technical information.

The Preferential Subjects for EC 1 are:

1. Modern constructions and application of new technical solutions of power distribution networks components
2. Testing, monitoring, diagnostics and maintenance strategy of power distribution networks components
3. Modeling and application of modern software tools for analysis of power distribution networks components
4. Environmental impact of power distribution networks components
5. Technical regulations in the field of power distribution networks components

Five papers were accepted for the first preferential subject and all of them were classified in the category of papers. The second preferential subject was discussed in nine papers, seven of which belong to the category of papers, and two to information. Four papers related to the third preferential subject were characterized as papers. Three papers were accepted for the fourth and fifth preferential subject, and all of them were classified in the category of papers.

REPORT OF EXPERT REPORTERS

Preferential Subject 1:

Modern constructions and application of new technical solutions of power distribution networks components

Expert reporter: Ljiljana FUNDUK, B.Sc. in Electrical Engineering, DSO EPS Distribution, Belgrade, Serbia.

R-1.01 EXPLOITATION OF HIGH TEMPERATURE LOW SAG CONDUCTORS IN POWER DISTRIBUTION NETWORK 35 kV

Authors: Ivan JURIC, Marin ĆURKOVIĆ, HEP- Distribution system operator Ltd., Elektrodalmacija Split, Croatia

Discussion questions:

1. When replacing a classic ACSR conductor with an ACCC conductor, an identical conductor deflection is achieved - are the ground clearance criteria met?
2. What are the data when it comes to the allowed maximum load + ice?
3. What are the experiences with conductor oscillation?
4. The parameters of the quality of electricity supply (SAIDI, SAIFI, ...) need to be calculated only by the number of failures on the section with the changed conductor. If the parameters are calculated in summary for the area of Makarska and if all interruptions in the supply are taken into account - then there is no increase in reliability due to the replacement of conductors.
5. Are written instructions and special trainings developed in HEP DSO for employees who install ACCC conductors or supervise the installation of these conductors or is this work done through the engagement of a third party? What measurable criteria are applied when making a decision when only the replacement of conductors should be approached, and when it comes to the reconstruction of the entire transmission line or the construction of a new one?
6. In Graph 7, when calculating the CAIDI indicator, were only the interruptions related to transmission lines considered, in which the ACSR type wire was then replaced with the ACCC type wire?
7. In the conclusion, it is claimed that the installation of ACCC type wires achieves more effects of reducing CO2 emissions than by applying all measures and incentives in the automotive industry. On the basis of which analysis or study is such a claim made?

R-1.02 DEPARTMENT FINDINGS – METHODS FOR PREVENTION OF DAMAGE CAUSED BY FROST ON THE POWER LINES ABOVE THE GROUND

Authors: Josip SRDANOVIĆ, Dinko MARIJAN, Domagoj MILUN, HEP-DSO Elektrodalmacija, Croatia

Discussion questions:

1. What is the economic analysis of the installation of composite insulators in relation to the porcelain insulators used so far, from the aspect of initial investment costs and from the aspect of maintenance costs?
2. Has the use of composite insulators been analyzed in relation to other types of pollution?

R-1.03 CONSTRUCTION OF DISTRIBUTION TRANSFORMER STATION 10(20) / 0,4 kV FROM POINT OF SAVINGS, INCREASE OF SECURITY OF SUPPLY AND DECARBONISATION

Authors: Ivan JURIĆ, HEP-Distribution system operator Ltd., Elektrodalmacija Split, Joško GRAŠO, HEP- Distribution system operator Ltd., Elektra Zagreb, Ante ČOVIĆ, HEP- Distribution system operator Ltd., Elektra Zagreb, Mario ŠULC, Designing office Naglič Ltd., Zagreb, Croatia

Discussion questions:

1. Considering that the first TS of capacity 1x2000 kVA has been in operation since 2013, were there any outages, failures or any problems in the functioning of the mentioned TS?
2. Considering the transformers of higher capacity, how is the ventilation of TS, especially those for installation in the building, solved?

R-1.04 RECONSTRUCTION OF 35 kV SWITCHGEAR IN THERMAL POWERPLANT KOSTOLAC A

Authors: Zlatko SIMEUNOVIĆ, Jelena NIKOLIĆ, Dejan ŽUKOVSKI, PE EPS, TPP-KO "Kostolac", Serbia

Discussion questions:

1. What was the timing (phasing) of the reconstruction, considering the old existing plant?
2. Were there any specific (interesting) problems during the reconstruction and how were they solved?
3. Has busbar sectioning been considered and is it not performed due to lack of space or for some other reason?
4. How long did the reconstruction take (from the preparation of documentation, procurement of equipment and execution of works)?

R-1.05 APPLICATION OF UTILITY MICROTUNNELS AND UNDERGROUND GALLERIES IN URBAN AREAS

Author: Slaven JERKOVIĆ, Energoprojekt Entel plc., Rep. Serbia

Discussion questions:

1. In which cases is it better to use surface tunnels and in which deep ones?
2. How much longer are the construction works for the construction of deep tunnels in relation to the classic direct laying?

Preferential Subject 2:

Testing, monitoring, diagnostics and maintenance strategy of power distribution networks components

Expert reporters: Prof. Dr. Dragan TASIĆ, Miodrag STOJANOVIĆ, M.Sc. Faculty of Electronics, Niš

R-1.06 DIAGNOSTICS OF INTERNAL FAILURES OF THE POWER TRANSFORMER BY SIGNAL PROCESSING OF RECORDED IMPULSE RESPONSE

Authors: Mileta ŽARKOVIĆ, Miloš BJELIĆ, Tatjana MILJKOVIĆ, Bogdan BRKOVIĆ, University of Belgrade, Faculty of Electrical Engineering, Serbia

Discussion question:

1. Is the FRA method used to diagnose the condition of transformers in our country and to what extent in the world?

R-1.07 EXPERIENCE IN APPLICATION OF NEW TEST METHODS IN DIAGNOSTICS OF 110/X kV POWER TRANSFORMERS IN THE DISTRIBUTION SYSTEM

Authors: Branko PEJOVIĆ, Denis ILIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena JANKOVIĆ, Jelena LUKIĆ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Vladimir OSTRACANIN, Elektrodistribucija Srbije Ltd. Belgrade Serbia

Discussion questions:

1. Can the authors comment in more detail on the data from Table 1 related to the ET 8 transformer under ordinal number 8. Namely, in ET 8, based on GH oil analysis, TRP was assessed as suspicious for the presence of thermal failure (local overheating) while the results of the DRM method were acceptable and did not yet provide for corrective action. Which grade should be accepted and what reasons led to the GH oil analysis giving such a grade? Can any shortcomings be noticed in the application of the DRM method, with the aim of eliminating them in the coming period, so as not to doubt its results, especially since it is recommended to gradually introduce it into the control of TRP?
2. Can the authors, in addition to the findings presented for the increase in methanol concentration in a relatively short period of time in both tested ETs (Table 3) provide additional data on these transformers related to the conditions of their operation thereby contributing to this phenomenon?

R-1.08 CONDITION OF TRANSFORMER BUSHINGS 110 kV

Authors: Siniša SPREMIĆ, Aleksandar ANTONIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad – Sector for maintenance of electrical equipment and MM, Serbia

Discussion questions:

1. How are the results of measuring the tangent delta of 110 kV transient insulators reduced to the reference temperature, if there are curves of the dependence of the tangent delta on the temperature, and if there are none, how is the assessment performed?
2. How do the authors comment on the fact that different data for capacitance change and delta tangent are given as a condition for insulator replacement in different documents?

R-1.09 ANALYSIS OF FAILURES OF INSTRUMENT TRANSFORMERS 110 kV AND SURGE ARRESTERS 110 kV

Author: Dušan OBRADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sector for maintenance of electrical equipment and MM, Serbia

Discussion questions:

1. Did the results of previous tests indicate that specific measuring transformers and surge arresters would be damaged?
1. Bearing in mind that the paper states that measuring transformers with a composite insulator cause less damage in the plant, which type of insulator is preferred when purchasing measuring transformers?
2. In order to determine thermal anomalies on the outer surface of the insulator, thermographic tests of surge arresters were performed?
3. Is there a techno-economic analysis that justifies the replacement of the existing older MTs with new ones during the reconstruction of the TS?
4. The author proposes the replacement of older types of surge arresters with spark gaps of metal oxide surge arresters, which is understandable. Has any techno-economic analysis been performed to justify this replacement?

R-1.10 PARTIAL DISCHARGE TESTING ON MEDIUM VOLTAGE GAS INSULATED SWITCHGEAR

Authors: Filip ZEC, Jovan MIKULOVIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Serbia, University of Belgrade, Serbia, Ana MILOŠEVIĆ, Nenad KARTALOVIĆ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia

Discussion questions:

1. Based on the cluster form for the first busbar system at phase L1, it was concluded that there are discharges inside the bushing, but that there are discharges in solid insulation of lower intensity, as well as discharges due to poor contact masked by other sources of discharge. With what certainty can such a conclusion be drawn?
2. Figure 2.4 shows a map of partial discharges with the interference removed. In Figure 2.3, the level of partial discharges is 190.9 pC, while after removing the interference, this level was significantly reduced to 23.33 pC. How do you use "software tools and expertise" to remove interference?

I-1.11 PREVENTIVE MAINTENANCE OF SF6 CIRCUIT BREAKERS IN ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORKS - OPERATIONAL EXPERIENCE

Authors: Vladimir OSTRACANIN, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Beograd, Kraljevo Branch, Vladica MIJAILOVIĆ, Faculty of Technical Sciences, Čačak, Serbia

Discussion questions:

1. Did the authors test any SF circuit breakers? If so, what were the tests and what was their experience?
2. Do the authors have any knowledge on how to approach the preventive maintenance of SF circuit breakers in distribution networks in Serbia?

I-1.12 EXPERIENCE WITH THE DETECTION OF HIGH IMPEDANCE FAULTS (HIF) OF INTERRUPTED CONDUCTORS ON MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD LINES

Authors: Ivan ŠTAMOL, Viktor LOVRENČIĆ, Matej DEČMAN, Miha OSREDKAR, C&G Ltd., Ljubljana, Marjan BEZJAK, E-SENZOR Ltd., Slovenia

Discussion questions:

1. The method of detecting a broken conductor can be performed by a sensor with one and two electrodes. What is the difference between the reliability of the two methods?
2. Does the length of the transmission line affect the detection efficiency of the broken conductor?
3. Can the presented solution be applied when a tree branch falls on the transmission line conductors, during which there is no interruption of the conductors, and there is also a failure due to high-impedance resistance? Did the authors simulate such a case during the development of the sensor model?

R-1.13 SIGNIFICANCE OF TESTING OF ACCESSORIES FOR LV ABC IN FACTORY LABORATORIES

Authors: Mirosljub PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije" Ltd., Belgrade, Kraljevo Branch, Darko JOVANOVIĆ, FEMAN Ltd., Jagodina, Serbia

Discussion questions:

1. Did the authors encounter any problems during the examinations they performed, and if so, which ones?
2. Can the authors, based on their experience, suggest some improvements in the procedure of testing accessories for LV ABC in factory laboratories?

R-1.17 EVALUATION OF TRANSFORMER AGEING BASED ON LOADING DIAGRAMS, MOISTURE CONTENT IN INSULATION SYSTEM AND AMBIENT TEMPERATURE

Authors: Zoran RADAKOVIĆ, Marko NOVKOVIĆ, Uroš RADOMAN, Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade, Serbia
Srđan MILOSAVLJEVIĆ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Vladimir OŠTRAČANIN, Radomir TODOROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Serbia

Discussion questions:

The obtained results of total aging in years given in Table 4 are significantly less than the operating time of the transformer (e.g. TR2 has been in operation for 42 years and its total aging is only 1.14 years) which is a consequence of low medium transformer loads.

1. Apart from the aging of the winding insulation, are there other processes that determine the life of the transformer?
2. What is the design life of the transformer at a hot spot temperature of 98 °C for normal kraft paper and a humidity of 0.5%, and can the remaining life of the transformers covered by the study be estimated if the loads remain at the same level?
3. Given the large number of unknown parameters that had to be evaluated, can a simpler approach be proposed to estimate the aging of transformers?
4. Based on the form of the cluster for the first bus system on phase L1, it was concluded that there are discharges inside the bushing, but that there are discharges in solid insulation of lower intensity, as well as discharges due to poor contact masked by other sources of discharge. With what certainty can such a conclusion be drawn?
5. Figure 2.4 shows a map of partial discharges with the interference removed. In Figure 2.3, the level of partial discharges is 190.9 pC, while after removing the interference, this level was significantly reduced to 23.33 pC. How do you use "software tools and expertise" to remove interference?

Preferential Subject 3:

Modeling and application of modern software tools for the analysis of power distribution networks components

Expert reporter: Dr. Miladin TANASKOVIĆ, Honorary Consultant Belgrade

R-1.18 APPLICATION OF THE WENNER METHOD ON SOIL WITH A THIN SURFACE LAYER WITH HIGH ELECTRICAL RESISTIVITY

Authors: Stevan STANIŠIĆ, Zoran RADAKOVIĆ, Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade, Serbia

Discussion questions:

1. The boundary conditions for the solution area (240m x 240m x 150m), except for the ground surface, are given as Dirichlet methods by the Finite Element Method (FEM). Did the authors do calculations when Neumann's boundary conditions were set at the borders with the surrounding country instead of Dirichlet's? If so, are there any differences in the FEM calculation results with the Dirichlet and Neumann boundary conditions?
2. Would, and to what extent, the conclusions made by the authors for the second type of soil change if the specific resistance of the topsoil was 3000 Ωm, which is closer to the soil characteristics for some areas in our climate?

R-1.19 CALCULATION OF MAXIMUM SAG AND TENSION OF CONDUCTOR BY THE SPREADSHEET PROGRAMS

Authors: Dragoslav PERIĆ, Academy of Technical Vocational Studies Belgrade, Department of Applied Engineering Požarevac, Miladin TANASKOVIĆ, Honorary Consultant, Belgrade, Serbia

Discussion questions:

1. Can a complex formula for solving a cubic equation over the Cardan formula be used as a user-defined function without rewriting the programme code?
2. When one user creates a user programme, is it necessary and how complicated is it to adapt that programme to be used by other users?
3. Can user spreadsheet programmes be used online?

R-1.20 CALCULATION OF PERMISSIBLE CURRENT LOAD (100 % LOAD FACTOR) OVERHEAD LINES WITH ALUMINUM STEEL CONDUCTORS FOR DESIGN NEEDS

Authors: Miladin TANASKOVIĆ, Honorary Consultant, Belgrade, Dragoslav PERIĆ, Academy of Technical Vocational Studies Belgrade, Department of Applied Engineering Požarevac, Serbia

Discussion questions:

1. In relation to the real operating conditions, is there any purpose in calculating the allowed permanent current load on overhead lines with ALC conductors for the conditions of natural convection?
2. Does it make sense to calculate the allowed variable current loads for overhead lines with ALC conductors, and if so, for which parts of the power system, the use of heat capacities of conductors can bring benefits during operation?
3. Starting from the comparison of the results from Table 4, what do the authors think about the need to harmonize TP 10 b with the considered IEC document?

R-1.21 SOFTWARE FOR THE AMPACITY CALCULATION OF UNDERGROUND POWER CABLES

Authors: Stefan MIĆIĆ, G&W Electric Company, Chicago, USA, Aleksandar SAVIĆ, Mileta ŽARKOVIĆ, Tomislav RAJIĆ, Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade, Serbia

Discussion questions:

1. Does the software tool presented in this paper include the heat capacities of all layers of the power cable and the surrounding country when calculating the thermally variable allowable current load?
2. What are the criteria on the basis of which it is determined whether the ground around the power cable is dry or not and how in case the ground around the cable is dry is the thermal resistance between the surface of the cable and the environment surrounding it determined?
3. How do the authors assess the possibility of wider (commercial) use of the developed software tool, if neither the attached screen displays of the programme, nor the paper describing it, do not show whether the theoretical model is based on standards, and if so, on which?

Preferential Subject 4:

Environmental impact of power distribution networks components

Expert reporter: Dr. Dragoslav PERIĆ, Academy of Technical Vocational Studies Belgrade, Department of Applied Engineering Požarevac

R-1.22 MITIGATION OF VISUAL IMPACT OF DISTRIBUTION ELECTRICITY FACILITIES ON ENVIRONMENT

Authors: Bogdan PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije – Branch Office ED Subotica, Siniša SPREMIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sector for maintenance of electrical equipment and MM, Serbia

Discussion questions:

1. For MV / LV facilities, what are the approximate prices of facilities with compact equipment in relation to conventional constructions, taking into account the price of construction land?
2. As a preliminary question, for X / MV facilities with compact equipment?
3. As a preliminary question, for X / MV facilities with SF6 equipment?
4. Are the authors familiar with the methods for reducing the visual impact of power facilities used abroad? Can I give an example?

R-1.23 TESTING OF ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS IN THE VICINITY OF OVERHEAD AND CABLE POWER LINES IN BELGRADE POWER DISTRIBUTION AREA FOR THE PURPOSE OF ASSESSING THE EXPOSURE OF WORKERS

Authors: Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Dejan HRVIĆ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Nenad RISTOVIĆ, PE Elektroprivreda Srbije, Technical centre Belgrade, Serbia

Discussion questions:

1. Can the example from Figure 13 explain how exactly the distance d from the measuring point to the water is calculated, considering that it is a line of 3 single-core cables? What is the reference point of water and what of the probe?
2. What is the coverage of the tested lines? Is it necessary to test more lines or are these tests sufficient to conclude that the field values are lower than the prescribed limit values?

R-1.24 THE ANALYSIS OF EXPOSURE OF WORKERS TO ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS INSIDE AND IN THE IMMEDIATE VICINITY OF 10/0.4 kV SUBSTATIONS

Authors: Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade

Discussion question:

1. Can the TS for which the measurements are shown represent other TS as well? If so, how was their choice made?

Preferential Subject 5:

Technical regulations in the field of power distribution networks components

Expert reporter: Dr. Dragoslav PERIĆ, Academy of Technical Vocational Studies Belgrade, Department of Applied Engineering Požarevac

R-1.14 REPRESENTATION OF A GROUP OF DOCUMENTS IEC/TS 60815 FOR SELECTION AND DIMENSIONING OF DISTRIBUTION INSULATORS INTENDED FOR USE IN POLLUTED CONDITIONS

Author: Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Serbia

Discussion questions:

1. Which of the approaches for the selection of insulators does the author recommend for our typical conditions?
2. Can the TS for which the measurements are shown represent other TS as well? If so, how was their choice made?

R-1.15 CONSTRUCTION EVALUATION OF DISTRIBUTION INSULATORS FOR OVERHEAD LINES WHICH ARE CURRENTLY IN USE

Authors: Dušan DOKIĆ, Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Serbia

Discussion questions:

1. Of what material are insulators most suitable for our typical conditions, having in mind all relevant circumstances?

R-1.16 A CRITICAL REVIEW OF THE PRACTICE OF METERING POINTS RELOCATION

Author: Vladimir ŠILJKUT, Public Enterprise Elektroprivreda Srbije, Belgrade, Serbia

Discussion questions:

1. Does the author have specific proposals or views regarding the harmonization of the Rules on the operation of the distribution system and the recommendations of TP-13a, including the possibility to prescribe the Rules as a mandatory application of the recommendation?
2. Bearing in mind that in a large number of cases not only "the appearance of ambient units is disturbed, but often the safety of people and property, such as traffic participants, is physically endangered", whether there are legal mechanisms under the Planning Act and other regulations to control and eliminate these shortcomings?
3. What would be the concept and first steps for conducting a "quantitative-qualitative analysis"?



R-1.01

EKSPLOATACIJA VISOKOTEMPERATURNOG VODIČA S KOMPOZITNOM JEZGROM TIPA ACCC U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI 35 kV

Ivan JURIĆ, Marin ČURKOVIĆ
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Hrvatska

Prva ugradnja visokotemperaturnog vodiča s kompozitnom jezgrom tipa ACCC u distribucijskoj mreži nazivnog napona 35 kV na području Republike Hrvatske provedena je uslijed povećanih zahtjeva za potrošnjom električne energije uslijed razvoja Grada Makarske i izgradnje objekata turističke i stambene namjene. Navedenim vodičem prenosi se električna energija iz transformatorske stanice 110/35/10(20) kV Makarska u transformatorsku stanicu 35/10(20) kV Makarska, koja se nalazi u užem centru grada i služi za napajanje najvećeg dijela potrošačkog konzuma.

Prikazati će se smanjeni troškovi uslijed eksploatacije visokotemperaturnog vodiča naprema klasičnog ACSR vodiča te smanjenje emisije stakleničkih plinova odnosno ugljičnog dioksida CO₂ prema zadanim ciljevima Europske Unije. Na tu temu posebno će se obraditi zahtjevi vezani za kvalitetu, sigurnost i pouzdanost opskrbe električnom energijom i postizanjem zadanih ciljeva. U svrhu praćenja kvalitete isporuke električne energije vršeno je praćenje broja zastoja (planirani/neplanirani), te je vršena usporedba pokazatelja pouzdanosti i godišnjeg dijagrama opterećenja područja Makarske prije i nakon zamjene postojećeg ACSR vodiča s ACCC vodičem. Usporedbom pokazatelja pouzdanosti SAIFI, SAIDI i CAIDI uočeno je poboljšanje navedenih pokazatelja pouzdanosti ugradnjom ACCC vodiča.

Ključne riječi: visokotemperaturni vodiča s kompozitnom jezgrom, kvaliteta, sigurnost i pouzdanost opskrbe električnom energijom

EXPLOITATION OF HIGH TEMPERATURE LOW SAG CONDUCTORS IN POWER DISTRIBUTION NETWORK 35 KV

The first installation of a high temperature conductor with a composite core type ACCC in the power distribution network of 35 kV in the territory of the Republic of Croatia has been implemented due to increased demands for electricity consumption because of development of the City of Makarska and construction of tourist and residential buildings. With this conductor electric energy is transmitted from transformer station 110/35/10(20) kV Makarska to transformer station 35/10(20) kV Makarska which is located in the center of the city and is used to power most consumers.

Also it will be presented reduced costs resulting from the exploitation of the high temperature conductor against the classic ACSR conductor and the reduction of greenhouse gas in first row the CO₂ emissions what are targets of European Union. On that subject it will be described demands related to the quality, security and reliability of electricity supply and achieving the set goals. For the purpose of monitoring the quality of electricity supply the number of outages (planned, unplanned) the comparison was made of the reliability indicators and the annual load diagram of the area Makarska before and after the replacement of the existing conductor with the ACCC conductor. Reliability indicators SAIFI, SAIDI and CAIDI are improved after installing the ACCC conductor.

Key words: high temperature low sag conductor with a composite core; quality, security and reliability of electricity supply



R-1.02

POGONSKA ISKUSTVA – METODE ZA PREVENCIJU ŠTETE UZROKOVANE POSOLICOM NA NADZEMNIM VODOVIMA

Josip SRDANOVIĆ, Dinko MARIJAN, Domagoj MILUN
HEP-ODS Elektrodalmacija, Hrvatska

Pojava posolice uzrokovane vjetrom na izolatorima 10 kV dalekovoda stvara velike probleme u sigurnosti i pouzdanosti opskrbe električnom energijom a potencijalno može izazvati i zapaljenje drvenih stupova te veći požar. U ovom će se radu opisati metode za sprječavanje negativnih utjecaja posolice te će se na temelju dugogodišnjeg iskustva odabrati najbolje rješenje. Poseban naglasak će biti stavljen na implementaciju kompozitnih EVA (Etilen-Vinil-Acetat) izolatora. Na primjerima terenske jedinice Hvar i otoka Šolte prikazat će se problematika te način rješavanja problema s posolicom na izolatorima 10 kV dalekovoda.

Ključne riječi: posolica, kompozitni izolatori, pogonska iskustva, 10 kV dalekovodi

DEPARTMENT FINDINGS – METHODS FOR PREVENTION OF DAMAGE CAUSED BY FROST ON THE POWER LINES ABOVE THE GROUND

Frost on the isolators of the 10 kV power lines, caused by wind, creates big safety and reliability problems in power distribution systems and could possibly set wooden columns on fire. This work will describe methods for the prevention of negative consequences of frost and will suggest, based on the many year's experience, best practices for dealing with frost. The focus of the work will be on the implementation of the composite EVA (Ethylene-Vinyl-Acetate) isolators. Field units Hvar and island Šolta will be used to demonstrate the problem and way of dealing with frost on isolators of 10 kV power lines.

Key words: frost, composite isolators, department findings, 10 kV power lines



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-1.03

IZGRADNJA DISTRIBUCIJSKE TRANSFORMATORSKE STANICE 10(20)/0,4 KV SA STAJALIŠTA UŠTEDE, POVEĆANJA SIGURNOSTI OPSKRBE I DEKARBONIZACIJE

Ivan JURIC, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Hrvatska
Joško GRAŠO, Ante ČOVIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektra Zagreb, Hrvatska
Mario ŠULC, Projektni biro Naglič d.o.o., Zagreb, Hrvatska

Razvojem društva i sve većom potrebom za električnom energijom dolazi do konstantnog povećanja instalirane snage u distribucijskim transformatorskim stanicama. U transformatorskim stanicama smještenim u građevinama, instalirane snage transformatora odavno su veće od 1000 kVA, dok je u samostojećim transformatorskim stanicama instalirana snaga transformatora do 1000 kVA. Upravo zbog potrebe za povećanjem instalirane snage transformatorskih stanica, Elektra Zagreb izradila je uputu s osnovnim gabaritima i nacrtima rasporeda opreme za samostojeće transformatorske stanice i transformatorske stanice u objektu snage transformatora 1(2)(3)x2000 kVA. Na temelju upute izrađen je glavni projekt transformatorske stanice dok je još 2013. godine izgrađena prva samostojeća distribucijska transformatorska stanica s instaliranom snagom transformatora od 2000 kVA. Referatom će biti obuhvaćena izgradnja prve samostojeće distribucijske transformatorske stanice instalirane snage 2x2000 kVA za potrebe napajanja poslovne građevine. Kako se radi o prvom takvome objektu na prostoru Republike Hrvatske, cijeli objekt trebalo je od početka osmisлити, građevinski projektirati, proizvesti i na kraju izgraditi. Izgrađena transformatorska stanica s instaliranom snagom transformatorskom od 1(2)x2000 kVA, manje vizualno nagrđuju okoliš jer imaju manje tlocrtno dimenzije u odnosu na transformatorske stanice s istom instaliranom snagom, ali uz uporabu više manjih transformatora. U ovom slučaju postigli smo bolju učinkovitost odnosno manje gubitke energije, koristili manje opreme u distribucijskoj transformatorskoj stanici, manje energije za izgradnju transformatora u tvornici i na kraju emitirali manje količine CO₂ u okoliš što će biti prikazano u ovom radu.

Ključne riječi: transformatorska stanica, instalirana snaga, gubici, ugljični otisak

CONSTRUCTION OF DISTRIBUTION TRANSFORMER STATION 10(20)/0,4 KV FROM POINT OF SAVINGS, INCREASE OF SECURITY OF SUPPLY AND DECARBONISATION

With the development of society and the greater need for electricity comes constant increase in installed transformer power in distribution transformer stations. The transformer station located in buildings with installed transformer power has long been larger than 1000 kVA while in self-standing transformer station installed transformer power is mostly up to 1000 kVA. Precisely because of the need to increase the installed power of the transformer stations, Elektra Zagreb has made a reference of the basic scales and design of equipment for the self-standing and transformer stations in buildings with installed transformer power 1(2)(3)x2000 kVA. Based on the instructions the main project of the transformer station was developed, while in 2013 the first self-standing distribution transformer stations with transformer power of 2000 kVA was built. The reference will include the construction of the first self-standing distribution transformer station of installed power 2x2000 kVA for the needs of a business building. Because this is the first such object on the territory of the Republic of Croatia, the entire facility was needed to be designed and constructed from the beginning. Constructed transformer stations with installed transformer power of 1(2)x2000 kVA are less penetrating into the environment from the visual aspect because they have smaller ground plan dimensions than transformer stations with same installed power but with use of more smaller installed transformers. In this case, we achieved better efficiency, less energy losses, used less equipment in the distribution transformer station, used less energy to build the transformer at the factory, and in the end produced less CO₂ emissions into the environment, which will be shown in this paper.

Key words: transformer station, installed capacity, losses, carbon footprint



REKONSTRUKCIJA RAZVODNOG POSTROJENJA 35 KV U TERMOELEKTRANI KOSTOLAC A

Zlatko SIMEUNOVIĆ, Jelena NIKOLIĆ, Dejan ŽUKOVSKI
JP EPS, TE-KO "Kostolac", Srbija

Razvodno postrojenje 35 kV u TE Kostolac A u funkciji je više od 50 godina i doskoro jedini izvor napajanja električnom energijom mnogih potrošača na površinskom kopu Kostolac, a jedini izvor napajanja obližnjem industrijskom potrošaču PRIM i elektrodistributivnom preduzeću za grad Kostolac. Do rekonstrukcije, oprema koja je bila u funkciji bila je originalno ugrađena prilikom izgradnje postrojenja za koju odavno više nije bilo rezervnih delova, a ni raspoloživih servisera. U trenutku rekonstrukcije veći deo opreme u razvodnom postrojenju bio je star više od 40 godina. Održavanje i eksploatacija su se zasnivali na iskustvu osoblja. Zastarelim elektromehaničkim relejima je istekao životni vek i bila je neophodna njihova zamena. Stari maloujni prekidači sa oštećenim kontaktima i dotrajanim motorno-opružnim pogonima zamenjeni su novim SF6 prekidačima koji imaju kraće vreme delovanja, veću struju isključenja, manje potrebe za održavanjem. Stare elektromehaničke zaštite zamenjene su novim mikroprocesorskim koje su pouzdanije, brže, preglednije, efikasnije, pogodnije za naknadnu analizu arhiviranih podataka i sa više funkcija. Izvedeno je i potpuno opremljeno rezervno polje koje je bilo potpuno neupotrebljivo. Zamenjena je kompletna elektroenergetska oprema i u razvodnom postrojenju i na elektrokomandi uključujući i kablove u kablovskim kanalima koji su bili mehanički oštećeni, sabirnice dotrajale od brojnih toplih mesta, lokalne ormariće oštećene korozijom, napukle izolatore. Instaliran je sistem upravljanja i integrisan u postojeći SCADA sistem i uvedena je potpuna daljinska upravljivost postrojenja. Posle pola veka obnovljeno je i u pogon stavljeno potpuno novo razvodno postrojenje sa novom opremom čime je podignut nivo pouzdanosti napajanja navedenih potrošača.

Ključne reči: razvodno postrojenje 35 kV, SF6 prekidač, mikroprocesorska zaštita, SCADA sistem

RECONSTRUCTION OF 35 KV SWITCHGEAR IN THERMAL POWERPLANT KOSTOLAC A

The 35 kV switchgear in TPP Kostolac A has been in operation for more than 50 years and until recently the only source of electricity for many consumers in the open pit mine Kostolac, and the only source of power supply for the nearby industrial consumer PRIM and the electricity distribution company for the town of Kostolac. Until the reconstruction, the equipment that was in operation was originally installed during the construction of the switchgear. There were no longer spare parts for it and no available service companies. At the time of reconstruction, most of the equipment in switchgear was more than 40 years old. Maintenance and operation were based on staff experience. Outdated electromechanical relays have reached the end of their service life and their replacement was necessary. Old low-oiled circuit breakers with damaged contacts and worn out motor-spring drives were replaced with new SF6 circuit breakers with shorter operation time, higher tripping current, less maintenance needs. The old electromechanical relays were replaced with new microprocessor ones which are more reliable, faster, clearer, more efficient and more suitable for subsequent analysis of archived data and with more functions. A fully equipped reserve switchyard was constructed, which was completely unusable. The complete electrical equipment was replaced both in the switchgear and at the electrical control room including cables in cable trenches that was mechanically damaged, busbars deteriorated by numerous hot spots, local cabinets damaged by corrosion, cracked insulators. The control system has been installed and integrated into the existing SCADA system and fully remote control of switchgear has been introduced. After half a century, the completely new switchgear was installed and put into operation with new equipment, that raised the reliability level of the power supply to mentioned consumers.

Key words: 35 kV switchgear, SF6 circuit breaker, microprocessor relay protection, SCADA system



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-1.05

PRIMENA MIKROTUNELA I PODZEMNIH ELEKTROENERGETSKIH (EE) GALERIJA U URBANIM SREDINAMA

Slaven JERKOVIĆ, Energoprojekt Entel a.d., Rep. Srbija

Trenutni globalni trend povećane i ubrzane urbanizacije stvara različite probleme kako za gradove koji se šire tako i za nove gradove u razvoju. Sve veći broj stanovnika u urbanim sredinama dovodi i do veće potrebe kako za pouzdanom infrastrukturom i povećanom energetsom efikasnošću tako i za ekološkom svešću javnosti i o održivom razvoju životne sredine.

Efikasna upotreba podzemnog prostora može značajno pomoći gradovima da ispune sve veće zahteve u tom pogledu. Pravilno i dugoročno planiranje podzemnog prostora takođe je presudno za kontinuitet održivog razvoja u savremenim gradovima. Tuneli i podzemne galerije su efikasna rešenja za izbegavanje zagušenja javnih instalacija na određenom prostoru i povećanja pouzdanosti distributivnih sistema za napajanje električnom energijom.

Ovaj rad se osvrće na ove teme zajedno sa predstavljanjem relevantnih sveobuhvatnih inženjerskih rešenja u dva primenjena projekta ove vrste na području Bliskog istoka:

- *Projekat mikrotuneliranja uz autoput Lusail u Dohi, Katar*
- *Projekat elektroenergetskih galerija u ulici Muntazah u Dohi, Katar*

Ova konkretna rešenja primenjena u novorazvijenom gradskom području, kao i postojećem gradskom bloku, mogu povući paralele za primenu sličnih konstrukcija na globalnom nivou, kako bi se poboljšali relevantni kriterijumi distribuiranog snabdevanja energijom.

Ključne reči: mikrotuneli, elektroenergetske galerije, distributivni elektroenergetski sistemi;

APPLICATION OF UTILITY MICROTUNNELS AND UNDERGROUND GALLERIES IN URBAN AREAS

The ongoing global trend of increased urbanisation causes various issues for both expanding as well as newly developing cities. The increasing population also leads to a higher demand for reliable infrastructure, nowadays combined with a need for increased energy efficiency, higher environmental awareness of the public, as well as the awareness of sustainable development.

The efficient use of underground space can significantly help cities to meet increased demands in this regard. A proper and long term underground space planning is also critical to maintain the sustainable development in modern cities. Utility tunnels and underground galleries are efficient solutions for avoiding utilities congestions and increasing the reliability of the consumer distribution power supply systems.

This paper reflects on these issues together with analyzing and presenting relevant all-around engineering solutions in two implemented Projects of this kind in the Middle East area:

- *Lusail Expressway microtunnelling Project in Doha, Qatar*
- *Muntazah Street power galleries Project in Doha, Qatar*

These particular solutions implemented in a newly developed urban area as well as an existing city block can draw parallels for the application of similar constructions globally, in order to improve the relevant criteria of distributed energy supply.

Key words: microtunnels, power galleries, distribution power systems;



DIJAGNOSTIKA UNUTRAŠNJIH KVAROVA ENERGETSKOG TRANSFORMATORA OBRADOM SIGNALA SNIMLJENOG IMPULSNOG ODZIVA

Mileta ŽARKOVIĆ, Miloš BJELIĆ, Tatjana MILJKOVIĆ, Bogdan BRKOVIĆ
Univerzitet u Beogradu Elektrotehnički fakultet, Srbija

Usled normalnog pogona energetskog transformatora dolazi do rastresanja i moguće deformacije namotaja, dok pri kratkim spojevima jake dinamičke sile dovode do trajne, plastične deformacije namotaja. Detekcija ovakvih kvarova je moguća snimanjem odziva namotaja u frekvencijskom domenu (*frequency response analysis* – FRA metoda). Standardna FRA metoda podrazumeva upoređivanje frekvencijskog odziva dva periodična ispitivanja namotaja. Ukoliko se dva upoređivana frekvencijska odziva ne razlikuju, znači da se ni podužni R, L i C parametri nisu značajno promenili. Tumačenje rezultata FRA se vrši iskustveno, vizuelnim putem, na osnovu slika koje generišu specijalizovni uređaji za ovakva ispitivanja. U velikom broju ispitivanja nije dovoljno posmatrati samo frekvencijski odziv, već se formiraju funkcije prenosa za svako ispitivanje. Funkcija prenosa predstavlja odnos ulaznog, kontrolnog signala i izlaznog signala, snimljenog odziva na energetskom transformatoru. Poređenjem generisanih funkcija prenosa kod uzastopnih ispitivanja mogu se otkriti različite promene geometrije namotaja i promene na magnetnom kolu energetskog transformatora.

U Laboratoriji za Visoki napon i Laboratoriji za Akustiku na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu vršeni su eksperimenti u kojima su različiti delovi namotaja energetskog transformatora kratko spajani, pri čemu je svakog puta vršeno FRA ispitivanje pravougaonim signalom. U radu su predstavljeni različiti načini interpretacije rezultata FRA metode koji dovode do različitih zaključaka. Cilj eksperimenta je bio da se sagledaju mogućnosti upotrebe različitih signala i tehnika digitalne obrade signala za detekciju i dijagnostiku unutrašnjih kvarova energetskog transformatora. Nad snimljenim signalima sa transformatora izvršena je analiza, koja se koristi u digitalnoj obradi signala i akustici kao standardna tehnika. Definisani su i izračunati različiti koeficijenti za pojedinačne oktavne frekvencijske opsege, koji svojim vrednostima ukazuju na težinu kvara energetskog transformatora.

Ključne reči: energetski transformator, unutrašnji kvarovi, FRA metoda, obrada signala, impulsni odziv.

DIAGNOSTICS OF INTERNAL FAILURES OF THE POWER TRANSFORMER BY SIGNAL PROCESSING OF RECORDED IMPULSE RESPONSE

The normal operation of the power transformer causes potential windings deformation, while at short circuits strong dynamic forces lead to permanent, plastic deformation of the windings. Detection of such faults is possible by applying the frequency response analysis (FRA) method. The standard FRA method involves comparing the frequency responses of two periodic winding tests. If the two compared frequency responses do not differ, then the longitudinal R, L and C parameters did not change significantly. Interpretation of FRA results is usually done by visualization of images generated by specialized devices for such testing. With most tests, it is not enough to observe only the frequency response, but transfer functions need to be formed for each test. The transfer function represents the ratio of the input, test signal and output signal, the recorded response on the power transformer. By comparing the generated transfer functions from successive tests, different changes in winding geometry and changes in the magnetic circuit of an energy transformer can be detected.

Experiments were carried out at the High Voltage Laboratory and the Acoustics Laboratory at the Faculty of Electrical Engineering in Belgrade. Different parts of the transformer windings were short-circuited, each time performing an FRA test with a signal. The aim of the experiment was to investigate the possibilities of using different signals and digital signal processing techniques for the detection and diagnosis of internal transformer faults. The paper presents different ways of interpreting the FRA method results that lead to different conclusions. The recorded signals were subjected to frequency analysis, which is a standard approach in digital signal processing and acoustics. Different coefficients for individual octave frequency bands have been defined and calculated, which, by their values, indicate the failure severity of the power transformer.

Key words: power transformer, internal faults, FRA method, signal processing, impulse response



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-1.07

ISKUSTVA U PRIMENI NOVIH ISPITNIH METODA PRI DIJAGNOSTICI STANJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA 110/x kV U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU

Branko PEJOVIĆ, Denis ILIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena JANKOVIĆ, Jelena LUKIĆ,
Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija
Vladimir OSTRACANIN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Dijagnostika stanja energetskih transformatora (ET) u dosadašnjoj praksi redovne preventivne kontrole obuhvata primenu seta postojećih električnih i hemijskih ispitnih metoda, pomoću kojih se u dobroj meri može utvrditi stanje pojedinačnih glavnih komponenti a time i sveukupna pogonska spremnost ET. Pri tome, postojeće ispitne metode po svojoj prirodi ne mogu u potpunosti da obuhvate pojedine komponente ET pa se u cilju proširenja dijagnostičkog kapaciteta i poboljšanja procene stanja i rizika eksploatacije ET pojavljuje potreba za primenom novih ispitnih metoda. U tom smislu, razvijene su relativno nove električne metode koje omogućavaju uvid u stanje prekidačkog dela i mehaničkog sklopa teretne regulacione preklopke, merenjem dinamičkih otpornosti namotaja (eng. Dynamic Resistance Measurement - DRM) i određivanje sadržaja vlage u čvrstom delu (papiru) uljno-papirnog izolacionog sistema, dielektričnom spektroskopijom u frekventnom domenu (eng. Frequency Domain Spectroscopy - FDS). Uvođenje novih hemijskih metoda ispitivanja izolacionih ulja obuhvata s jedne strane unapređenje procene stanja čvrste izolacije analizom sadržaja metanola kao specifičnog markera rane faze degradacije čvrste izolacije i poboljšanu procenu sadržaja vlage u čvrstoj izolaciji ET u radu, na bazi sadržaja vode u ulju i ravnotežnih dijagrama raspodele vode u papirno-uljnoj izolaciji. Sa druge strane, uvođenjem novih metoda i za ispitivanje korozivnog sumpora u ulju, vrši se pouzdanija dijagnostika i uvid u korozivni potencijal ulja i vrstu prisutnih korozivnih jedinjenja sumpora, pri čemu je u ovom radu poseban akcenat stavljen na test korozije srebrne pločice i kvantifikaciju korozivnih sumpornih jedinjenja, koji je od velike važnosti za procenu stanja teretnih regulacionih preklopki koje imaju posrebrene kontakte biračkog dela smeštene u sudu aktivnog dela transformatora.

U radu su prikazana iskustva u primeni novih metoda na reprezentativnom broju ET napona 110/x kV u distributivnom sistemu, dat je pregled rezultata ispitivanja i ocena stanja, kao i preporuke za dalju primenu navedenih ispitnih metoda u dijagnostici stanja ET i primenu potrebnih korektivnih mera.

Ključne reči: Energetski transformatori, DRM i FDS, procena stanja čvrste izolacije, metanol, korozivnost ulja.

EXPERIENCE IN APPLICATION OF NEW TEST METHODS IN DIAGNOSTICS OF 110/x kV POWER TRANSFORMERS IN THE DISTRIBUTION SYSTEM

Condition diagnostics of Power Transformers (PT) in the current practice of preventive routine control involves the application of a set of existing electrical and chemical test methods, which then can be used to determine to a good extent the condition of individual major components and thus the overall operational readiness of PT. However, existing test methods cannot, by their nature, fully cover the individual components of PT, so in order to expand the diagnostic capacity and improve the assessments of PT condition and exploitation risks, there is a need to apply new test methods. In this regard, relatively new electrical methods have been developed to provide insight into the condition of the diverter part and mechanical assembly of the On Load Tap Changer, by the method of Dynamic Resistance Measurement (DRM) and to determine the moisture content in the solid part (paper) of the insulation system, by method of Frequency Domain Spectroscopy (FDS). The introduction of new chemical methods for insulating oils testing involves, on the one hand, the improvement in the solid insulation state assessment, by analyzing the methanol content as a specific marker of the early phase of solid insulation degradation and improved moisture content estimation in the solid insulation of PT in operation, based on the water content in oil using equilibrium diagrams for water distribution in paper-oil insulation. On the other hand, with the introduction of new methods for testing of corrosive sulfur in oil, more reliable diagnostics and insight into the corrosive potential of the oil and the type of corrosive sulfur compounds are made, with special emphasis in this paper on silver plate corrosion test and quantification of corrosive sulfur compounds, which is of great importance for condition evaluation of the On Load Tap Changers with selector's silver plated contacts located inside the transformer's active part tank.

The paper presents the experience in the application of new methods on a representative number of PT voltage level of 110/x kV in the distribution system, an overview of test results and condition evaluation is given, as well as recommendations for further application of mentioned test methods in the diagnostics of PT and for implementation of the necessary corrective measures.

Keywords: Power Transformers, DRM and FDS, Solid Insulation State Estimation, Methanol, Oil Corrosion.



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-1.08

STANJE PROLAZNIH IZOLATORA 110 kV NA TRANSFORMATORIMA

Siniša SPREMIĆ, Aleksandar ANTONIĆ
Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

U referatu se daju podaci o osnovnim konstrukcionim osobinama 110 kV prolaznih izolatora kondenzatorskog tipa energetskih transformatora 110/x kV. Opisano je osnovno i preventivno održavanje. Dati su podaci o kvarovima i oštećenjima 110 kV prolaznih izolatora. Prikazani su osnovni podaci o 110 kV prolaznim izolatorima na transformatorima u pogonu i na rezervnim transformatorima (tipovi, dužina dela uronjenog u ulje, godište i brojno stanje). Prikazuju se uzroci promene vrednosti kapacitivnosti prema navedenoj literaturi i daje se analiza podataka o obavljenim merenjima kapacitivnosti i tangens delta 110 kV prolaznih izolatora. U zaključku se daje mišljenje u kom pravcu treba delovati u narednom periodu.

Ključne reči: prolazni izolator, održavanje, merenje

CONDITION OF TRANSFORMER BUSHINGS 110 kV

The paper provides information on the basic construction properties of 110 kV bushings of capacitor type for 110/x transformers. Basic and preventive maintenance are described. Data of faults and damage of 110 kV bushings are given. Basic information of 110 kV bushings of transformers in operation and spare transformers (types, length of part immersed in oil, age and number of bushings) is presented. Causes of changes in the value of capacitance according to the mentioned literature are given and also analysis of data of performed measurements of capacitance and tangent delta of 110 kV bushings. The conclusion gives an opinion on what should be done in the coming period.

Key words: bushing, maintenance, measurement



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-1.09

ANALIZA KVAROVA MERNIH TRANSFORMATORA 110 kV I ODVODNIKA PRENAPONA 110 kV

Dušan OBRADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

U razdoblju od oko 20 godina ispitivani su uglavnom merni transformatori 110 kV, a u novije vreme i metal-oksidni odvodnici prenapona 110 kV naponskog nivoa. Ispitivanja mernih transformatora 110 kV su obuhvatala ispitivanje parcijalnih pražnjenja i analize gasova rastvorenih u ulju (u daljem tekstu: GH analiza). GH analiza se koristila kao dodatna metoda koja će potvrditi ili opovrgnuti rezultate ispitivanja parcijalnih pražnjenja. Na mernim transformatorima 110 kV na kojima nema mogućnosti postavljanja sonde za ispitivanje parcijalnih pražnjenja su se po potrebi i po mogućnosti radile samo GH analize. Odvodnici prenapona 110 kV se proveravaju merenjem struja odvođenja u pogonu.

Kvarovi na mernim transformatorima 110 kV i odvodnicima prenapona 110 kV su bili jedan od važnijih parametara u odluci da se učestalije ispituju određene vrste ili tipovi uređaja. Kod odvodnika prenapona 110 kV ispituje se periodično na svim uređajima prema mogućnostima. Pored ovog drugi bitan parametar je starost i vrsta opreme. Na osnovu rezultata ispitivanja i broja kvarova donete su odluke o zameni određenog tipa opreme.

U radu su prikazani kvarovi na mernim transformatorima 110 kV i odvodnicima prenapona 110 kV u prethodnih 18 godina. Izvršena je analiza kvarova i dosadašnjih mera na poboljšanju stanja opreme. Zaključak daje predlog mera za smanjenje broja kvarova.

Ključne reči: Merni transformator, odvodnik prenapona, ispitivanje, kvar

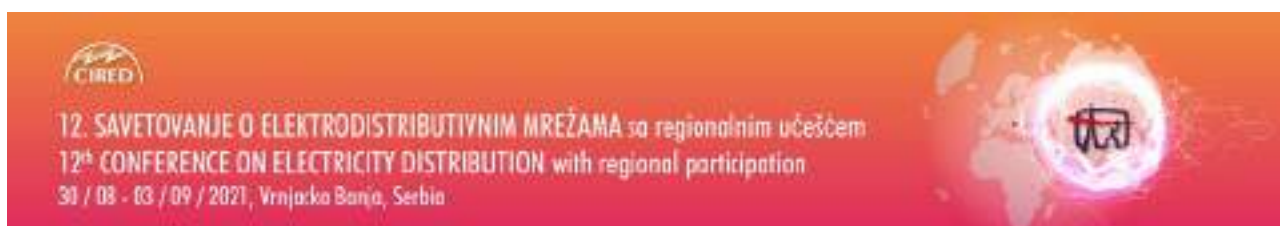
ANALYSIS OF FAILURES OF INSTRUMENT TRANSFORMERS 110 kV AND SURGE ARRESTERS 110 kV

Over a period of 20 years testing of 110 kV instrument transformers mainly were done and more recently testing of metal oxide surge arresters of 110 kV voltage level were done. Tests on instrument transformers of 110 kV included testing of partial discharges and analysis of gases dissolved in oil (in the following text: GH analyses). GH analyses were used as an additional method to confirm or disprove the results of partial discharge tests. On 110 kV instrument transformers without the possibility of installing a probe for partial discharges, only GH analyses were performed as needed and, if possible. The 110 kV surge arresters were checked by measuring the leakage currents in operation.

Defects in 110 kV instrument transformers and 110 kV surge arresters were one of the most important parameters in the decision to perform more frequent testing of a particular sort or type of device. On 110 kV surge arresters, tests are performed periodically on all devices as far as possible. In addition to this, another important parameter is the age and type of equipment. Based on the test results and the number of failures, decisions were made to replace a particular type of equipment.

The failures of instrument transformers 110 kV and surge arresters of 110 kV in the previous 18 years are presented in the paper. The analysis of failures and measures taken to improve the condition of the equipment was carried out. The conclusion proposes measures to reduce number of failures.

Key words: Instrument transformer, surge arrester, testing, failure



R-1.10

ISPITIVANJE PARCIJALNIH PRAŽNENJA NA SREDNENAPONSKIM GASOM IZOLOVANIM POSTROJENJIMA

Filip ZEC, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Institut Nikola Tesla, Srbija
Jovan MIKULOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija
Ana MILOŠEVIĆ, Nenad KARTALOVIĆ, Institut Nikola Tesla, Srbija

Srednjenaponska postrojenja predstavljaju veoma bitan element u distributivnim mrežama, jer pored ostalog imaju ulogu upravljanja i zaštite elektroenergetske opreme. Poslednjih godina, kvalitet opreme se značajno poboljšao, a verovatnoća otkaza se redukovala. Međutim, određeni problemi i dalje postoje u projektovanju, proizvodnji, instalaciji, eksploataciji i održavanju, što dovodi do slabljenja karakteristika izolacionog sistema postrojenja. Već dugi niz godina ispitivanje parcijalnih pražnjenja se koristi kao nedestruktivna metoda za procenu stanja izolacionog sistema elektroenergetske opreme. Parcijalna pražnjenja se javljaju kao posledica defekata nastalih tokom same proizvodnje opreme, tokom starenja izolacije ili usled mehaničkih i električnih naprezanja. Praćenjem trenda parcijalnih pražnjenja, mogu se na vreme identifikovati defekti u izolaciji, što omogućuje bolje održavanje i podizane pouzdanosti distributivnog sistema. U radu su prikazani praktični primeri ispitivanja parcijalnih pražnjenja na srednjenaponskim postrojenjima različitih naponskih nivoa.

Ključne reči: parcijalna pražnjenja, srednjenaponska postrojenja, ispitivanje

PARTIAL DISCHARGE TESTING ON MEDIUM VOLTAGE GAS INSULATED SWITCHGEAR

Medium voltage switchgear present an important element in the distribution network as they control and protect electrical equipment. In recent years, the quality of the electrical equipment has been significantly improved and the accident rate has been reduced. However, various problems still exist in the process of designing, production, installation, operation and maintenance, which cause the poor insulation performance of the switchgear. For many years, partial discharge (PD) measurement has been used as a non-destructive tool for evaluating the switchgear insulation system. They arise due to the manufacturing defects in such insulations, aging or electrical and mechanical stresses. Monitoring, detection and trending of PD activities can recognize existing defects in the insulation, which ensures reliable operation of the system. In the paper several practical examples of PD measurements on MV switchgear of different voltage levels are shown.

Key words: partial discharge, MV switchgear, testing



I-1.11

PREVENTIVNO ODRŽAVANJE SF₆ PREKIDAČA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA -pogonska iskustva-

Vladimir OSTRACANIN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Kraljevo
Vladica MIJAILOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak

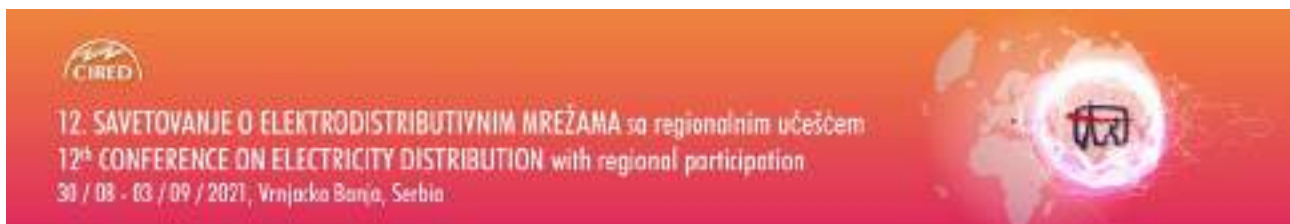
U radu je dat pregled mera, postupaka i metoda koje se primenjuju u okviru procesa preventivnog održavanja SF₆ prekidača u distributivnim mrežama. Pokazan je generalni proces planiranja preventivnog održavanja u velikim inostranim kompanijama i dat je okvirni pregled parametara pouzdanosti SF₆ prekidača. Navedena su ispitivanja koja se sprovode pre prvog puštanja prekidača u rad, parametri koji određuju stanje prekidača, vremenski intervali u kojima treba vršiti njihovu proveru i redosled sprovođenja pojedinih provera tokom eksploatacije. Takođe, dati su procedure i kriterijumi na osnovu kojih se procenjuje stanje gasa, što je od suštinskog značaja za ispravno funkcionisanje prekidača (čistoća gasa, vlaga u gasu, produkti razlaganja gasa). Neke od ovih procedura su standardizovane, a neke su proistekle iz iskustva korisnika.

Ključne reči: Prekidač, pouzdanost, testiranje, stanje, preventivno održavanje

PREVENTIVE MAINTENANCE OF SF₆ CIRCUIT BREAKERS IN ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK -operational experiences-

The paper gives an overview of measures, procedures and methods that are applied within the process of preventive maintenance of SF₆-circuit breakers in electrical distribution network. The general process of preventive maintenance planning in large companies is shown and a tentative overview of the reliability parameters of SF₆-circuit breakers is given. There are listed the tests that are to be performed before the first commissioning of the SF₆-circuit breaker, the parameters that determine the state of circuit breaker, the time intervals at which they should be checked and the order of carrying out individual checks during operation. Also, procedures and criteria on the basis of which the gas SF₆ condition is evaluated are given, which is essential for the proper functioning of circuit breaker (gas purity, gas moisture, gas decomposition products). Some of these procedures are standardized and some are derived from user experience.

Key words: Circuit breaker, reliability, testing, condition, preventive maintenance



I-1.12

ISKUSTVA SA DETEKCIJOM VISOKOOMSKIH KVAROVA PREKINUTIH VODIČA NA SREDNJENAPONSKIM NADZEMNIM VODOVIMA

Ivan ŠTAMOL, Viktor LOVRENČIĆ, Matej DEČMAN, Miha OSREDKAR, C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija
Marjan BEZJAK, E-SENZOR d.o.o., Slovenija

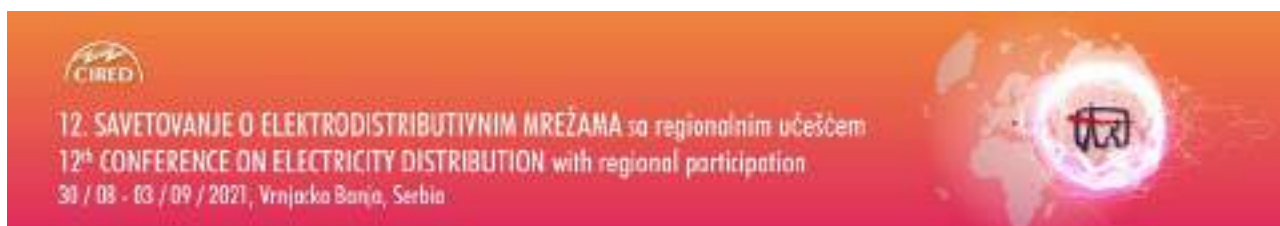
U naprednim elektroenergetskim mrežama (engl. smart grids) potrebno je na određena mjesta postaviti senzore koji mjere različite parametre. Na temelju promjena tih parametara senzori pomoću posebnog algoritma otkrivaju različita preopterećenja i kvarove u mreži. U izvanrednim situacijama za pravilno funkcioniranje potrebni su podaci poput točne pozicije i vrste kvara u mreži. Na osnovi ovih informacija servisni tim može u najkraćem vremenu otkriti, a zatim i otkloniti kvar. U ovom referatu posebnu pozornost posvetit ćemo otkrivanju prekida vodiča (i posljedično kvarova zbog visookoomskog otpora (engl. High Impedance Fault - HIF)), što je u nekim slučajevima vrlo teško otkriti, također ćemo na kratko predstaviti slovenska iskustva, istraživanja, razvoj uređaja i konkretne montaže senzora na srednjenaponske nadzemne vodove.

Ključne reči: uređaj sa senzorom, nadzemni vod, prekinuti vodiči, visookoomski kvar

EXPERIENCE WITH THE DETECTION OF HIGH IMPEDANCE FAULTS (HIF) OF INTERRUPTED CONDUCTORS ON MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD LINES

In Smart Grids, we have to place measuring devices on certain network points, which are arranged to measure different network parameters. With specific algorithms on the basis of parameter changes, they detect various overloads and network failure. In an emergency event the information necessary for proper operation is particular the exact locations and types of faults in the network so that the service team can detect and eliminate the failure as soon as possible. An emphasis in this paper has been given to discovering the interrupted conductors, to detect the breakdown of the conductors, which is often very difficult to detect. We will also briefly present Slovenian experience, research and development of the device with the sensor and the actual mounting sensors on medium voltage overhead lines.

Key words: device with sensor, overhead line, interrupted conductors, High Impedance Fault



R-1.13

ZNAČAJ ISPITIVANJA PRIBORA ZA NN SKS U FABRIČKIM LABORATORIJAMA

Miroljub PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd, Ogranak Kraljevo, Srbija
Darko JOVANOVIĆ, FEMAN d.o.o. Jagodina, Srbija

U uvodnom delu rada definisana je osnovna funkcija fabričkih ispitivanja proizvoda. Kao primer dat je kraći prikaz oformljene fabričke laboratorije u fabrici kablovskog pribora za NN SKS, sa osnovnim karakteristikama i mogućnostima za ispitivanja.

Trenutne vrednosti merenja se prate preko monitora i elektronski se beleže. Po završetku ispitivanja podaci se kopiraju i daju na dalju obradu i analize. Na ovaj način imamo ostvarenu stalnu kontrolu kvaliteta proizvoda, mogućnost ispitivanja proizvoda po zahtevima javnih nabavki (zahtev za kontrolu po zahtevu kupca) ili kontrolu gotovog proizvoda pri promeni nabavljača sirovina (npr. zamena nabavljača za PA 6.6 ili gumu).

Sve ovo ilustrovano je jednim ispitivanjem sa svim tabelarnim rezultatima merenja.

Ključne reči : fabrička ispitivanja, kablovski pribor, standardi SRPS EN 50483

SIGNIFICANCE OF TESTING OF ACCESSORIES FOR LV ABC IN FACTORY LABORATORIES

The paper introduction defines the basic function of products factory testing. An example of a formed laboratory within LV ABC cable accessories factory was taken, with a brief overview of basic characteristics and possibilities for testing.

Current measured values are monitored on screen and recorded. When testing is finalized, all data is copied and given for further processing and analysis. In this way, we have a constant inspection of product quality, the possibility of testing products according to public procurement requirements (request for inspection at the request of the customer) or the inspection of a finished product when changing suppliers of raw materials (e.g. replacement of suppliers for PA 6.6 or rubber).

All this is illustrated with one test including all measured results within a table.

Key words: factory tests, cable accessories, standards SRPS EN 50483



R-1.14

PRIKAZ GRUPE DOKUMENATA IEC/TS 60815 ZA IZBOR I DIMENZIONISANJE DISTRIBUTIVNIH IZOLATORA ZA NADZEMNE VODOVE U USLOVIMA ZAGAĐENJA

Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Srbija

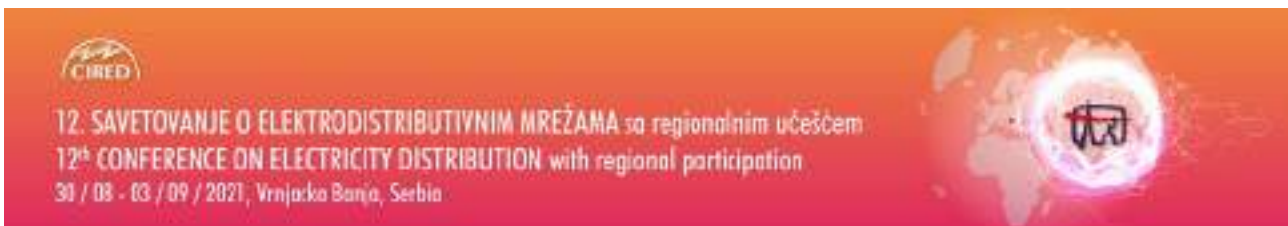
Cilj ovog rada je da prikaže grupu dokumenata IEC/TS 60815 za izbor i dimenzionisanje distributivnih izolatora za nadzemne vodove u uslovima zagađenja. Grupa dokumenata IEC/TS 60815 su tehničke specifikacije koje se primenjuju za izbor izolatora i dimenzionisanja izolatora, za primenu u mrežama srednjeg i visokog napona u uslovima zagađenja. Izbor distributivnih izolatora za nadzemne vodove u uslovima zagađenja je u stvari poštovanje smernica za izbor profila, dužine puzne staze i dužine izolatora, što je već unapred definisano odgovarajućim standardima IEC. Dimenzionisanje distributivnih izolatora za nadzemne vodove u uslovima zagađenja je u stvari određivanje parametara profila izolatora od porcelana i stakla samo prema dokumentu IEC/TS 60815-2, a kombinovanih izolatora samo prema dokumentu IEC/TS 60815-3.

Ključne reči: distributivni izolatori, profil, IEC/TS 60815

REPRESENTATION OF A GROUP OF DOCUMENTS IEC/TS 60815 FOR SELECTION AND DIMENSIONING OF DISTRIBUTION INSULATORS INTENDED FOR USE IN POLLUTED CONDITIONS

The aim of this paper is to show group of documents IEC/TS 60815 for the selection and dimensioning of distribution insulators for overhead lines in pollution conditions. The group of documents IEC/TS 60815 are technical specifications applicable for the selection of insulators and dimensioning of insulators, for use in medium and high voltage networks in pollution conditions. The selection of distribution insulators for overhead lines in polluted conditions is in fact complied with the guidelines for the selection of profiles, creepage distance and insulator length already defined by the relevant IEC standards. The dimensioning of distribution insulators for overhead lines in pollution conditions is in fact determining the profile parameters of porcelain and glass insulator only according to IEC/TS 60815-2, and of polymer insulators only according to IEC/TS 60815-3.

Keywords: distribution insulators, profile, IEC/TS 60815



R-1.15

OCENA KONSTRUKCIJA DISTRIBUTIVNIH IZOLATORA ZA NADZEMNE VODOVE KOJI SU SADA U PRIMENI

Dušan DOKIĆ, Alen GUDŽEVIĆ
GPS Insulators d.o.o, Srbija

Cilj ovog rada je da da ocenu konstrukcije distributivnih izolatora za nadzemne vodove koji su sada u primeni na osnovu grupe dokumenata IEC/TS 60815. Grupa dokumenata IEC/TS 60815 odnosi se na izbor i dimenzionisanje visokonaponskih izolatora za upotrebu u uslovima zagađenja. Daje se ocena štapnih i potpornih distributivnih izolatora od porcelana i kombinovanih izolatora za nadzemne vodove domaćih proizvođača. Ocenjivanje štapnih i potpornih distributivnih izolatora za nadzemne vodove izvršeno je na osnovu uputstva za dimenzionisanje visokonaponskih izolatora u uslovima zagađenja koji su dati u grupi dokumenata IEC/TS 60815. Na osnovu rezultata ocene konstrukcije distributivnih izolatora koji se trenutno koriste dolazimo do zaključka da je neophodno doneti novu Tehničku preporuku kojom bi se definisale konstrukcije distributivnih izolatora prema važećim propisima i standardima.

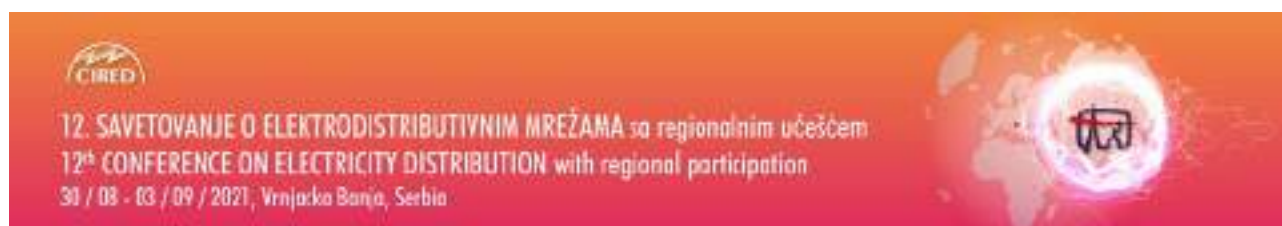
Ključne reči: distributivni izolatori, porcelanski izolatori, kombinovani izolatori, izbor i dimenzionisanje, ocena konstrukcije

CONSTRUCTION EVALUATION OF DISTRIBUTION INSULATORS FOR OVERHEAD LINES WHICH ARE CURRENTLY IN USE

The aim of this paper is to give the construction evaluation of distribution insulators for overhead lines which are currently in use according to the group of documents IEC/TS 60815. Group of documents IEC/TS 60815 gives the selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for the use in polluted conditions.

This paper gives the evaluation of long rod and line-post insulators for electric power network made from porcelain and polymer material for overhead lines produced by domestic manufacturers. Evaluation of long rod and line-post insulators for electric power network is based on guidance for dimensioning high-voltage insulators intended for use in polluted conditions, which are given in the group of documents IEC/TS 60815. Based on the results of the construction evaluation of the distribution insulators for electric power network which are currently in use, we come to the conclusion that it is necessary to adopt a new Technical Recommendation which would define the construction of distribution insulators according to applicable regulations and standards.

Key words: distribution insulators, porcelain insulators, polymer insulators, selection and dimensioning, construction evaluation



R-1.16

KRITIČKI OSVRT NA PRAKSU IZMEŠTANJA MESTA MERENJA

Vladimir M. ŠILJKUT, Javno Preduzeće Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija

Rad donosi kritički osvrt na realizaciju pojedinih, veoma brojnih, tehničkih rešenja izmeštanja mestâ merenja koja ne zadovoljavaju osnovne tehničke zahteve za ugradnju mernih uređaja na granici vlasništva ili javnim površinama. Ovi tehnički zahtevi su propisani odgovarajućom Tehničkom preporukom, TP 13a, Elektrodistribucije Srbije iz 2006. godine. Stoga su u radu redom citirane pojedinačne odredbe ove preporuke i ilustrovano njihovo nepoštovanje, prikazom i opisom primerâ konkretnih rešenja, realizovanih na terenu. Posebno se naglašava činjenica da se neodgovarajućim lociranjem izmeštenih mernih ormara ne postižu svi željeni efekti izmeštanja postojećih mestâ merenja. Takođe, neadekvatnim izborom tehničkih rešenja, koja Preporukom jesu predviđena, ali ne za konkretne slučajeve i nivoe urbanizacije, u velikom broju slučajeva ne samo da se narušava izgled ambijentalnih celina, nego se često fizički ugrožava bezbednost ljudi i imovine, recimo učesnika u saobraćaju. S tim u vezi, tehničko rešenje koje je Preporukom predviđeno kao iznimno i prevashodno za ruralna područja (montaža mernog ormara na stub), u praksi se – verovatno jer je najjeftinije – pretvorilo u osnovno. Ono se realizuje gotovo po pravilu, pa se često susreće i u visokourbanizovanim zonama. Osim toga, mogućnost grupisanja izmeštenih ormara je takođe jasno definisana i ograničena Preporukom, dok se u praksi sreću slučajevi koji ne samo da imaju karikaturalan karakter, nego predstavljaju prepreku pri održavanju nadzemne mreže i izvor opasnosti po bezbednost i zdravlje na radu zaposlenih na ovim poslovima. Zaključak i cilj rada je da ukaže na neophodnost usklađivanja i vraćanja prakse izmeštanja mestâ merenja u propisane okvire.

Ključne reči: izmeštanje, mesto merenja, merni orman, priključak, tehnički zahtevi

A CRITICAL REVIEW OF THE PRACTICE OF METERING POINTS RELOCATION

The paper provides a critical review of the implementation of certain, very numerous, technical solutions of relocation of the metering points that do not meet the basic technical requirements for the installation of measuring devices at the properties' border or public area. These technical requirements are prescribed by the relevant Technical Recommendation, TP 13a, issued in 2006, by Electric Power Distribution of Serbia. Therefore, in the paper, all specific requirements from this Recommendation have been cited and non-compliances have been illustrated, displaying and describing examples of certain solutions, implemented in the field. The fact that inadequate locating of displaced metering cabinets do not achieve all the desired effects of the relocation of the existing metering points has been particularly emphasized. Also, inadequate choice of technical solutions, which are prescribed by the Recommendation, but not for specific cases and levels of urbanization, in many cases not only undermines the appearance of ambience, but often endangers the physical safety of people and property, e.g., of the traffic participants. Related to that, the technical solution, prescribed by the Recommendation exceptionally and primarily for rural areas (installation of metering cabinets on the pole), in practice - probably because it is the cheapest – became the basic one. It has been implemented almost by default, very often even in highly urbanized areas. Besides, the possibility of grouping displaced cabinets is also clearly defined and limited by the Recommendation, but in practice, man can find examples that have not only a grotesque character, but represent an obstacle for overhead lines' maintenance and a source of danger to the safety and health of employees engaged in these activities. Conclusion and purpose of the paper is to highlight the necessity of adjustment and returning the practice of relocation of the metering points within the prescribed limits.

Key words: relocation, metering point, metering cabinet, connection line, technical requirements



PROCENA STARENJA TRANSFORMATORA NA OSNOVU DIJAGRAMA OPTEREĆENJA, SADRŽAJA VLAGE U IZOLACIONOM SISTEMU I TEMPERATURE AMBIJENTA

Zoran RADAKOVIĆ, Marko NOVKOVIĆ, Uroš RADOMAN, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Srđan MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija
Vladimir OSTRACANIN, Radomir TODOROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Brzina starenja (brzina smanjenja životnog veka transformatora) po klasičnoj teoriji raste sa temperaturom najtoplije tačke izolacije – za normalan kraft papir, prema IEC standardu, udvostručava se za svaki porast temperature od 6°C. U aneksu izdanja IEC standarda iz 2018. godine, koji se odnose na ovu problematiku, po prvi put su dati izrazi kojima se uvažava i uticaj vlage i kiseonika na brzinu starenja.

U radu su prikazani rezultati primene ove metode na 20 distributivnih transformatora, širom Srbije. Svi transformatori su za transformaciju napona sa 110 kV na niže naponske nivoe. Inicijalni izbor transformatora koji su analizirani izvršen je na osnovu lošijih rezultata redovnih električnih ispitivanja i hemijskih ispitivanja ulja. Primena algoritma iz IEC standarda zahteva niz ulaznih podataka: termičke karakteristike transformatora, dijagrame opterećenja (merene vrednosti snage sa relativno malom periodom od 15 minuta) tokom čitavog perioda rada transformatora na mreži, dijagrame promene temperature ambijenta, dijagrame promene sadržaja vlage i kiseonika. Pokazalo se da kompletan skup podataka ni za jedan od 20 transformatora nije bio dostupan. U radu je objašnjeno kako se u realnim uslovima, odnosno sa realno dostupnim podacima, može primeniti metoda iz IEC standarda, odnosno sagledati mogućnost analize starenja baziranog na ovoj metodi.

Ključne reči: Energetski transformatori, Starenje izolacije, Opterećivanje transformatora, Termičke karakteristike

EVALUATION OF TRANSFORMER AGEING BASED ON LOADING DIAGRAMS, MOISTURE CONTENT IN INSULATION SYSTEM AND AMBIENT TEMPERATURE

The ageing rate (rate of transformer insulation life reduction), according to the wide applied traditional rule, is a function of the insulation hot-spot temperature – for non-thermally upgraded paper, according to the IEC standard, the ageing rate is doubled on every 6°C of temperature rise. Annex A of IEC standard from year 2018 includes the ageing rate equation, that takes the influence of the moisture and water content into account.

The method from IEC standard was applied on 20 transformers operating in Serbian distribution grid and the results are presented in this paper. All transformers are transforming voltage from 110kV to lower voltage levels. Selection of the analyzed transformers was performed based on the results of regular electrical tests and chemical oil tests than for other grid transformers. Transformers with somewhat poor results were selected. Calculation method from the IEC standard requires a series of input data: transformer thermal characteristics, loading diagram (measured power at relatively small time resolution (15 min)) for period when transformer was operable on the power grid, ambient temperature diagram and moisture and oxygen content diagram for the same period. It turned out that required set of data was incomplete for each of 20 selected transformers. The paper presents the methods for overcoming the problem of the missing data, i.e. how to get (as good as possible) an estimation of the ageing starting from the available set of data. As one of the conclusions, it is explained how realistic in practice is to estimate the ageing based on this method.

Key words: Power transformers, Insulation aging, Transformer loading, Thermal characteristics



PRIMENA VENEROVE METODE NA TLO SA TANKIM POVRŠINSKIM SLOJEM VELIKE SPECIFIČNE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI

Stevan STANIŠIĆ, Zoran RADAKOVIĆ
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

Specifična električna otpornost tla (ρ) predstavlja ulazni podatak za proračune otpora uzemljivača ili elektroda za HVDC transport električne energije, kao i raspodelu potencijala u okolini uzemljivača. Tlo po pravilu nije homogeno, odnosno njegovo ρ se menja po dubini. Najčešće korišćena metoda za određivanje ρ je Venerova (Wenner) metoda, sa pratećim metodama interpretacije. Merenjem sa dve strujne (struja I) i dve potencijalne elektrode (napon $U(a)$), za različita rastojanja a između elektroda, određuju se „prividne otpornosti“ $R(a)=U(a)/I$, a iz njih „prividne specifične otpornosti“ ρ_a za dubinu a . Iz ovih vrednosti se, primenom metoda interpretacije, izvlači zaključak o promeni realnog ρ sa dubinom.

Venerova metoda je izvedena polazeći od pretpostavke da se struja odvodi iz tačkastog vrha jedne strujne elektrode i stiče u tačkasti vrh druge. Vener je izveo formulu za vezu između $\rho(a)$ i $R(a)$, za koju je dao i uprošćeni izraz za $b \ll a$. U slučaju da postoji vrlo tanak površinski sloj tla čije se ρ značajno razlikuje od sloja ispod (tereni sa isušanim i rastresitim peskovitim površinskim slojem) sprovođenje metoda interpretacije zahteva merenja pri malim rastojanjima a . Za takav slučaj nije moguće praktično ostvariti dovoljno male vrednosti b , potrebne za malo a , da bi upotreba uprošćene formule bila opravdana. Ostaje otvoreno i pitanje uticaja pretpostavke da su izvori tačkasti, umesto stvarnog oblika štapnih elektroda. Cilj ovog rada je da ustanovi ovaj uticaj, koristeći mogućnosti koje pružaju savremeni softverski alati zasnovani na metodi konačnih elemenata (FEM).

Analizirane su karakteristične strukture tla: 1) dvoslojno, uobičajene debljine gornjeg sloja: $\rho_1 = 400 \Omega\text{m}$ ($h_1 = 2,5 \text{ m}$) i $\rho_2 = 100 \Omega\text{m}$, i 2) dvoslojno, sa velikom otpornošću i malom debljinom gornjeg sloja: $\rho_1 = 1000 \Omega\text{m}$ ($h_1 = 0,3 \text{ m}$) i $\rho_2 = 100 \Omega\text{m}$. Primenom FEM, kao alternativa merenjima na terenu, određena je raspodela struja i potencijala u modelu mernog sistema. Iz rezultata FEM simulacija se jednostavno dobijaju vrednosti koje se zahtevaju kao rezultati merenja Venerove metode. Posle sprovođenja postupka Venerove metode i tehnika interpretacije rezultata, dobijene su vrednosti karakteristika tla, koje su zatim poređene sa inicijalno zadatim karakteristikama. Analize su vršene za dva slučaja, za tačkaste elektrode (kao u teorijskoj postavci Venerove metode i pratećim metodama interpretacije), kao i za slučaj uobičajeno primenjenih štapnih elektroda.

Ključne reči: Venerova metoda, specifična otpornost tla, FEM softver, dvoslojno tlo, površinski sloj male dubine, električna karakterizacija tla

APPLICATION OF THE WENNER METHOD ON SOIL WITH A THIN SURFACE LAYER WITH HIGH ELECTRICAL RESISTIVITY

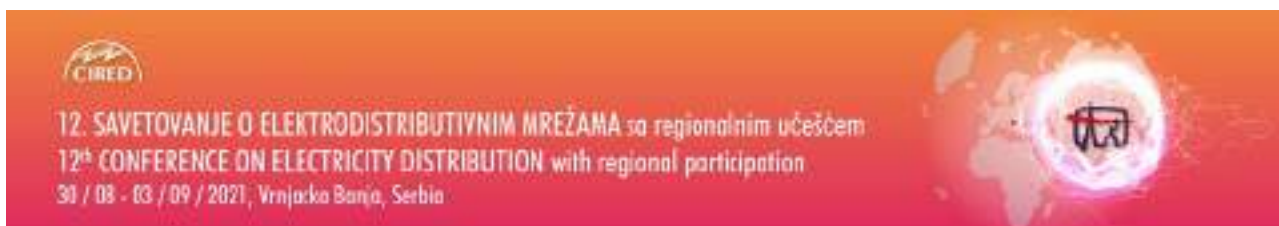
The ground resistivity (ρ) is the input for calculation of the grounding systems resistance or electrodes for HVDC power transmission, as well as potential distribution in the surrounding soil. As a rule, soil is not homogeneous, i.e. its ρ varies with depth. The most commonly used method for determining ρ is the Wenner method, followed by interpretation methods. By measuring with two current (current I) and two voltage electrodes (voltage $U(a)$), for different distances a between the electrodes the apparent resistances $R(a)=U(a)/I$ are determined. The next step is determination of “the apparent resistivities” ρ_a for each depth a . From these values, by using the interpretation methods, a conclusion can be drawn about variation of real ρ with depth.

Wenner's method was derived with the assumption that the current exits from the tip of one current electrode and flows into the tip of the other. Wenner derived a formula for the relationship between $\rho(a)$ and $R(a)$, for which he also gave a simplified expression for $b \ll a$. In case there is a very thin surface layer of soil where ρ differs significantly from the layer below (terrains with dried and loose sandy surface layer), the implementation of the method of interpretation requires measurements at short distances a . In such a case, it is practically impossible to achieve sufficiently small values of b , necessary for small a , for the use of a simplified formula to be justified. The question of the influence of the assumption that the sources are points, instead of the actual shape of the rod electrodes, also remains open. The aim of this paper is to analyze this influence, using the possibilities provided by modern software tools based on the finite element method (FEM).

The characteristic soil structures are analysed: 1) common two-layer, with usual upper layer depth: $\rho_1 = 400 \Omega\text{m}$ ($h_1 = 2,5 \text{ m}$) and $\rho_2 = 100 \Omega\text{m}$, and 2) two-layer, with high resistivity and small thickness of upper layer $\rho_1 = 1000 \Omega\text{m}$ ($h_1 = 0,3 \text{ m}$) and $\rho_2 = 100 \Omega\text{m}$. Using FEM, as an alternative to field measurements, the distribution of currents and potentials in the measurement system model was determined. From the results of FEM simulations, the values required as the results of measurements of the Wenner method are simply obtained. After performing the procedure of the Wenner method and the results interpretation techniques,

the values of the soil characteristics were obtained, which were then compared with the initially assigned characteristics. Analyses were performed for two cases: for point electrodes (as in the theoretical setting of the Wenner method and the accompanying methods of interpretation), as well as for the case of commonly used rod electrodes.

Keywords: Wenner method, soil resistivity, FEM software, two-layer soil, shallow surface layer, electrical characterization of soil



R-1.19

PRORAČUN MAKSIMALNOG UGIBA I NAPREZANJA PROVODNIKA POMOĆU PROGRAMA ZA TABELARNE PRORAČUNE

Dragoslav PERIĆ, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd,
odsek Primenjene inženjerske nauke Požarevac, Srbija
Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Srbija

Za projektovanje, izvođenje i eksploataciju elektrodistributivnih nadzemnih vodova sa Al/Č provodnicima potrebno je proračunati maksimalni ugib u rasponu za različite temperature vazduha. Za određivanje maksimalnog ugiba neophodno je izračunati mehaničko naprezanje provodnika iz jednačine stanja provodnika. Jednačina stanja je kubna jednačina sa horizontalnim naprežanjem kao promenljivom. Ova jednačina može da se rešava iterativnim postupkom ili analitički. Iterativni postupak (obično Njutn-Rapsonov) zahteva računarsko rešavanje i pisanje odgovarajućeg programskog koda ili korišćenje specijalizovanih programa, dok analitičko rešavanje podrazumeva poznavanje Kardanovih formula iz kojih se mogu direktno odrediti koreni kubne jednačine. Lako je zaključiti da i jedan i drugi pristup izlazi izvan okvira praktičnih inženjerskih proračuna.

U radu su opisani različiti metodološki pristupi za prethodno navedene proračune i razvijen je i opisan korisnički program za proračun maksimalnog horizontalnog naprežanja i ugiba lančanice provodnika primenom programa za tabelarne proračune. U članku se i predlaže primena programa za tabelarne proračune za praktične inženjerske potrebe pri projektovanju i izvođenju radova na izgradnji nadzemnih vodova sa Al/Č provodnicima.

Ključne reči: nadzemni vodovi sa Al/Č provodnicima, ugib, mehaničko naprezanje provodnika, programi za tabelarne proračune

CALCULATION OF MAXIMUM SAG AND TENSION OF CONDUCTOR BY THE SPREADSHEET PROGRAMS

For the design, construction and exploitation of overhead power lines with Aluminium Steel conductors, it is necessary to calculate the maximum sag in the span length for different air temperatures. To determine the maximum sag, it is necessary to calculate the mechanical tension of conductor from the equations for the conductor, which is a cubic equation with the horizontal tension as a variable. This equation can be solved iteratively or analytically. An iterative procedure (usually Newton-Raphson) requires computer solving and writing of appropriate program code or the use of specialized programs, while analytical solving involves knowledge of Cardano's formulas. It is easy to conclude that both approaches go beyond practical engineering calculations.

The paper describes different methodological approaches for the above mentioned calculations and develops and describes a user program for calculating the maximum horizontal tension and conductor catenary sag using a spreadsheet program. The article also proposes the application of spreadsheet programs for practical engineering needs in the design and execution of works on the construction of overhead lines with Aluminium Steel conductors.

Keywords: Overhead lines with Aluminium Steel conductors, sag, mechanical tension of conductor, spreadsheet programs



R-1.20

PRORAČUN STRUJNOG OPTEREĆENJA NADZEMNIH VODOVA SA Al/Č PROVDNICIMA ZA POTREBE PROJEKTOVANJA

Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Srbija*
Dragoslav PERIĆ, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd,
odsek Primenjene inženjerske nauke Požarevac, Srbija

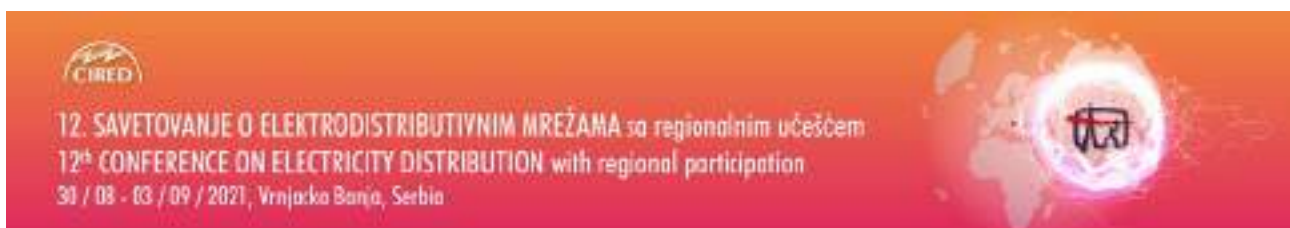
Različiti analitički pristupi su posvećeni proračunu trajno dozvoljenog strujnog opterećenja kod nadzemnih vodova sa Al/Č provodnicima. U ovom radu navedeni su i poređeni metodološki pristupi proračunu strujnih opterećenja objavljeni u IEC publikaciji, nastali iz temeljnih istraživanja u poslednjoj deceniji prošlog veka i internoj standardizaciji za delatnost distribucije električne energije nastaloj u prvoj deceniji ovog veka. Cilj ovog članka je da na osnovu prikazanih analitičkih pristupa za proračun trajno dozvoljenog strujnog opterećenja predloži jedan postupak proračuna za potrebe izrade tehničke dokumentacije kod projektovanja nadzemnih vodova, kao i da ponudi primenu programa za tabelarne proračune (*spreadsheet*) za realizaciju ovih proračuna u računarskom okruženju.

Ključne reči: nadzemni vodovi sa Al/Č provodnicima, trajno dozvoljeno strujno opterećenje, programi za tabelarne proračune

CALCULATION OF PERMISSIBLE CURRENT LOAD (100 % LOAD FACTOR) OVERHEAD LINES WITH ALUMINUM STEEL CONDUCTORS FOR DESIGN NEEDS

Different analytical approaches are devoted to the calculation of the permissible current load (100 % load factor) for overhead lines with Aluminum Steel conductors. This paper presents and compares comparative methodological approaches to the calculation of current loads published in the IEC publication, derived from basic research in the last decade of the last century and internal standardization for the electricity distribution activity created in the first decade of this century. The aim of this article is to propose, based on the presented analytical approaches for the calculation of the permanently allowed current load, a calculation procedure for the preparation of technical documentation for the design of overhead lines, as well as to offer the implementation of spreadsheet programs for the realization of these calculations in a computer environment.

Keywords: Overhead lines with Aluminum Steel conductors, Permissible current load (100 % load factor), spreadsheets



R-1.21

RAČUNARSKI PROGRAM ZA PRORAČUN TERMIČKI TRAJNO DOZVOLJENE STRUJE ENERGETSKIH KABLOVA POLOŽENIH U ZEMLJU

Stefan MIĆIĆ, G&W Electric Company, Čikago, SAD
Aleksandar SAVIĆ, Mileta ŽARKOVIĆ, Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija

Električna energija je neophodna u svim sferama života savremenog društva. Iz tog razloga potrebno je da se do krajnjih potrošača električna energija prenese na siguran način, a da pritom njen kvalitet bude na visokom nivou. Zbog sve veće naseljenosti u gradovima poslednjih decenija kablovska tehnika postaje sve važnija oblast u elektroenergetici. Prenos električne energije nadzemnim dalekovodima je ekonomičniji, ali zbog raspoloživih koridora i estetskih razloga kablovski prenos u gradovima postaje dominantan.

Kod izbora preseka i tipa energetskih kablova neophodno je za zadate uslove eksploatacije odrediti termički trajnu dozvoljenu struju. U praksi termički proračun kablova se vrši ili na osnovu tehničke preporuke ili upotrebom softverskih alata. U svakom slučaju da bi rezultati proračuna imali smisla moraju se u obzir uzeti svi relevantni faktori koji utiču na termičko naprezanje energetskog kabla.

Tema ovog rada je prikaz računarskog programa za termički proračun energetskih kablova položenih u zemlju. Program je razvijen za potrebe predmeta Kablovska tehnika na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu s ciljem unapređenja nastave. Program je razvijen primenom objektno orijentisanog programiranja u programskom paketu Matlab. Program omogućava unos kabla odgovarajućih karakteristika kao i svih relevantnih faktora koji utiču na eksploataciju kabla. Pri proračunu program uvažava uticaj isušivanja zemljišta kao i uticaj promenljivog dijagrama opterećenja. Kao glavni rezultat proračuna dobija se termički trajno dozvoljena struja za odabrani način polaganja kabla i usvojene polazne pretpostavke. Program omogućava i vizuelni prikaz načina na koji je kabl položen u zemlju sa odgovarajućim podacima.

Ključne reči: Energetski kablovi, termički proračun, računarski program

SOFTWARE FOR THE AMPACITY CALCULATION OF UNDERGROUND POWER CABLES

Electricity is essential in all spheres of life in modern society. For this reason, it is necessary to transfer electricity to the consumers in a safe manner, while maintaining its quality at a high level. Due to the increasing population density in cities in recent decades, cable technology has become an increasingly important area in electricity. The transmission of electricity using overhead transmission lines is more economical, but because of the available corridors and aesthetic reasons, cable transmission in cities becomes dominant.

When selecting the cross-section and the type of power cables, it is necessary to determine the cable ampacity for the given operating conditions. In practice, the cable ampacity calculation is performed either on the basis of a technical recommendation or by using software tools. In any case, for the calculation results to make sense, all relevant factors must be taken into account.

The topic of this paper is a computer program for the ampacity calculation of underground power cables. The program was developed for the needs of the course Power Cables at the School of Electrical Engineering in Belgrade, with the aim of improving teaching. The program was developed using object-oriented programming in the Matlab software package. The program allows the cable to be entered with the appropriate characteristics as well as all relevant factors that affect the cable's exploitation. In the calculation, the program takes into account the impact of soil drainage as well as the impact of a variable load. The main result of the calculation is the cable ampacity for the selected cable laying method and the adopted assumptions. The program also provides a visual representation of how the cable is laid in the ground with the appropriate data.

Key words: Power cables, cable ampacity, software



R-1.22

SMANJENJE VIZUELNIH UTICAJA DISTIRBUTIVNIH ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA NA ŽIVOTNU SREDINU

Bogdan PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije – Ogranak ED Subotica, Srbija
Siniša SPREMIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

Vizuelni uticaj elektroenergetskih objekata (u daljem tekstu: EEO) distribucije električne energije na životnu sredinu je značajan jer su EEO prisutni svuda gde žive i rade ljudi. Veća gustina naseljenosti povlači veći broj EEO što je lako uočljivo u gradovima i oko većih gradova. U seoskom području je manji broj EEO. Nemaju samo EEO vizuelni uticaj na životnu sredinu već i svi drugi građevinski objekti (industrija, stambeni, saobraćajni,...). Vizuelni uticaj na životnu sredinu se ogleda u tome da objekti umanjuju estetski izgled prirode i naselja, a sam pogled na neki objekat ili kroz njega (među njima i EEO) koji se izgledom ne uklapa u okolinu kod ljudi izaziva loše osećaje i gađenje. Zbog toga EEO treba da budu što manje vidljivi. Najveći vizuelni uticaj na životnu sredinu imaju nadzemni vodovi, zatim stubne transformatorske stanice (na gvozdeno-rešetkastom stubu) srednji napon/niski napon (u daljem tekstu: SN/NN), potom transformatorske stanice (u daljem tekstu: TS) 110/x kV i 35/x kV, a u manjoj meri SN/NN montažno-betonske i SN/NN zidane TS i NN kablovski ormani.

Kod svakog od navedenih elemenata elektrodistributivnog sistema postoji mogućnost da se smanji vizuelni uticaj i u slučaju da se planira EEO i u slučaju da je objekat već izgrađen. U oba slučaja se daju predlozi za smanjenje vizuelnog uticaja na životnu sredinu kako u pogledu planiranja, projektovanja i izgradnje novih i rekonstrukcije postojećih EEO tako i u pogledu korišćenja drugačije tehnologije i materijala. Podrazumeva se da korišćenje ovih metoda iziskuje veće troškove.

Ključne reči: Vizuelni uticaj, elektroenergetski objekat, životna sredina, tehnologija, materijal

MITIGATION OF VISUAL IMPACT OF DISTRIBUTION ELECTRICITY FACILITIES ON ENVIRONMENT

The visual impact of electricity facilities (in following text: EFs) of electricity distribution to the environment is significant because EFs are present everywhere where people live and work. Higher population density draws more EFs, which is easily noticeable in cities and around major cities. There are fewer EFs in the rural area. Not only EFs have a visual impact on the environment, but all other construction objects (industry, residential, transport, ...) have significant impact. The visual impact on the environment is reflected in the fact that the objects diminish the aesthetic appearance of nature and settlements, and the sight of an object or through it (among them EFs) that does not fit the environment in humans causes bad feelings and disgust. Therefore, EFs should be kept less visible as possible. The greatest visual impact on the environment are the overhead lines (feeders), then substations (on the iron-grid pillar) medium voltage/low voltage (in following text: MV/LV), then the substations 110/x kV and 35/x kV, and to a lesser extent MV/LV masonry substations of different types and LV cable cabinets.

With each of listed elements of the power distribution system there is a possibility to reduce the visual impact even if EFs are planned and in case the facility is already built. In both cases, proposals are made to reduce the visual impact on the environment both in the planning, design and construction of new and reconstruction of existed EFs and in the use of different technology and materials. It is understood that using these methods entails higher costs.

Key words: Visual impact, electricity facility, environment, technology, material



R-1.23

ИСПИТИВАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНОГ И МАГНЕТСКОГ ПОЉА У БЛИЗИНИ НАДЗЕМНИХ И КАБЛОВСКИХ ВОДОВА У ДИСТРИБУТИВНОМ ПОДРУЧЈУ БЕОГРАД С ЦИЉЕМ ОЦЕНЕ ИЗЛОЖЕНОСТИ РАДНИКА

Маја ГРБИЋ, Александар ПАВЛОВИЋ, Дејан ХРВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла“, Република Србија
Ненад РИСТОВИЋ, ЈП „Електропривреда Србије“, Технички центар Београд, Република Србија

У раду су анализирани нивои електричног и магнетског поља који се јављају у непосредној близини надземних водова напонских нивоа 0,4 kV, 10 kV и 35 kV и кабловских водова напонских нивоа 10 kV и 35 kV. Анализа је заснована на резултатима мерења јачине електричног поља и магнетске индукције у околини поменутих водова. Испитивања су спроведена ради оцене изложености радника електричном и магнетском пољу приликом обављања радова на поменутим водовима. Добијени резултати су упоређени с акционим вредностима које су прописане Правилником о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању електромагнетском пољу, из 2015. године. Закључено је да су добијене вредности електричног и магнетског поља ниже од прописаних акционих вредности и да рад на анализираним водовима може да се обавља без примене средстава за заштиту од електричног и магнетског поља.

Кључне речи: јачина електричног поља, магнетска индукција, дистрибутивни вод, изложеност радника.

TESTING OF ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS IN THE VICINITY OF OVERHEAD AND CABLE POWER LINES IN BELGRADE POWER DISTRIBUTION AREA FOR THE PURPOSE OF ASSESSING THE EXPOSURE OF WORKERS

The levels of electric and magnetic fields which occur in the immediate vicinity of 0.4 kV, 10 kV and 35 kV overhead lines, as well as 10 kV and 35 kV cable lines are analyzed in this paper. The analysis is based on the results of electric field strength and magnetic flux density measurements in the vicinity of the aforementioned power lines. The testings were conducted for the purpose of assessing the exposure of workers to electric and magnetic fields while performing work at these power lines. The obtained results were compared to the action levels prescribed by the Regulation on preventive measures to ensure the safety and health of workers exposed to the electromagnetic field from 2015. It was concluded that the obtained values of electric field strength and magnetic flux density were lower than the prescribed action levels and that work at the analyzed power lines can be performed without additional equipment for protection from electric and magnetic fields.

Keywords: electric field strength, magnetic flux density, distribution line, exposure of workers.



R-1.24

АНАЛИЗА ИЗЛОЖЕНОСТИ РАДНИКА ЕЛЕКТРИЧНОМ И МАГНЕТСКОМ ПОЉУ У УНУТРАШЊОСТИ И НЕПОСРЕДНОЈ БЛИЗИНИ ТРАНСФОРМАТОРСКИХ СТАНИЦА 10/0,4 KV

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

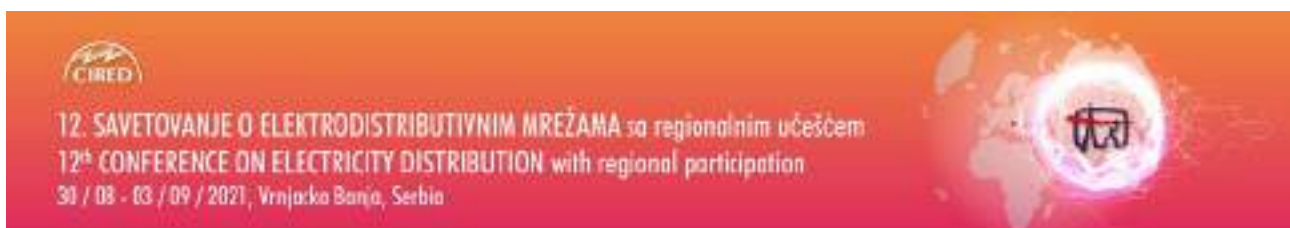
У раду су приказани резултати испитивања електричног и магнетског поља у унутрашњости и непосредној близини трансформаторских станица 10/0,4 kV, која су спроведена ради оцене изложености радника овим пољима. Оцена изложености радника електричном и магнетском пољу представља захтев Правилника о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању електромагнетском пољу, који је у Републици Србији усвојен 2015. године. Ради спровођења свеобухватне анализе, испитивањима су обухваћени различити типови трансформаторских станица 10/0,4 kV. Вредности јачине електричног поља и магнетске индукције добијене мерењем упоређене су с акционим вредностима из поменутог правилника, чиме је потврђена усаглашеност са прописаним захтевима.

Кључне речи: јачина електричног поља, магнетска индукција, електромагнетско поље, изложеност радника, трансформаторска станица.

ANALYSIS OF THE EXPOSURE OF WORKERS TO ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS INSIDE AND IN THE IMMEDIATE VICINITY OF 10/0.4 KV SUBSTATIONS

The paper presents the results of electric and magnetic field testing inside and in the immediate vicinity of 10/0.4 kV substations, which were performed in order to assess the exposure of workers to these fields. The assessment of workers' exposure to electric and magnetic fields is required by the Regulation on preventive measures to ensure safety and health of workers exposed to electromagnetic field, which was adopted in the Republic of Serbia in 2015. In order to conduct a comprehensive analysis, the testings were carried on different types of 10/0.4 kV substations. The values of electric field strength and magnetic flux density obtained by the measurements were compared to the action levels specified in the aforementioned regulation, whereby the compliance with the prescribed requirements was confirmed.

Keywords: electric field strength, magnetic flux density, electromagnetic field, exposure of workers, substation



Izveštaj STK 2

Стручна комисија 2:

КВАЛИТЕТ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ У ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНИМ СИСТЕМИМА

Председник комисије: Prof. dr Vladimir KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

У оквиру Стручне комисије 2 - Квалитет електричне енергије у електродистрибутивним системима CIREC Србије за XII Саветовање о електродистрибутивним мрежама са регионалним учешћем - CIREC Србије 2021 предложено је 7 преференцијалних тема:

1. Квалитет испоручене ел. енергије (квалитет напона) – виши хармоници, фликер, пропади напона, скокови напона, кратки прекиди и други поремећаји у напајању потроšaча – узроци, простирање, имунитет, елиминисање, искуства
2. Уређаји и методе за мерење и мониторинг квалитета електричне енергије (дијагностичке методе, опрема, поступци и сл.)
3. Домаћа и европска техничка регулатива о квалитету електричне енергије (стандардизација, технички прописи и поступци)
4. Услови прикључења нелинеарних потроšaча и дистрибуираних генератора (малих електрана) - виши хармоници, фликер, несиметрија, методе елиминисања

5. Uticaj nedovoljnog kvaliteta na rad potrošača (tehnički problemi, energetska efikasnost, pouzdanost, finansijski efekti, odnosi sa potrošačima...)
6. Elektromagnetna kompatibilnost, bezbednost i interferencija
7. Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, poremećaji u uzemljenju i kvalitet električne energije i druge teme

Za stručnog izvestioca Stručna komisija je odredila prof. dr Vladimira Katića.

Svi radovi prijavljeni i dostavljeni za STK 2 su recenzirani od strane kompetentnih recenzenata, a nakon recenzije, urađenih ispravki od strane autora i diskusije na Stručnoj komisiji, za izlaganje prihvaćeno je 15 radova kao referati.

Stručna komisija referate je svrstala po preferencijalnim temama i to 5 radova u prvu, 5 radova u drugu, 3 rada u petu i 2 rada u sedmu preferencijalnu temu.

U pripremanju ovog izveštaja stručni izvestilac je koristio zapažanja, komentare i pitanja recenzenata, na čemu im posebno zahvaljujem.

Preferencijalna tema 1:

Kvalitet isporučene el. 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 SIMULTANO PUNJENJE ELEKTRIČNIH VOZILA I OCJENJIVANJE SUPRAHARMONIKA DO 150 kHz U ELEKTRIČNIM VOZILIMA

Autori: Anton LUCOVIQ, Aries energetika doo, Hrvatska, Jürgen BLUM, A. Eberle GmbH & Co. KG, Germany

Pitanja za diskusiju:

1. Punjač je samo 4,6 kVA, ali čini pad napona od 4 V (skoro 2%). Objasnite pojavu ovako značajnog pada napona na početku procesa punjenja.
2. Šta je izvor supraharmenika u struji punjenja? Kako se oni mogu sprečiti?
3. Postoje neki tranzijenti snimljeni u obliku talasa napona. Zašto se pojavljuju?
4. Napon talasnog oblika sve tri linije spljošten je na vrhu. Objasnite ove rezultate.

R-2.02 POBOLJŠANJE KVALITETA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE OPŠTINE OBRENOVAC U PERIODU 2016-2018.

Autori: Aleksandar MILOJKOVIĆ, Dragan MILENKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Koje mere za poboljšanje kvaliteta isporuke električne energije su dale najbolje rezultate?
2. Koje mere koje su istovremeno jeftine, a daju dobre rezultate, mogu autori da preporučie drugim Ograncima radi pobošljanja pouzdanosti napajanja?
3. Koje pozitivne efekte je potrošačima donelo opisano poboljšanje kvaliteta isporuke?

R-2.03 POBOLJŠANJE NAPONSKIH PRILIKA U NISKONAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI UGRADNJOM REGULACIONOG TRANSFORMATORA

Autori: Nikola MILOŠEVIĆ, Milan MILANKO, Siniša RISTIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak ED Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Programsko resenje koje se zasniva na Exell-u moze se koristiti za proracun padova napona u ustaljenom stanju sistema. Takav pristup se ne moze koristiti za analizu harmonijskih komponenti napona i struja. Da li su autori razmatrali mogucnost primene nekog od raspolozivih programskih rjesenja (DMS, Sincal i slicno) koji bi mogli da tokom kalkulacije daju najpovoljnije mesto ugradnje regulacionog transformatora kako sa aspekta kriterijuma dozvoljenih varijacija amplitude, tako i sa aspekta kriterijuma dozvoljenih harmonijskih izoblicenja napona i struja?
2. Da li je razmatran daljinski nadzor izlaznog napona regulacionog transformatora, da li je i kako tretiran moguci problem pojave prenapona (komutacionih i atmosferskih) na NN liniji i da li i kako ugradnja ovakvih naponskih regulatora utice na faktor snage u NN mrezi?
3. Da li ugradnja regulacionih transformatora ovakve namene zahteva izmene u postojećim procedurama održavanja NN opreme u EPS-u?

R-2.04 ANALIZA MERENIH PARAMETARA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE SA AKCENTOM NA HARMONIKE I POREĐENJE SA RELEVANTNIM STANDARDIMA

Autori: Aleksandra PETROVIĆ, Energoprojekt Entel a.d., Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Zašto su merenja trajala tri dana, kada po standardu koji definiše merenja parametara kvaliteta električne energije to treba da bude 7 dana?
2. Da li je vremenska rezolucija od 3 s adekvatna?
3. Objasniti opravdanost konstatacije da će, ukoliko se poveća broj sličnih potrošača u objektu, biti ugrožena vrednost naponskog THD faktora. Ovakva konstatacija bi navela na zaključak da je THDU linearnog karaktera i da ne postoji faktori slabljenja (attenuation factor - AF) i raznolikosti (diversity factor - DF), koji dovode do slabljenja i poništavanja određenih harmonika u spektru.

R-2.05 STUDIJA OPTIMALNE KOMPENZACIJE REAKTIVNE SNAGE U 11 KV MREŽI - DOHA, KATAR

Autori: Jovan VUKOVLJAK, Energoprojekt Entel a.d., Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je proračun faktora snage vršen uvažavanjem samo osnovnog harmonika ili i viših harmonika?
2. Zašto je THD napona nakon kompenzacije (sa baterijama sa prigušnicama) niži od THD napona bez kompenzacije?
3. Da li baterije kondenzatora bitno utiču na promenu udarne struje kratkog spoja na sabirnicama na mestu priključenja i da li to može uticati na izbor rasklopne opreme?

Preferencijalna tema 2:

Uređaji i metode za merenje i monitoring kvaliteta električne energije (dijagnostičke metode, oprema, postupci i sl.)

R-2.09 PRIMJENA SINHRONIZIRANIH FAZORSKIH MJERENJA U SREDNENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA PRIKLJUČENIM MALIM HIDROELEKTRANAMA

Autori: Sakib JUSIĆ, JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo – Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, BiH

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je, u međuvremenu, utvrđen uzrok promene faznog ugla detektovan u slučaju 2?
2. U radu je navedeno: "Vrijednosti pragova okidanja za ove detektore se određuju iz eksperimentalnih podataka o sistemu dobijenih za vrijeme normalnog radnog režima i za vrijeme tranzijenata u sistemu" Da li su određeni pragovi okidanja za distributivnu mrežu u kojoj su PMU jedinica ugrađene?
3. Koja iskustva postoje i kakvi saveti se mogu preneti u vezi određivanja pragova okidanja?
4. Da li centralni kontroler u postojećoj konfiguraciji ima neku upravljačku ulogu?

R-2.10 KOMUNIKACIONI PRISTUP ZA MONITORING KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U PAMETNOJ MREŽI ZASNOVAN NA RAČUNARSTVU U OBLAKU

Autori: Miodrag FORCAN, Srđan JOKIĆ, Mirjana MAKSIMOVIĆ, University of East Sarajevo, Faculty of Electrical Engineering, Bosnia and Herzegovina

Pitanja za diskusiju:

1. Trenutni talasni oblici prikazani na slici 8 razlikuju se od onih u literaturi. Zašto je to tako? Dajte neka objašnjenja.
2. Proces praćenja je dugoročan. Kako su organizovani zabeleženi podaci? Kako se oni mogu pratiti i analizirati nakon toga?
3. U kom obliku se podaci o kvalitetu energije prezentiraju operativnom osoblju? Kako mogu reagovati u slučajevima lošeg kvaliteta energije?

R-2.11 PROCENA INDEKSA ZDRAVLJA TRANSFORMATORA U SLUČAJU NEPOUZDANIH INFORMACIJA

Autori: Srđan MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Na koje se sve naponske nivoe i na koje snage energetskih transformatora je primenjiva ova metoda?
2. Da li ova metoda uzima u obzir talasni oblik struja, koje teku namotajima energetskog transformatora.
3. Kako strujna i naponska izoblicenja uticu na životni vek transformatora?
4. Da li je, i ako jeste u kojoj meri, potrebno adaptirati postojeće tehničke propise u oblasti održavanja energetskih transformatora u EES?

R-2.12 MONITORING ELEKTROMAGNETSKOG POLJA VISOKIH FREKVENCIJA U OKOLINI TRANSFORMATORSKE STANICE 110/X KV "NOVI SAD 7"

Autori: Goran NEDIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Novi Sad, Srbija, Dragan KLJAJIĆ, Nikola ĐURIĆ, Karolina KASAŠ-LAZETIĆ, Miodrag MILUTINOV, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Koje nove kampanje monitoringa su isplanirane u Srbiji (SEMONT ili druge postojeće mreže), na kojim lokacijama javnih prostora i koliko iznose procenjeni troškovi ovakvih monitoringa?
2. Kakva su iskustva u svetu sa sličnim monitoringom VF elektromagnetnih polja?
3. Šta je sa monitoringom distributivnih transformatora u blizini stambenih objekata ili unutrašnjosti zgrada u većim gradovima?

R-2.13 RAZVOJ NAPONSKOG MERNOG TRANSFORMATORA BEZ MAGNETNOG JEZGRA - KARAKTERISTIČNI PROBLEMI

Autori: Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Zoran MITROVIĆ, Boris ANTIĆ, Dragan PEJIĆ, Platon SOVILJ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li već postoje realizovane slične konstrukcije naponskih mernih transformatora u praksi ili već predložene teorijski u literaturi?
2. Da li su u međuvremenu negde u praksi ugrađeni NMT ispitani laboratorijski i da li se planira proizvodnja?

3. Koliko je ekonomski opravdana upotreba ovih novih NMT u odnosu na klasične sa jezgrom?

Preferencijalna tema 5:

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

R-2.06 EKVIVALENTNI POKAZATELJ POUZDANOSTI – NAČIN IZRAČUNAVANJA

Autori: Miroslav BAČLIĆ, Miroslav RADOSAVLJEV, Elektrodistribucija Srbije d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je predočena fleksibilnost analize upravo i mana metode?
2. Da li se razmišlja o propisivanju vrednosti težinskih faktora, upravo kako bi se izbegla "podešavanja" dobijenih vrednosti i favorizovanju pojedinih parametara?
3. Da li je višekriterijumsko odlučivanje uz optimizaciju u odnosu na troškove ulaganja, po nekim matematičkim modelima, bolje rešenje. Da li bi se dobili nezavisniji rezultati, lišeni empirijskih težinskih faktora?

R-2.07 IZMENA PRAVILA O KVALITETU ISPORUKE I SNABDEVANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U POGLEDU UTICAJA OSTVARENIH VREDNOSTI POKAZATELJA KVALITETA NA ODREĐIVANJE REGULISANIH CENA PRISTUPA

Autori: Milica VUKOVLJAK, Dragana BARJAKTAREVIĆ, Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su u tabelama sa vrednostima SAIDI za celokupno područje ODS u Srbiji (za period 2009-2019.) i za pojedinačna elektrodistributivna područja (za 2019.) podaci sračunati samo prema neplaniranim ili prema svim (i planiranim i neplaniranim) prekidima isporuke električne energije?
2. Da li su autori istražili evropsku praksu u domenu (ne)uračunavanja kratkih neplaniranih prekida isporuke električne energije u parametre SAIFI i SAIDI i kakav je generalni stav autora po tom pitanju?
3. Ako je stav da se kratkotrajni prekidi ne uzimaju u obzir, koliko njihovo trajanje autori smatraju prihvatljivim u slučaju Srbije i da li i u tom domenu treba napraviti distinkciju po elektrodistributivnim područjima?

R-2.08 MOGUĆNOST PRIMJENE MONTE KARLO SIMULACIJE PRI PRORAČUNU PARAMETARA POUZDANOSTI U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Autori: Milena VUKČEVIĆ, Vladan RADULOVIĆ, Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore, Crna Gora

Pitanja za diskusiju:

1. Koje se još metode koriste za proračun pokazatelja pouzdanosti u distributivnom sistemu?
2. Koje su prednosti i mane primene MK simulacija za određivanje pokazatelja pouzdanosti u distributivnim mrežama u odnosu na druge metode?
3. Na koje se sve načine može unaprediti pouzdanost u distributivnim mrežama?

Preferencijalna tema 7:

Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, poremećaji u uzemljenju i kvalitet električne energije i druge teme

R-2.14 ZAŠTITA USAMLJENIH OBJEKATA OD ATMOSFERSKIH PRENAPONA

Autori: Tomislav RAJIĆ, Milan SAVIĆ, Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet, Željko TORLAK, Elektromreža Srbija AD, Boro JANKOVIĆ, Herni neprimetni gromobran d.o.o, Branko GLUŠICA, Sudski veštak, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je ovo pravi način za predlaganje izmena tehničkih preporuka ili to treba učiniti putem institucionalnih tela, poput ISS -a (Institut za standardizaciju Srbije)?
2. Šta je konkretna dopuna za izmene tehničkih preporuka?
3. Da li ste razmotrili druge zaštitne mere i uticaj sistema uzemljenja?

R-2.15 ISKUSTVA SA REZONANTNO UZEMLJENIM MREŽAMA

Autori: Anton LUCOVIQ, Aries energetika doo, Zagreb, Croatia, David TOMÁŠ, Petr VANČATA, EGE spol. s r.o, Czech Republic

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su analizirani troškovi prelaska za konkretnu mrežu sa postojećeg režima rada mreže sa nerezonantno uzemljenom ili izolovanom neutralnom tackom na režim uzemljenja sa Petersenovom prigusnicom (cost benefit analiza)?
2. Da li i na koji način rad distributivne mreže uzemljene preko Petersenove prigusnice utice na parametre kvaliteta isporučene električne energije (harmonijske komponente i distorzije napona i struja) kod krajnjeg kupca, odnosno da li je na bilo koji način ograničena primena rezonantnog režima neutralne tacke u mrežama sa izraženim prisustvom nelinearnih potrošača?

3. Da li na podesavanje Petersenove prigusnice ima uticaja sve izrazeniji prelazak distributivne mreze iz stanja krajnje pasivne u stanje aktivne mreze sa sve vecim prisustvom distribuirane proizvodnje?



Session 2 Report

Expert Committee 2:

POWER QUALITY IN DISTRIBUTION SYSTEMS

Chairman: Prof. Dr. Vladimir KATIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Within the Expert Commission 2 - Power Quality in Distribution Systems of CIRED Serbia for the XII Conference on Electricity Distribution Networks with Regional Participation - CIRED Serbia 2021, 7 preferential subjects were proposed:

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

The Expert Commission has appointed Prof. Dr. Vladimir Katic for expert reporter.

All papers submitted and submitted for STK 2 were reviewed by competent reviewers, and after the review and corrections made by the author and discussion at the Expert Commission, 15 papers were accepted for presentation as papers.

The expert commission classified the papers by preferential subjects, namely 5 papers in the first, 5 papers in the second, 3 papers in the fifth and 2 papers in the seventh preferential subject.

In preparing this report, the expert reporter used the observations, comments and questions of the reviewers, for which I am especially grateful.

Preferential subject 1:

Power quality of energy supply (voltage quality) – sources, spreading, immunity, mitigation, experiences, etc.

R-2.01 SIMULTANEOUS CHARGING OF ELECTRIC VEHICLES AND EVALUATION OF SUPRAHARMONICS UP TO 150 kHz IN ELECTRIC VEHICLES

Authors: Anton LUCOVIQ, Aries energetika doo, Hrvatska, Jürgen BLUM, A. Eberle GmbH & Co. KG, Germany

Questions for discussion:

1. The charger is only 4.6 kVA, but it makes voltage drop of 4 V (almost 2%). Explain appearance of such significant voltage drop at the beginning of the charging process.
2. What is the source of supraharmonics in charging current? How they can be prevented?
3. There are some transients recorded in voltage wave-shape. Why they appear?
4. Voltage wave-form of all three lines is flattened at the top. Explain these results.

R-2.02 IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRICITY DELIVERY IN OBRENOVAC MUNICIPALITY IN 2016-2018.

Authors: Aleksandar MILOJKOVIĆ, Dragan MILENKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Questions for discussion:

1. What measures to improve the quality of electricity supply have given the best results?
2. What measures that are at the same time cheap, and give good results, can the authors recommend to other Branches in order to improve the reliability of power supply?
3. What positive effects did the described improvement in the quality of delivery bring to consumers?

R-2.03 VOLTAGE CONDITIONS IMPROVEMENT IN THE LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK INTRODUCING REGULATION TRANSFORMER

Authors: Nikola MILOŠEVIĆ, Milan MILANKO, Siniša RISTIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Branch ED Novi Sad, Srbija

Questions for discussion:

1. An Excel-based software solution can be used to calculate steady-state voltage drops. Such an approach cannot be used to analyze the harmonic components of voltages and currents. Have the authors considered the possibility of applying any of the available software solutions (DMS, Sincal, etc.) that could give the most favourable place for the installation of the control transformer during the calculation both from the aspect of the allowable variations of amplitude and from the aspect of allowable harmonic voltage and current distortions?
2. Has remote monitoring of the output voltage of the control transformer been considered, has the possible problem of overvoltage (switching and atmospheric) on the LV line been treated and how, and does the installation of such voltage regulators affect the power factor in the LV network?
3. Does the installation of control transformers for this purpose require changes in the existing procedures for maintenance of LV equipment in EPS?

R-2.04 ANALYSIS OF MEASURED POWER QUALITY PARAMETERS WITH EMPHASIS ON HARMONICS AND COMPARISON WITH RELEVANT STANDARDS

Author: Aleksandra PETROVIĆ, Energoprojekt Entel plc., Serbia

Questions for discussion:

1. Why did the measurements last for three days, when according to the standard that defines the measurements of electricity quality parameters, it should be 7 days?
Is the time resolution of 3 s adequate?
2. Explain the justification of the statement that, if the number of similar consumers in the facility increases, the value of the voltage THD factor will be endangered. Such a statement would lead to the conclusion that THDU is of a linear character and that there are no attenuation factor (AF) and diversity factor (DF), which lead to attenuation and cancellation of certain harmonics in the spectrum.

R-2.05 STUDY OF OPTIMAL REACTIVE POWER COMPENSATION IN 11 kV NETWORK - DOHA, QATAR

Author: Jovan VUKOVLJAK, Energoprojekt Entel plc., Serbia

Questions for discussion:

1. Was the calculation of the power factor performed taking into account only the fundamental harmonic or also the higher harmonics?
2. Why is the THD voltage after compensation (with choke batteries) lower than the THD voltage without compensation?
3. Do the capacitor batteries significantly affect the change in the short-circuit surge current at the busbars at the connection point and can this affect the choice of switchgear?

Preferential Subject 2:

Devices and methods for power quality measurement and monitoring (diagnostic methods, equipment, procedures, etc.)

R-2.09 APPLICATION OF SYNCHRONIZED PHASOR MEASUREMENTS IN THE MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK WITH SMALL HYDRO POWER PLANTS CONNECTED

Authors: Sakib JUSIĆ, JP "Elektroprivreda B&H" plc. Sarajevo – Affiliate "Elektrodistribucija" Zenica , B&H

Questions for discussion:

1. In the meantime, has the cause of the phase angle change been determined detected in case 2?
2. The paper states: "The values of the trigger thresholds for these detectors are determined from experimental system data obtained during normal operation and during transients in the system" Are the trigger thresholds determined for the distribution network in which the PMU unit is installed?
3. What experiences is there and what advice can be conveyed regarding setting trigger thresholds
4. Does the central controller have a controlling role in the existing configuration?

R-2.10 CLOUD-BASED COMMUNICATION APPROACH FOR MONITORING OF POWER QUALITY IN SMART GRID

Authors: Miodrag FORCAN, Srđan JOKIĆ, Mirjana MAKSIMOVIĆ, University of East Sarajevo, Faculty of Electrical Engineering, Bosnia and Herzegovina

Questions for discussion:

1. Current waveforms shown in Fig.8 are different from the ones in the literature. Why is it so? Give some explanations.
2. Monitoring process is a long-term one. How are recorded data organized? How they can be tracked and analysed afterwards?
3. In what form are power quality data presented to the operating staff? How can they react in cases of poor power quality?

R-2.11 POWER TRANSFORMER HEALTH INDEX ESTIMATION IN THE PRESENCE OF UNRELIABLE INFORMATION

Authors: Srđan MILOSAVLJEVIĆ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade Aleksandar JANJIĆ, University of Niš, Faculty of Electronics, Serbia

Questions for discussion:

1. To which voltage levels and to which power of power transformers is this method applicable?
2. Does this method take into account the waveform of currents flowing through the windings of the power transformer?
3. How do current and voltage distortions affect the life of a transformer?
4. Is it necessary, and if so to what extent, to adapt the existing technical regulations in the field of maintenance of power transformers in the power system?

R-2.12 MONITORING OF HIGH-FREQUENCY EMF IN VICINITY OF 110/X kV "NOVI SAD 7" POWER SUBSTATION

Authors: Goran NEDIĆ, Elektro distribucija Srbije, Novi Sad, Serbia, Dragan KLJAJIĆ, Nikola ĐURIĆ, Karolina KASAŠ-LAŽETIĆ, Miodrag MILUTINOV, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia

Questions for discussion:

1. What new monitoring campaigns are planned in Serbia (SEMONT or other existing networks), at which locations of public spaces and how much are the estimated costs of such monitoring?
2. What are the experiences in the world with similar monitoring of HF electromagnetic fields?
3. What about the monitoring of distribution transformers near residential buildings or the interior of buildings in larger cities?

R-2.13 DEVELOPMENT OF THE VOLTAGE MEASURING TRANSFORMER WITHOUT A MAGNETIC CORE - CHARACTERISTIC PROBLEMS SUMMARY

Authors: Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Zoran MITROVIĆ, Boris ANTIĆ, Dragan PEJIĆ, Platon SOVLJ, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Questions for discussion:

1. Are there already any realized similar constructions of voltage measurement transformers in practice or already proposed theoretically in the literature?
2. In the meantime, have laboratory-tested NMTs been installed somewhere in practice and is production planned?
3. How much is it economically justified is the use of these new NMTs compared to the classic core ones?

Preferential Subject 5:

Effects of poor power quality on load and distributed generators operation (technical problems, efficiency, reliability, costs, customer relations, etc.)

R-2.06 EQUIVALENT RELIABILITY INDICATOR - CALCULATION METHODS

Authors: Miroslav BAČLIĆ, Miroslav RADOSAVLJEV, Elektro distribucija Srbije Ltd., Belgrade, Distributivno područje Novi Sad, Serbia

Questions for discussion:

1. Is the flexibility of the analysis presented actually the disadvantage of the method?
2. Is it considered to prescribe the values of weight factors, precisely in order to avoid "adjusting" the obtained values and favouring certain parameters?
3. Is multi-criteria decision-making with optimization in relation to investment costs, according to some mathematical models, a better solution? Would more independent results be obtained, devoid of empirical weighting factors?

R-2.07 AMENDMENT OF THE RULES ON THE QUALITY OF DELIVERY AND ELECTRICITY SUPPLY WITH REGARD TO THE INFLUENCE OF THE ACHIEVED VALUES OF QUALITY INDICATORS ON THE DETERMINATION OF REGULATED ACCESSSTAJE

Authors: Milica VUKOVLJAK, Dragana BARJAKTAREVIĆ, Aca MARKOVIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia Serbia

Questions for discussion:

1. Are the data in the tables with SAIDI values for the entire DSO area in Serbia (for the period 2009-2019) and for individual electricity distribution areas (for 2019) calculated only according to unplanned or according to all (both planned and unplanned) interruptions of electricity supply?
2. Have the authors investigated the European practice in the field of (non) inclusion of short unplanned interruptions of electricity supply in the parameters of SAIFI and SAIDI and what is the general position of the authors on this issue?
3. If the position is that short-term interruptions are not taken into account, how long do their authors consider acceptable in the case of Serbia, and should a distinction be made in that area in electricity distribution areas as well?

R-2.08 THE POSSIBILITY OF APPLYING MONTE CARLO SIMULATION IN THE CALCULATION OF RELIABILITY PARAMETERS IN THE POWER DISTRIBUTION NETWORK

Authors: Milena VUKČEVIĆ, Vladan RADULOVIĆ, Faculty of Electrical Engineering, University of Montenegro

Questions for discussion:

1. What other methods are used to calculate reliability indicators in the distribution system?
2. What are the advantages and disadvantages of applying MK simulations for determining reliability indicators in distribution networks compared to other methods?
3. In what ways can reliability in distribution networks be improved?

Preferential subject 7:

Overvoltage and overvoltage protection in distribution networks, effects of poor grounding on power quality, and other related topics

R-2.14 LIGHTNING PROTECTION OF ISOLATED BUILDINGS

Authors: Tomislav RAJIĆ, Milan SAVIĆ, University of Belgrade – Faculty of Electrical Engineering, Željko TORLAK, Elektromreža Srbije AD, Boro JANKOVIĆ, HERNI nepримetni gromobran Ltd., Branko GLUŠICA, Court expert witness, Serbia

Questions for discussion:

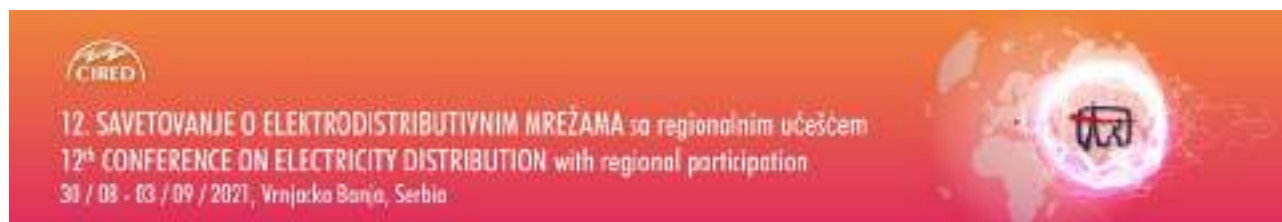
1. The first question is if this is the right way to propose changes in technical recommendations or it should be done through the institutional bodies, such as ISS (Institute of Standardization of Serbia)?
2. What is the specific amendment for the changes in technical recommendations? It should be given shortly in the conclusions.
3. Have you considered other protective measures and the influence of grounding system?

R-2.15 EXPERIENCES WITH RESONANTLY GROUNDED NETWORKS

Authors: Anton LUCOVIQ, Aries energetika Ltd., Zagreb, Croatia, David TOMÁŠ, Petr VANČATA, EGE spol. s r.o, Czech Republic

Questions for discussion:

1. Have the costs of transition from the existing operation mode of the network with non-resonantly grounded or isolated neutral points to the grounded mode with a Petersen coil (cost-benefit analysis) been analyzed for a specific network?
2. Does and how do distribution networks grounded with a Petersen coil affect the power quality parameters of supplied electricity (harmonic components and voltage and current distortions) at the end customer and is the application of the resonantly grounded mode in networks with the significant presence of nonlinear consumers limited in any way?
3. Does the increasingly pronounced transition of the distribution network from the state of extremely passive to the state of active network with an increasing presence of distributed generation affect the adjustment of the Petersen coil?



R-2.01

SIMULTANO PUNJENJE ELEKTRIČNIH VOZILA I OCJENJIVANJE SUPARHARMONIKA DO 150 KHZ U ELEKTRIČNIM VOZILIMA

Jürgen Blum (JB), A. Eberle GmbH & Co. KG, Germany

U sklopu opsežne kampanje za mjerenje, Tehničko sveučilište Bingen (THB) istraživalo je simultano punjenje deset punionica električnih vozila (EV) tijekom ljeta 2013. Glavni cilj bila je analiza struje punjenja i frekvencije uključivanja, kao i neravnoteže mreže zbog neravnomjerno raspoređenog tereta. Rezultati su pokazali da su se u nekim slučajevima dogodila kršenja standarda kvalitete električne energije. To ukazuje da će promatranje kvalitete električne energije u budućnosti postati sve važnije i da će se energetska elektronika punjenja morati dodatno poboljšati.

U drugoj kampanji za mjerenje u rujnu 2017. istražene su emisije do 150 kHz. Osim toga, istražena je uzajamna interferencija između različitih vozila i između električnih vozila i solarnih invertera.

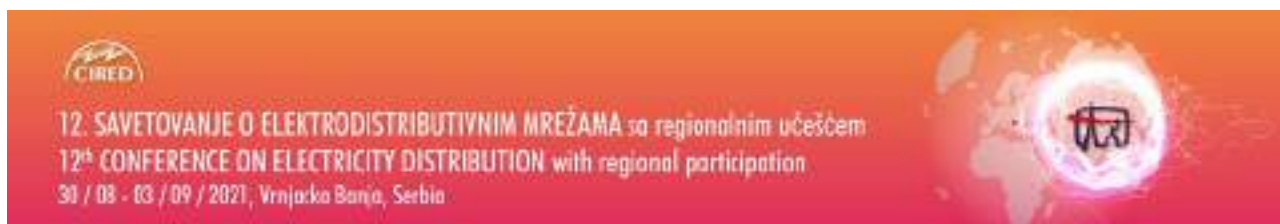
Ključne riječi: kvaliteta energije, elektromobilnost, tehnologija punjenja, interakcija između električnih punjača i PV elektrana

SIMULTANEOUS CHARGING OF ELECTRIC VEHICLES AND EVALUATION OF SUPRAHARMONICS UP TO 150 KHZ IN ELECTRIC VEHICLES

As part of an extensive measurement campaign, Technical University Bingen (THB) examined simultaneous charging of ten charging stations for electric vehicles (EVs) during summer 2013. The main objective was the analysis of charging current and switching frequencies as well as grid unbalances due to unevenly distributed loads. The evaluation showed that violations of power quality standards occurred in some cases. This indicates that the observation of power quality will become more and more important in the future and charging power electronics must be further improved.

In a second measurement campaign in September 2017 the emissions ranging up to 150 kHz have been investigated. In addition, the mutual interference between the different vehicles and between the electric vehicle and a solar inverter has been investigated.

Key words: power quality, electromobility, charging technology, interaction between electric vehicle chargers and PV power plants



R-2.02

POBOLJŠANJE KVALITETA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE OPŠTINE OBRENOVAC U PERIODU 2016-2018.

Aleksandar MILOJKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dragan MILENKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Rad se bavi pristupom i iskustvima u održavanju elektrodistributivne srednjenaponske i niskonaponske mreže u periodu 2016-2018. Ogranka/Odseka Obrenovac sa akcentom na teritoriju Opštine Obrenovac, nakon katastrofalne poplave 2014. godine. Pokazatelji pouzdanosti su višestruko poboljšani, selektivnost i bezbednost takođe. Stavljene su akcenat i na planiranje.

Ključne reči: Obrenovac, pouzdanost, kvalitet, održavanje, planiranje

IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRICITY DELIVERY IN OBRENOVAC MUNICIPALITY IN 2016-2018.

The paper deals with the approach and experience in maintaining the electricity distribution medium voltage and low voltage network in the period 2016-2018 Obrenovac Branch with an emphasis on the territory of the Municipality of Obrenovac, after the flood in 2014. Reliability indices have been repeatedly improved, selectivity and safety also. Significant contribution was also made to planning.

Key words: Obrenovac, reliability, quality, maintenance, planning



R-2.03

POBOLJŠANJE NAPONSKIH PRILIKA U NISKONAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI UGRADNJOM REGULACIONOG TRANSFORMATORA

Nikola MILOŠEVIĆ, Milan MILANKO, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak ED Subotica, Srbija
Siniša RISTIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Ogranak ED Novi Sad, Srbija

Zbog velike udaljenosti krajnjeg kupca od distributivne transformatorske stanice 20(10)/0,4kV i preopterećenosti niskonaponskog izvoda dolazi do odstupanja kvaliteta napona u nedozvoljenim granicama. U ovom radu predstavljeno je rešavanje problema loših naponskih prilika kod krajnjih kupaca na niskom naponu ugradnjom regulacionog transformatora. Nakon potvrde da

je kvalitet napona kod kupaca niži od zadatih vrednosti prema standardu SRPS EN 50160, najpre je potrebno odrediti lokaciju u niskonaponskoj mreži gde će se postaviti regulacioni transformator. Na osnovu izbora lokacije određuje se tip i snaga regulacionog transformatora koji će se ugraditi. Zatim treba proveriti nosivost stuba na izabranoj lokaciji, prema gabaritu i težini izabranog regulacionog transformatora, i po potrebi predvideti zamenu stuba. Kada se izabere odgovarajući stub, neophodno je proveriti uzemljenje istog prema instrukcijama proizvođača regulacionog transformatora i prema tehničkim preporukama.

U drugom delu rada dat je primer montaže regulacionog transformatora sa tehničkim rešenjima u Ogranku ED Subotica. Merenje kvaliteta napona vršeno je pre i posle postavljanja predmetnog transformatora mrežnim analizatorima kod kupca sa najboljim naponom na posmatranom niskonaponskom izvodu. Na kraju su navedene i opisane prednosti ugradnje regulacionog transformatora.

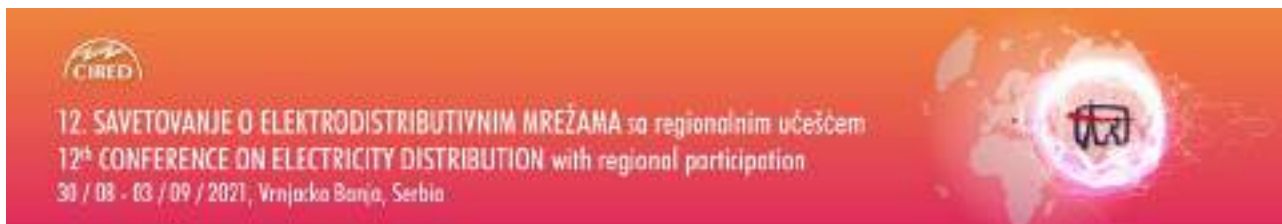
Ključne reči: kvalitet napona, regulacioni transformator, poboljšanje naponskih prilika

VOLTAGE CONDITIONS IMPROVEMENT IN THE LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK INTRODUCING REGULATION TRANSFORMER

Due to the long distance of the end customer from the 20(10)/0.4 kV substation and the overloading of the low voltage feeder, the quality of voltage is not within the allowed limits. This paper presents solving bad low voltage conditions by introducing a regulation transformer. After confirmation that low voltage conditions are below the prescribed value, according to the EN 50160 standard, determining the location where to set regulation transformer on a low voltage utility grid comes first. The choice of location determines what type and power rate the regulation transformer will be installed. Next, the pole loading of the selected pole should be examined according to the size and weight of the selected regulation transformer, and, if needed, the replacement of the pole should be predicted, too. After selecting a suitable pole, it is necessary to check the grounding of the pole according to the transformer manufacturer instructions and technical recommendations.

The second part of the paper provides an example of an installed regulation transformer with technical solutions in ED Subotica (electric power distribution utility). Upon the installation, voltage quality measuring results before and after the installation are given. The measurement of voltage quality was performed by network analyzers at the customer with the worst voltage quality conditions at the observed low voltage feeder. At the end are enlisted and described advantages of regulation transformer installation.

Keywords: voltage quality, regulation transformer, voltage conditions improvement



R-2.04

ANALIZA MERENIH PARAMETARA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE SA AKCENTOM NA HARMONIKE I POREĐENJE SA RELEVANTNIM STANDARDIMA

Aleksandra PETROVIĆ, Energoprojekt Entel a.d., Srbija

Nekoliko godina unazad postoji opravdana briga o uticaju nelinearnih potrošača na elektroenergetsku mrežu. Harmonici utiču negativno na gotovo svaku komponentu u sistemu prouzrokujući dodatna termička, mehanička i dielektrična naprezanja. Upravo zato je neophodno raditi periodična merenja u sistemu i kontrolu kvaliteta električne energije.

Ovaj referat obrađuje jedno takvo ispitivanje koje se zasniva na rezultatima merenja strujnih i naponskih prilika u kompleksu bolnica lociranih u Dohi (Katar). Merenja su rađena na 40 različitih lokacija u periodu od tri meseca, na naponskom nivou 0.415 kV. Izvršeno je poređenje izmerenih indikatora kvaliteta električne energije (individualni strujni i naponski harmonici do 25. reda, THD) sa vrednostima definisanim u relevantnim lokalnim i internacionalnim standardima:

- IEC 61000-2-2 – Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-2: Environment - Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems (published in 2002.)
- IEEE 519-2014 – IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems
- Interni standard distributera električne energije – KAHRAMAA Distribution Planning Manual.

Urađeno je poređenje ovih standarda i uzete su najstrožije vrednosti kao merodavne kako bi tumačenje rezultata bilo na strani sigurnosti.

Tumačenjem rezultata merenja došlo se do zaključka da je nivo harmonika u definisanim granicama, ali su i pored toga predložene mere predostrožnosti u vidu periodičnih merenja uzimajući u obzir da su medicinska oprema i aparati zapravo nelinearni potrošači električne energije.

Ključne reči: harmonici, kvalitet električne energije, distributivna mreža.

ANALYSIS OF MEASURED POWER QUALITY PARAMETERS WITH EMPHASIS ON HARMONICS AND COMPARISON WITH RELEVANT STANDARDS

In the last few years there has been reasonable concern about the influence of nonlinear loads on electrical power system. Harmonics adversely affect virtually every component in the power system, creating additional thermal, mechanical and dielectric stresses. Therefore it is necessary to make periodic measurements in the system and control the quality of electrical energy.

This paper addresses one such assessment based on the results of current and voltage measurements at the hospital complex located in Doha (Qatar). Measurements were made at 40 different locations over a three-month period, at a voltage level of 0.415 kV. Measured power quality indicators (individual current and voltage harmonics up to 25th order, THD) have been compared with the values defined in the relevant local and international standards:

- IEC 61000-2-2 – Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-2: Environment - Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signaling in public low-voltage power supply systems (published in 2002.)
- IEEE 519-2014 – IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems
- Internal standard of distribution system operator – KAHRAMAA Distribution Planning Manual.

A comparison of these standards was made and the most stringent values were taken as applicable in order to have the interpretation of the results on the safe side.

Analysis of measurements led to the conclusion that the harmonic level is within the defined limits, but nonetheless certain measures, such as periodic measurements, should be taken considering that medical equipment and appliances are non-linear loads.

Key words: harmonics, power quality, distribution power system.



R-2.05

STUDIJA OPTIMALNE KOMPENZACIJE REAKTIVNE SNAGE U 11 kV MREŽI – DOHA, KATAR

Jovan VUKOVLJAK, Energoprojekt Entel a.d., Beograd, Srbija

Kako je većina potrošača reaktivne energije induktivnog tipa (motori, fluo svetiljke, itd.), postoji značajna količina reaktivne energije u mreži, usled čega se ispoljavaju njeni negativni efekti, kao što su: smanjenje kapaciteta, povećani gubici i padovi napona.

U ovom radu je, na primeru studije koja je rađena za distributera električne energije (Kahramaa) u Dohi, Katar, prikazana analiza relevantnih aspekata za kompenzaciju reaktivne snage u 11 kV mreži, za različite tipove opterećenja. Kao rezultat analize, prikazane su preporuke za izbor snage, kao i broj i veličine regulacionih stepena kondenzatora. Ukupna snaga kondenzatorskih baterija određena je na osnovu stvarnih profila opterećenja i faktora snage, dok je broj i veličina regulacionih stepena određena uzimajući u obzir nekoliko faktora, kao što su profil opterećenja, broj sklopnih operacija, potreban prostor i cena.

Upotreba kondenzatorskih baterija u mreži može imati i negativne efekte, kao što su dodatna izobličenja napona i udarna struja koja se javlja pri uključanju kondenzatorskih baterija, a koja može da ošteti postojeću opremu. U drugom delu studije prikazana je analiza uticaja kondenzatorskih baterija na mrežu i date su preporuke za umanjene negativnih uticaja.

U studiji su razmatrana četiri karakteristična slučaja, na osnovu sledećih tipova opterećenja: 2x40 MVA – distributivna trafostanica; 2x40 MVA – trafostanica za laku industriju; 3x40 MVA – distributivna trafostanica; 4x40 MVA – distributivna trafostanica

Kao ulazni podaci za analizu korišćeni su podaci (aktivna i reaktivna snaga, udeo viših harmonika i vrednost faktora THD) dobijeni merenjem u tipskim trafostanicama. Kako merenja nisu vršena u periodu maksimalnih opterećenja, poslužili su i podaci o satnom opterećenju trafostanica koji su dobijeni od Kahramaa-e.

Kao konačan rezultat studije prikazana su konkretna rešenja za kompenzaciju reaktivne snage u tipskim distributivnim trafostanicama.

Ključne reči: kompenzacija reaktivne snage, harmonici, udarna struja, distributivna trafostanica.

STUDY OF OPTIMAL REACTIVE POWER COMPENSATION IN 11 kV NETWORK – DOHA, QATAR

The majority of electrical equipment (motors, fluorescent lamps, etc.) has an inductive characteristic. This creates a reactive load on the supply network, with several negative impacts like capacity reduction, additional losses and voltage drop.

In this paper, an example of a study provided for a power distribution company (Kahramaa) in Doha, Qatar, presents a comprehensive analysis of relevant aspects for compensation of reactive power, focused on compensation at 11kV voltage level, for different load types. As a result of the study, recommendations regarding capacitor bank sizing and determination of the step size

required for proper compensation of reactive power are presented. Total reactive power of capacitor bank was determined based on the actual load profile and power factor, while the size and number of steps were determined based on actual load profile and power factor, the optimal number of switching operation, space availability for capacitor bank installation and price required for different number and size of the steps.

The implementation of the capacitor banks in the network can also have negative impacts like additional harmonic distortion and also considerable inrush current which can damage the equipment. The second part of the study presents an analysis of the impact of capacitor banks on the network and provides recommendations for reducing the negative impacts.

Four cases were considered in the study, based on the following load types: 2x40 MVA – distribution substation; 2x40 MVA – substation for light industry; 3x40 MVA – distribution substation; 4x40 MVA – distribution substation

The data (active and reactive power, harmonics content and THD factor value), obtained by the measurements in typical substations, were used as input data for the analysis. Since the measurements are done during the off-pick load conditions, available hourly loading data, obtained by Kahramaa, were also used for accurate estimation of the capacitor bank size.

As a final result of the study, concrete solutions for reactive power compensation in typical distribution substations are presented.

Key words: reactive power compensation, harmonics, inrush current, distribution substation.



R-2.06

EKVIVALENTNI POKAZATELJ POUZDANOSTI –NAČIN IZRAČUNAVANJA

Miroslav BAČLIĆ*, Elektrodistribucija Srbije d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad,
Miroslav RADOSLAVLJEV, Elektrodistribucija Srbije d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad

Sistematsko praćenje prekida napajanja potrošača i analiza pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije, omogućava kvalitetniji pristup prilikom planiranja održavanja i razvoja upravljanja distributivnom mrežom.

Uobičajeni pokazatelji neprekidnosti isporuke električne energije: SAIFI, SAIDI, CAIDI i ENS se standardno prate, i njihovim praćenjem se mogu izvesti neki zahlučci što se tiče najugroženijih elemenata, objekata ili delova sistema.

Deo ovih pokazatelja se odnosi na pokazatelje zasnovane na broju korisnika bez napajanja, a deo na njihovu veličinu.

U zavisnosti od analiza koje pravimo i za koje potrebe, bilo bi poželjno imati jedan jedinstven pokazatelj pouzdanosti na osnovu kojeg bi napravili rang listu prioriteta.

Izračunavanje jedinstvenog pokazatelja pouzdanosti je tema kojom se bavi rad i koje obrasce primeniti u zavisnosti od potreba. U radu će biti prikazan poračun ekvivalentnog pokazatelja pouzdanosti za jedno distributivno područje.

Na osnovu predloženih metoda, na obrađivačima je da u skladu sa potrebama izaberu najpogodniji metod.

Analizom ekvivalentnog pokazatelja pouzdanosti se utvrđuju rang liste sa najkritičnijim elementima u distributivnoj mreži, a nakon toga se formiraju i planovi za njihovo pojačano održavanje, zamenu ili rekonstrukciju.

Ključne reči: kvalitet isporuke, pokazatelji pouzdanosti, poređenje, ekvivalentni pokazatelj, rang lista

EQUIVALENT RELIABILITY INDICATOR – METHOD OF CALCULATION

Systematic monitoring of power interrupts and reliability indicator analyses, enabled better coordination between maintenance, managing and future expansion of managing utility network.

Conventionally reliability indicators for delivered electrical energy SAIFI, SAIDI, CAIDI and ENS are standard monitored, and as a result of analyzing we can make some conclusions about reliability of some part, type of solutions etc.

Some of those indicators are based on a numbers of customer without power, and others on their consumption.

It will be very useful if we had one unique reliability indicator for making a rating list of priority for some kind of action (regular maintenance, enforced maintenance, substitution and investment).

The calculation of the equivalent reliability indicator is the subject of this paper. It also contains suggested formulas depending of our needs. It will be also shown the calculation of equivalent indicators for one distributive area.

Every utility company made her own choice for a method based on their needs.

Analyzing outage reports, we can determine the most critical parts in a utility network, and then we forming a list of elements for regular maintenance, enforced maintenance, substitution and investment in new capacity.

Key words: Quality of delivered electrical energy, reliability indicators, comparing, equivalent indicator, rating list



R-2.07

IZMENA PRAVILA O KVALITETU ISPORUKE I SNABDEVANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U POGLEDU UTICAJA OSTVARENIH VREDNOSTI POKAZATELJA KVALITETA NA ODREĐIVANJE REGULISANIH CENA PRISTUPA

Milica VUKOVLJAK, Dragana BARJAKTAREVIĆ, Aca MARKOVIĆ
Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija

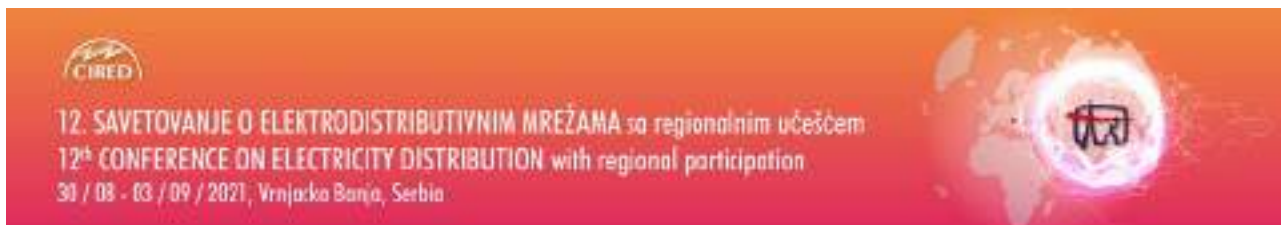
U radu je dat pregled najbolje evropske prakse u regulaciji kvaliteta isporuke i snabdevanja električnom energijom, koji je poslužio kao uzor za inoviranje pravila koja se odnose na kvalitet isporuke i snabdevanja električnom energijom koja donosi Agencija za energetiku Republike Srbije. Posebna pažnja u radu posvećena je delu u kome se govori o načinu na koji ostvarene vrednosti pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije utiču na odobravanje planova razvoja i sredstava za investicije i na regulaciju cena pristupa sistemima za prenos i distribuciju električne energije.

Ključne reči: kvalitet isporuke električne energije, regulacija cena

AMENDMENT OF THE RULES ON THE QUALITY OF DELIVERY AND ELECTRICITY SUPPLY WITH REGARD TO THE INFLUENCE OF THE ACHIEVED VALUES OF QUALITY INDICATORS ON THE DETERMINATION OF REGULATED ACCESS

The paper provides an overview of the best European practice in regulating the quality of electricity supply, which served as a model for innovating the Rules on Monitoring of Technical and Commercial Indicators and Governing the Quality of Electricity and Natural Gas Supply adopted by the Energy Agency of the Republic of Serbia. Special attention is paid to the part in which the realized values of quality indicators of electricity supply affect the approval of development plans and funds for investments and also in the regulation of prices for access to transmission and distribution systems.

Keywords: quality of supply, price regulation



R-2.08

MOGUĆNOST PRIMJENE MONTE KARLO SIMULACIJE PRI PRORAČUNU PARAMETARA POUZDANOSTI U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Milena VUKČEVIĆ, Vladan RADULOVIĆ
Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore, Crna Gora

Analize pouzdanosti su nezaobilazni procesi pri planiranju razvoja elektroenergetskih sistema, s obzirom na to da je pouzdanost veoma važna komponenta kvaliteta električne energije, čije narušavanje može prouzrokovati znatne štete različite prirode. Kontinuirano praćenje parametara pouzdanosti u elektrodistributivnim sistemima je danas dobilo na značaju upravo zbog valorizacije šteta nastalih usljed neisporučene električne energije krajnjim potrošačima, što je u skladu sa regulatornim propisima i pravilima.

U radu je dat prikaz mogućnosti primjene Monte Karlo simulacije, kao jedne od metoda za proračun pouzdanosti elektrodistributivnih sistema. Monte Karlo simulacija se izvodi generisanjem slučajnih brojeva, koji u slučaju proračuna i analiza u elektroenergetskim sistemima, mogu da određuju stanja komponenti i stanja sistema. Iz toga proizilazi da se pokazatelji pouzdanosti, koji su predmet ovog rada, i ostale karakteristične veličine izračunavaju iz skupova vrijednosti, koje su dobijene pomenutim slučajnim simulacijama.

Na ovaj način, primjenom Monte Karlo simulacije, može se sprovesti proračun parametara pouzdanosti poput: prosječne učestanosti prekida napajanja sistema, neisporučene energije, prosječnog trajanja prekida napajanja sistema itd. preko kojih se

iskazuje mjera pouzdanosti posmatranog sistema. Dakle, ideja ovog rada jeste da se proračunom pokazatelja pouzdanosti primjenom Monte Carlo simulacije, izvrši analiza i procjena pouzdanosti datog sistema prikazane karakteristične topologije.

Ključne reči: pouzdanost, parametri pouzdanosti, Monte Carlo, kvalitet električne energije, elektrodistributivni sistem

THE POSSIBILITY OF APPLYING MONTE CARLO SIMULATION IN THE CALCULATION OF RELIABILITY PARAMETERS IN THE POWER DISTRIBUTION NETWORK

The reliability analysis is unavoidable processes in planning the development of power systems, considering that reliability is a very important component of power quality. The disruption of power quality can cause considerable damage of various sorts. Continuous monitoring of reliability parameters in power distribution systems has become important nowadays precisely because of the valorization of these damages resulting from an undelivered electricity to consumers, which is in accordance with regulatory regulations and rules.

This paper presents the possibilities of application of Monte Carlo simulation, as one of the methods used to calculate the reliability of power distribution systems. The Monte Carlo simulation is performed by generating random numbers, which in this case of calculations and analysis in power systems, can determine the states of components and states of the system. It causes that reliability indicators, which are the subject of this paper, and other characteristic quantities are calculated from the sets of values obtained by the random simulations.

In this way, the result of an applied Monte Carlo simulation would be the calculation of reliability parameters such as an average frequency of system power outages, undelivered electric energy, an average system power outages time lengths, etc. through which the measure of the reliability of the observed system is expressed. Therefore, the idea of this paper is the calculation of reliability indicators using Monte Carlo simulations for the given system with characteristic topology.

Key words: reliability, reliability parameters, Monte Carlo simulation, quality of supply, power distribution system



R-2.09

PRIMJENA SINHRONIZIRANIH FAZORSKIH MJERENJA U SREDNENAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA PRIKLJUČENIM MALIM HIDROELEKTRANAMA

Sakib JUSIĆ, JP "Elektroprivreda BiH" d.d. Sarajevo – Podružnica "Elektrodistribucija" Zenica, BiH

U skladu sa svjetskim trendovima, te postojećim razvojem opreme novi način nadzora i zaštite je usmjeren prema upotrebi sinhroniziranih fazorskih mjerenja, čime se omogućava nadzor pogona i zaštita distributivne mreže u realnom vremenu, kao i nadzor rada distribuiranih izvora, te zaštita od ostrvskog pogona distribuiranih izvora. Sistemi su zasnovani na ugrađenim uređajima za mjerenje fazora napona i struje u određenim čvorištima elektroenergetskog sistema, odnosno mjerenja amplitude i ugla u realnom vremenu (PMU– Phasor Measurement Unit) i centralnim kontrolerom sa programskom podrškom sa kojim ostvaruju kontinuiranu komunikaciju vezu. Ova platforma omogućava realnu dinamičku sliku elektroenergetskog sistema, veću tačnost mjerenja, brzu razmjenu podataka i stvaranje algoritama za koordinaciju i brzo djelovanje u slučaju pojave nestabilnosti i može se povezati sa postojećim sistemima za nadzor elektroenergetskog sistema (SCADA sistem- Supervisory Control and Data Acquisition).

Sistem radi u realnom vremenu tako što su izmjerene vrijednosti vremenski usklađene GPS sinhronizacijom s tačnošću od jedne mikrosekunde.

Cilj ovog rada je da se kroz analizu funkcionisanja implementiranih sinhroniziranih fazorskih mjerenja u dijelu 20 kV distributivne mreže sa priključenom grupom malih hidroelektrana na području Općine Zavidovići valoriziraju tehničke i posljedično ekonomske prednosti kojima se uz zadržavanje postojeće infrastrukture osigurava sigurnost i pouzdanost pogona distributivnog sistema sa priključenim distribuiranim izvorima.

Ključne riječi: sinhronizirana fazorska mjerenja, distributivna mreža, distribuirani izvori, mala hidroelektrana, nadzor i zaštita

APPLICATION OF SYNCHRONIZED PHASOR MEASUREMENTS IN THE MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK WITH SMALL HYDRO POWER PLANTS CONNECTED

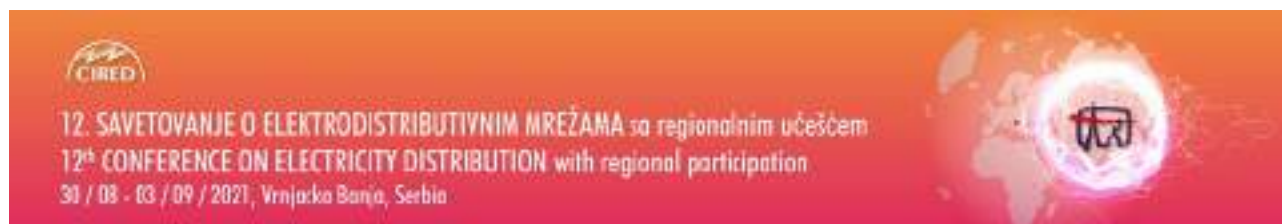
In line with world trends and existing equipment developments, the new monitoring and protection method is geared towards the use of synchronized phasor measurements, which enables real-time monitoring of the drive and protection of the distribution network, as well as monitoring of the operation of distributed sources and protection against island drive of distributed sources. The

systems are based on the built-in devices for measuring voltage and current phasors in certain nodes of the power system, i.e. measurement of amplitude and angle in real - time (PMU - Phasor Measurement Unit) and a central controller with software with which they have continuous communication connection. This platform provides a real dynamic image of the power system, greater measurement accuracy, rapid data exchange and the creation of algorithms for coordination and rapid action in the event of instability, and can be linked to existing SCADA system - Supervisory Control and Data Acquisition.

The system works in real - time by measuring the values synchronized with GPS synchronization with an accuracy of one microsecond.

The aim of this paper is to evaluate the technical and consequently economic advantages that ensure the safety and reliability of the distribution system with connected distributed systems by analyzing the functioning of implemented synchronized phasor measurements in a part of 20 kV distribution network with a group of small hydropower plants in the municipality of Zavidovici sources.

Key words: synchronized phasor measurements, distribution network, distributed sources, small hydropower, control and protection



R-2.10

КОМУНИКАЦИОНИ ПРИСТУП ЗА МОНИТОРИНГ КВАЛИТЕТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ У ПАМЕТНОЈ МРЕЖИ ЗАСНОВАН НА РАЧУНАРСТВУ У ОБЛАКУ

Miodrag FORCAN, Srđan JOKIĆ, Mirjana MAKSIMOVIĆ
University of East Sarajevo, Faculty of Electrical Engineering, Bosnia and Herzegovina

Нови комуникациони приступи се интензивно разматрају за примјене у паметној мрежи. Повећан број паметних бројила у нисконапонској мрежи и уређаја за мјерење фазора у високонапонској мрежи прогресивно трансформише традиционалну дистрибутивну мрежу ниске обсервабилности у модерну паметну мрежу са доступним разноврсним мјерним подацима. Комуникациони приступ заснован на рачунарству у облаку представља ефикасно, поуздано и повољно рјешење за остваривање погонских функција у паметној мрежи, чије извршавање није временски критично. Типичан примјер је мониторинг показатеља квалитета електричне енергије. Очекује се да анализа квалитета електричне енергије има значајан утицај на цијену електричне енергије и поузданост мреже у блиској будућности, те је она неизбјежна у будућој паметној мрежи. У овом раду је предложен комуникациони приступ за мониторинг квалитета електричне енергије у паметној мрежи заснован на рачунарству у облаку. „ThingSpeak“ платформа отвореног софтвера за примјене интернета уређаја је искориштена за моделовање сервера рачунарства у облаку, док је модел паметне мреже реализован примјеном програмског пакета „MATLAB/Simulink“. Добро позната тестна мрежа „IEEE 13-bus“ је искориштена за примјену функција мониторинга квалитета електричне енергије. Различити примјери су дефинисани у сврху испитивања карактеристика предложеног комуникационог приступа. Велики број симулација је извршен у циљу потврде ефикасности система за мониторинг квалитета електричне енергије. Посебна анализа је посвећена мониторингу напонског профила мреже са основним циљем детекције појава попут пропада напона, пренапона, хармонијске дисторзије, итд. Добијени резултати јасно указују на бројне предности и значајан потенцијал предложеног приступа.

Кључне речи: паметна мрежа, квалитет електричне енергије, интернет уређаја, комуникација и рачунарство у облаку, систем за мониторинг

CLOUD-BASED COMMUNICATION APPROACH FOR MONITORING OF POWER QUALITY IN SMART GRID

The new communication approaches are intensively being considered for Smart Grid (SG) applications. Increased number of smart meters (SM) at low voltage levels and phasor measurement units (PMU) at high voltage levels progressively transform traditional distribution networks with low observability into modern SG with a variety of measurement data available. The Cloud-based communication approach represents an efficient, reliable, and low-cost solution for SG operating functions which are not time-critical. A typical example is the monitoring of power quality indicators. The analysis of power quality is expected to have a significant impact on electricity prices and system reliability in the near future and its consideration is inevitable for future SG. In this article, the Cloud-based communication approach is proposed for monitoring of power quality in SG. Internet of Things (IoT) open-source platform named ThingSpeak is used for modeling of Cloud server, while the SG model is created using MATLAB/Simulink software package. A well-known IEEE 13-bus test network is used as a basis for the implementation of a power quality monitoring function. Various case studies are defined to test the performance of the proposed communication approach. Extensive simulations are performed to validate the efficiency of the power quality monitoring system. A special analysis is dedicated to the monitoring of the

network voltage profile with the main goal of detecting phenomena such as voltage drop, overvoltage, harmonic distortion, etc. The results obtained clearly indicate the numerous advantages and significant potential of the proposed approach.

Keywords: smart grid, power quality, internet of things, cloud-based communication, monitoring system



R-2.11

PROCENA INDEKSA ZDRAVLJA TRANSFORMATORA U SLUČAJU NEPOUZDANIH INFORMACIJA

Srdan MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla"
Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet

Distribucija električne energije zahteva dobro isplaniran budžet za preventivno i korektivno održavanje kao i zamenu jedinica koje su u nezadovoljavajućem stanju. Zbog visokih troškova energetskih transformatora (ET), razvoj metodologije za povećanje životnog veka ET kroz uspostavljanje prioriteta za kontrolu i održavanje je od velikog značaja. Zbog nedostatka redovnih merenja i inspekcija, metodologija za njihovo rangiranje treba da obuhvati vrednost dostupnih informacija za opisivanje trenutnog stanja ET-a. U radu je predloženo rešenje u vidu indeksa zdravlja, kao sastavnog dela upravljanja resursima. Pouzdanost rezultata merenja izračunava se korišćenjem algoritma za evidencijalno zaključivanje zasnovanog na Dempster – Šeferovoj teoriji. Predložena metodologija testirana je na realnim podacima ET-a u pogonu.

Ključne reči: Energetski transformator, Dempster-Šefer, Evidencijalno zaključivanje, indeks zdravlja, ocena stanja

POWER TRANSFORMER HEALTH INDEX ESTIMATION IN THE PRESENCE OF UNRELIABLE INFORMATION

Market-oriented power distribution system requires a well-planned budget and scheduled preventive and corrective maintenance during a replacement of the units that are in an unsatisfactory condition. Due to the high cost of energy power transformers (ET), developing a methodology for increasing the lifetime of ET through the establishment of priorities for control and maintenance is of great importance. Because of the lack of regular measurement and inspections, a methodology for their ranking should include the value of available information to describe ET current state. The paper proposes a solution in the form of health index, as an integral part of resource management. The confidence in the measurement results is calculated using an Evidential reasoning algorithm based on the Dempster – Shafer theory. The proposed methodology is tested on real data of an installed ET.

Key words: Power transformer, Dempster-Shafer, Evidential reasoning, health index, condition assessment



R-2.12

MONITORING ELEKTROMAGNETSKOG POLJA VISOKIH FREKVENCIJA U OKOLINI TRANSFORMATORSKE STANICE 110/x kV "NOVI SAD 7"

Goran NEDIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Novi Sad, Srbija
Dragan KLJAJIĆ, Karolina KASAŠ- LAŽETIĆ, Miodrag MILUTINOV, Nikola ĐURIĆ
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Sistemi za daljinski nadzor i upravljanje tehničkim i ostalim procesima u elektrodistributivnim transformatorskim stanicama, različitih naponskih nivoa, su vrlo značajni i postali su neophodna komponenta za povećanje pouzdanosti elektrodistributivnog

sistema. U velikoj meri, podaci koji se odnose na pomenute procese se prenose sistemima radio veza, koji koriste signale visokih frekvencija.

Elektroenergetski objekti su generalno poznati kao dominantni izvori elektromagnetskog (EM) polja niskih frekvencija, ali pored toga, korišćenjem sistema radio komunikacionih veza ovi objekti su postali i sve značajniji izvori EM polja visokih frekvencija.

Takođe, ovi objekti su vrlo često okruženi i nalaze se u zoni zračenja drugih izvora EM polja, koji mogu uticati na rad određenih komponenti pojedinih sistema u objektima.

Stoga, sve značajnije prisustvo izvora EM polja izaziva pažnju javnosti i stvara opravdane zahteve za odgovarajući monitoring prisutnog nivoa EM zračenja, prvenstveno u pogledu zaštite zdravlja ljudske populacije, kako ne bi nastupili štetni efekti.

U ovom radu su predstavljene aktivnosti periodičnog ispitivanja EM polja visokih frekvencija, u neposrednoj okolini visokonaponske transformatorske stanice 110/x kV "Novi Sad 7" u Novom Sadu, gde se može naći populacija, upotrebom tehnike ispitivanja lokacije kao što je to predstavljeno u mreži za monitoring EM polja – SEMONT, umesto tehnike ispitivanja izvora.

Sprovedeno je nekoliko kampanja monitoringa, u periodu od 2015. do 2020. godine, pri čemu je u ovom radu izvršeno poređenje i analiza rezultata i ukazano je na mogućnost da se upotrebom tehnike kontinualnog monitoringa SEMONT sistema dobija jasniji uvid u nivoje EM polja na ispitnim lokacijama.

Dobijeni rezultati monitoringa pokazuju nizak nivo izloženosti EM polju visokih frekvencija, analiziranih lokacija, koji je značajno niži od referentnih nivoa propisanih zakonodavstvom Republike Srbije.

Ključne reči: transformatorska stanica, elektromagnetno polje, izloženost, monitoring EM polja, radio veze.

MONITORING OF HIGH-FREQUENCY EMF IN VICINITY OF 110/X KV "NOVI SAD 7" POWER SUBSTATION

Remote supervision systems for technical and other processes in power distribution substations of different voltage levels are of critical importance. They have become a necessary component of increased reliability of the power distribution system. Data related to these processes is transferred via radio communication systems which use high frequency signals.

Power distribution facilities are generally recognized as dominant low-frequency electromagnetic field (EM) sources. However, these facilities have also become an increasingly significant source of high-frequency EM fields, as they use radio communication links more and more.

In addition to this, these facilities are often surrounded by or located in radiation zones of other sources of EM fields, which can affect certain system components in the facilities themselves.

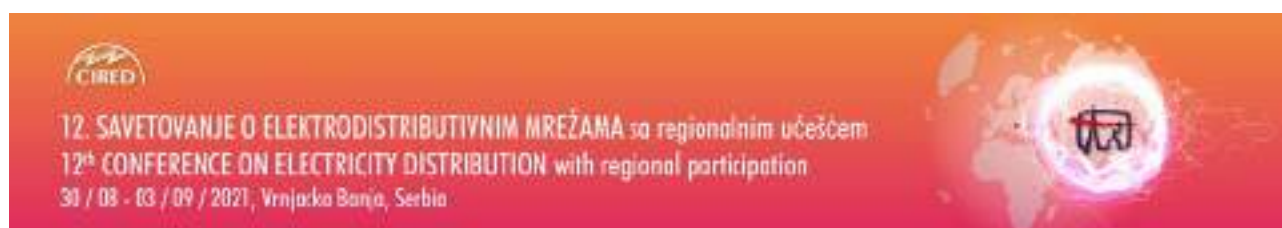
Hence, the ever increasing importance of EM field sources is raising attention from the general public and creates justified concern that demands suitable monitoring of EM radiation sources, primarily regarding human population protection, to prevent adverse effects.

This paper presents the periodic high-frequency EM field monitoring activities performed by applying the location testing technique that was presented in the EM field monitoring network SEMONT, instead of the source testing one, in the immediate vicinity of the high-voltage transformer substation 110/x kV "Novi Sad 7" in Novi Sad, where general population may be affected.

Several monitoring campaigns were conducted from 2015 to 2020 and this paper examines the comparisons between them as well as analyses of the results and points out the possibility of getting a clearer insight into EM field levels on test locations by using the continuous monitoring technique of the SEMONT system.

The monitoring results show a low level of high-frequency EM field exposure in analyzed locations, which is significantly lower than the reference levels prescribed by legislation of the Republic of Serbia.

Key words: transformer substation, electromagnetic field, exposure, EM field monitoring, radio links.



R-2.13

RAZVOJ NAPONSKOG MERNOG TRANSFORMATORA BEZ MAGNETNOG JEZGRA - KARAKTERISTIČNI PROBLEMI

Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Srbija
Zoran MITROVIĆ, Boris ANTIĆ, Dragan PEJIĆ, Platon SOVILJ,
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Prema evropskoj normi EN 50160 dozvoljeno je izobličenje napona u elektro-distributivnoj mreži do 8%, što značajno „kvari“ sinusoidalnost napona. Primena ove norme zahteva i reviziju procesa i metoda merenja. Sada se u praksi na niskom i srednjem naponu, karakterističnom za elektro-distributivnu mrežu, uglavnom koriste konvencionalni naponski merni transformatori i otpornički

razdelnici. Iako je njihova upotreba, posebno naponskih mernih transformatora, masovna, treba naglasiti da i jedni i drugi imaju po jedan ozbiljan nedostatak:

- naponski merni transformator je nelinearan i dopunski izobličuje mereni nesinusoidalni napon, a
- otpornički razdelnik ne obezbeđuje galvanско odvajanje mernog bloka od ulaznog merenog napona.

Ako napon u srednjenaponskoj elektro-distributivnoj mreži nije sinusoidalan, konvencionalni naponski merni transformatori (NMT) sa magnetnim jezgrom nisu pogodni za merenje, jer zbog ulaska u zonu zasićenja na svom sekundarnom namotu ne daju korektan talasni oblik, amplitudu i fazni pomeraj sekundarnog napona u odnosu na primarni napon. Koristeći tehnološki napredak u oblasti merenja i zaštite elektroenergetskih postrojenja, izrađeno je novo rešenje merenja napona na srednjem nivou koje neće imati navedene nedostatke i koje će:

- biti linearno u širokom opsegu frekvencije, pa neće dopunski izobličavati složenoperiodične napone,
- galvanски odvajati merni blok od ulaznog napona.

Radi provere zamisli, napravljen je prvo probni uzorak. On se sastojao od pred-otpora, dva namotaja dvostruko oklopljena gvozdenim kavezom i na njemu su vršena prvobitna merenja električnih veličina i linearnosti, odnosno faznim stavom primarnog i sekundarnog napona. Rezultati merenja su pokazali da se ovakav transformator može koristiti za merenje napona, kvaliteta električne energije u srednjenaponskim mrežama (do 35 kV), kao i za merenje energije u složenoperiodičnoj srednjenaponskoj mreži. Kako su rezultati merenja pokazali da je ideja dobra i ostvariva napravljena su dva identična NMT, kao prototip. U radu su date izmerene vrednosti parametara i performansi novog NMT, rezultati simulacije ponašanja transformatora, pokazana linearnost merenja, kao i druga ispitivanja značajna za određivanje performansi merila i tačnosti merenja. Konstruisan je novi uređaj za merenje napona u visokonaponskoj mreži koji stohastičkom metodom meri napon i harmonike napona. Kako se za merenje napona koristi transformator bez magnetnog jezgra, talasni oblici se sa primarnog namotaja verno prenose na sekundarni namotaj. U radu su opisani problemi koje je trebalo detektovati, objasniti, merenjem i teoretski potkrepiti i na kraju ponuditi jedno od mogućih rešenja problema merenja napona i kvaliteta napona u elektro-distributivnoj mreži, tako da bude usklađeno sa savremenim standardima i normama.

Ključne reči: naponski merni transformator bez magnetnog jezgra, karakteristični problemi.

DEVELOPMENT OF THE VOLTAGE MEASURING TRANSFORMER WITHOUT A MAGNETIC CORE - CHARACTERISTIC PROBLEMS SUMMARY

According to the European norm EN50160, the allowed distortion of the voltage in the power grid is up to 8%, which substantially affects the sine shape of the voltage. To apply this norm, the revision of the measuring process and methods is required.

Current measurement practice at low and medium power grid levels includes mainly conventional voltage measuring transformers with iron core and resistive dividers.

Although the wide spread application, especially of voltage measuring transformers, it needs to be stressed that both (transformers and voltage dividers) have serious disadvantages:

- voltage measuring transformer is non-linear with frequency and additionally distorts the measured voltage, and
- resistive divider does not provide galvanic isolation between the measuring block and the measured voltage.

If the voltage in the medium voltage power grid is not sinusoidal, then conventional voltage measuring transformers (VMT) with a magnetic core are not suitable because they do not give the correct waveform, amplitude and phase shift of the secondary winding due to nonlinearity and saturation of the magnetic core.

Therefore, using technological advances in the field of measurement and protection of power plants, the new solution for the voltage measurement is developed, which does not have the two disadvantages and which will:

- be linear over a wide frequency range, so it will not further distort complex periodic voltages,
- galvanically insulate the measuring block from the input voltage.

To test the idea, a test sample was first made. It consisted of a pre-resistor, two windings doubly shielded by an iron cage, and the initial measurements of electrical quantities and linearity were carried out on it, especially the phase between the primary and secondary voltage.

Measurement results have shown that such a transformer can be used to measure voltage, power quality in medium voltage networks (up to 35 kV), as well as to measure energy in complex periodic medium voltage networks.

As the measurement results proved that the idea was good and feasible, two identical VMTs were made as prototypes. The paper gives measured values of parameters and performances of the new VMT, simulation results of transformer behavior, demonstrates linearity of measurements, as well as other tests results important for determining the performances of the measurement and the measurement uncertainty.

A new device for measuring the voltage in the high-voltage network was constructed which implements the stochastic method to measure voltage and voltage harmonics. As the proposed device uses the voltage transformer without a magnetic core, the waveforms from the secondary coil match the ones from the primary coil.

The paper covers research related to problems that needed to be detected, explained, measured and theoretically described, and finally to offer one of the possible solutions for measuring voltage and voltage quality in the power grid network, so it corresponds to the contemporary standards and norms.

Key words: voltage measuring transformer without a magnetic core, characteristic problems.



ZAŠTITA USAMLJENIH OBJEKATA OD ATMOSFERSKIH PRENAPONA

Tomislav RAJIĆ, Milan SAVIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Srbija
Željko TORLAK, Elektromreža Srbija AD
Boro JANKOVIĆ, Herni neprimetni gromobran d.o.o. Srbija
Branko GLUŠICA, Sudski veštak

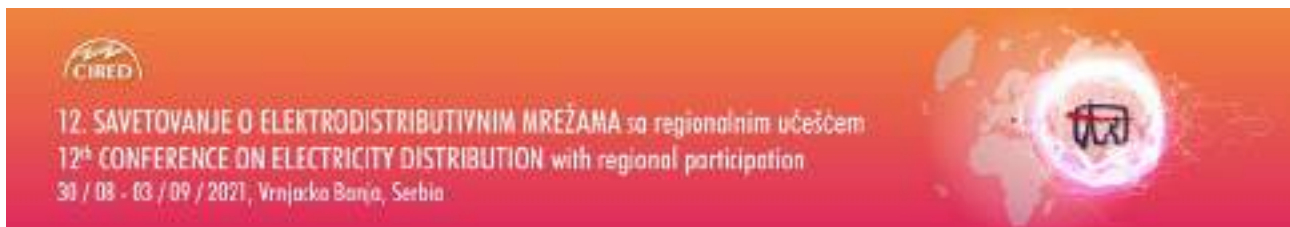
U našoj zemlji su česti požari u ruralnim oblastima, posebno na vikendicama, usled nedostatka primene savremenih mera za ograničavanje atmosferskih prenapona. U radu je prikazana analiza ugroženosti objekata od atmosferskih prenapona nastalih na niskonaponskim instalacijama unutar objekta, za slučaj kada se primenjuje ili ne primenjuje prenaponska zaštita na ulazu u objekat. Analizirani su različiti načini na koji atmosferski prenaponi mogu nastati na niskonaponskim instalacijama unutar objekata, koji mogu izazvati štete na električnim uređajima, ali i izazvati požare sa ozbiljnim posledicama. Računski se može proceniti rizik kvarova izolacije u objektu na osnovu godišnje gustine atmosferskih pražnjenja za određeno područje. U radu je prikazana primena sistema za lokaciju atmosferskih udara sa ciljem utvrđivanja mesta atmosferskih pražnjenja koja mogu biti potencijalni uzrok štete na analiziranom objektu, što se može koristiti u procesu ekspertize nastanka požara. Od posebnog interesa su objekti koji su daleko od napojnih transformatorskih stanica, kod kojih kratak spoj usled atmosferskog prenapona koji izaziva proboj izolacije ne može da bude eliminisan od strane osigurača u napojnoj transformatorskoj stanici zbog struje kratkog spoja koja je manja od struje reagovanja osigurača zbog velike impedanse voda. U radu se daje predlog izmene u Tehničkoj preporuci Elektrodistribucije u poglavlju pod naslovom „Zaštita priključaka i električnih instalacija“, kako bi preporuka bila u saglasnosti sa međunarodnim standardima koji su usvojeni na našem jeziku pre više godina.

Ključne reči: atmosferski prenaponi, prenaponska zaštita, rizik kvara, tehnička preporuka

LIGHTNING PROTECTION OF ISOLATED BUILDINGS

In our country, fires are frequent in rural areas, especially due to the lack of application of surge protective measures to limit lightning overvoltages in electrical installations. In this paper is presented the analysis of lightning performance of the internal low voltage installations in objects without and with surge protective devices (SPD) application. The various sources of penetration of lightning overvoltages in low voltage installations are analyzed, which can also cause destroying of electrical devices, but can cause fire with serious consequences. The risk assessment of the damage of the object will be performed in a numerical way, based on annual lightning ground flash density for the observed region. The application of the lightning location system for the investigation of the possible source of fire is presented in the paper. The special attention should be paid to isolated object far away from power substation, where lightning overvoltages insulation failure can cause the short circuit in the power substation. If the short circuit current is limited by the long line conductor impedance, it can happen that the short circuit current is smaller than electrical fuse melting threshold in substation. The paper proposes changes to Technical Recommendation of Electrical Distribution Company, the chapter entitled "Protection of connections and electrical installations", so that the recommendation should be in line with international standards that have been adopted in our country by Institute of Standardization of Serbia.

Keywords: lightning overvoltages, overvoltage protection, risk of failure, technical recommendation



R-2.15

ISKUSTVA SA REZONANTNO UZEMLJENIM MREŽAMA

Anton LUCOVIQ, Aries energetika doo, Zagreb, Croatia
David TOMÁŠ, Petr VANČATA, EGE spol. s r.o, Czech Republic

Metoda tretiranja neutralne točke jedan je od najvažnijih faktora koji utječu na kvalitetu i pouzdanost napajanja. Najrasprostranjenija metoda u Europi je rezonantno uzemeljenje, zbog svog pozitivnog učinka na poboljšanje pokazatelja kvalitete električne energije (SAIDI, SAIFI).

U rezonantno uzemljenoj mreži, prigušnica (ASC, Petersenova prigušnica) spojena je između neutralne točke distribucijskog sustava i zemlje, i podešena je tako da se kapacitivna struja zemljospoja kompenzira induktivnom strujom koja prolazi kroz ASC.

Ovaj tekst opisuje prednosti rezonantnog uzemljenja i uspoređuje ga s drugim metodama uzemljenja koje se često koriste u distribucijskim sustavima.

Ovdje su također opisane metode podešavanja prigušnice i zahtjevi za rad ove metode.

Ključne riječi: Petersenova prigušnica, Rezonantno uzemeljenje, Zemljospoj, Neutralna točka

EXPERIENCES WITH RESONANTLY GROUNDED NETWORKS

The method of neutral point treatment is one of the most important factors influencing power supply quality and reliability. The most widespread method in Europe is resonant grounding because of its positive effect on improvement of the power quality indicators (SAIDI, SAIFI).

In the resonant earthed network, **Arc Suppression Coil** (ASC, Petersen Coil) is connected between the neutral point of the distribution system and ground and it is well tuned so that the capacitive earth fault current is compensated by an inductive current passing through the ASC.

This text describes advantages of the resonant earthing and compares it with other grounding methods often used in the distribution systems.

Methods of arc suppression coil tuning and requirements for operation of this method are also described here.

Key words: Petersen Coil, Resonant Earthing, Earth Fault, Neutral Point.



Izveštaj STK 3

Stručna komisija 3:

ZAŠTITA I UPRAVLJANJE ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Predsjednik komisije: mr Dušan VUKOTIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Srbija

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 29 (dvadeset devet) radova, od čega je 27 (dvadeset sedam) usvojeno kao referati (R), a 2 (dva) je usvojeno kao Informacije (I). S obzirom na veliki broj radova u stručnoj komisiji i radi efikasnijeg rada na sesijama, izvršeno je grupisanje radova u tri teme, objedinjavanjem preferencijalnih tema iz poziva za pisanje referata:

Tema 1 – Upravljanje elektrodistributivnim mrežama

Stručni izvestilac je Milica Porobić iz „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd.

U ovoj temi prihvaćeno je 7 (sedam) radova i 2 (dve) informacije u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:

- Automatizacija elektrodistributivnih mreža.
- Upravljanje elektrodistributivnom mrežom u tržišnim uslovima
- Primena energetskih aplikacija u elektrodistributivnim preduzećima.

- Uvođenje sistemskih usluga na distributivnom nivou.
- Regulacija napona u SN i NN mrežama.

Tema 2 – Eksploatacija i zaštita elektrodistributivnih mreža

Stručni izvestilac je Dalibor Nikolić iz „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd.

U temi vezanoj za eksploataciju elektrodistributivnih mreža prihvaćeno je 5 (pet) radova u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:

- Strategije održavanja i procena stanja energetske opreme.
- Tehnike i alati za upravljanje radnom snagom u cilju povećanja operativne efikasnosti.
- Zahtevi u pogledu podataka, upravljanje podacima i dokumentacijom.
- Strategije restauracije pogona i upravljanje kriznim situacijama.
- Eksploatacija industrijskih mreža.
- Aktivnosti iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu (BZR) prilikom izvođenja radova u elektroenergetskim objektima.

U temi vezanoj za zaštitu elektrodistributivnih mreža prihvaćeno je 10 (deset) radova u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:

- Strategije pri zameni SCADA sistema, rekonstrukciji zaštite i uvođenju sistema za nadzor i upravljanje u transformatorskim stanicama.
- Uticaj distribuirane proizvodnje na tradicionalne sisteme zaštite i upravljanja.
- Nove zaštitne šeme i funkcije.
- Simulacioni modeli zaštite, alati i nove funkcije.
- Aspekti pouzdanosti zaštite bazirane na standardu IEC 61850.
- Ispitivanje relejne zaštite, funkcija i sistema (praktična iskustva).
- Analiza pojave kvarova i registrovanih zapisa o kvarovima.

Tema 3 – Telekomunikacije u elektrodistributivnim mrežama

Stručni izvestilac je mr Goran Nedić iz „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd.

U ovoj temi prihvaćeno je 5 (pet) radova u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:

- Primena komunikacionih sistema za potrebe zaštite i upravljanja.
- Sigurnosni aspekti pristupa informacijama i njihova razmena.
- Komunikacione tehnike i protokoli za realizaciju inteligentnih mreža („Smart Grids“ i „Smart Metering“).
- Međusobna zavisnost upravljanja elektrodistributivnim mrežama i komunikacione infrastrukture.

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

Tema 1 – Upravljanje elektrodistributivnim mrežama

Stručni izvestilac: Milica Porobić iz „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd.

R-3.01 UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM ELEKTROENERGETSKIM SISTEMOM, IZAZOVI I REŠENJA

Autori: Milica POROBIĆ, Saša MANDIĆ, Dragan CVETINOV, Slobodan MILIVOJEV, Branislav BOGDANOVIĆ, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je prema iskustvu autora, moguće skratiti rokove za najavu planiranih radova prema krajnjim korisnicima, u odnosu na rokove definisane Uredbom, a da se pri tome ne naruše garantovani uslovi isporuke električne energije?
2. Šta je, prema iskustvu autora, identifikovano kao najčešći uzrok kvarova koji su obrađeni u radu?
3. U uslovima poslovanja kakvi se imaju u „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, da li bi prema mišljenju autora, uvođenje „održavanja po stanju elektroenergetskih elemenata“ uz uvođenje odgovarajućih „indeksa zdravlja“, moglo da unapredi/poboljša pogonsko stanje DEES? Da li bi i pod kojim uslovima, ovakav pristup planiranja mogao u potpunosti da zameni sadašnji način rada tj. planiranje zasnovano isključivo na vremenskim ciklusima?

I-3.02 ANALIZA SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA U DP KRAGUJEVAC „ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE“

Autori: Slađana BIOČANIN, Nataša ČETKOVIĆ, Boban BOŠKOVIĆ, Dušan RADOVANOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva su iskustva u korišćenju GMS-a kao glavnog prenosnog puta u smislu raspoloživosti sistema u raznim (vremenskim) uslovima?
2. Kolika je iskorišćenost kapaciteta optičkih veza i dali se koriste i za neke druge servise u transformatorskim stanicama?

I-3.03 PROCEDURA – UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM SISTEMOM KAO POJAČANA SIGURNOST I BEZBEDNOST RADA DISPEČERSKIH CENTARA U SRBIJI

Autori: Edin ZEKIĆ, Dražen ŠKILJEVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Prema tumačenju i načinu shvatanja autora, opisati proceduru pripreme i organizacije poslova u situaciji kada mesto rada deli više specijalizovanih ekipa, npr. ekipe za: održavanje relejne zaštite, tehničkog sistema upravljanja, i ekipe koje se bave održavanjem primarne opreme i energetske transformatora.
2. Za navedeni primer iz Pitanja 1 dati ilustraciju sa redosledom aktivnosti i neophodne dokumentacije, u slučaju kada je elektroenergetski element na kome se radi energetske transformator 10/35 kV sa pripadajućim VN i SN poljima.

R-3.04 KORIŠĆENJE NAPREDNE Mjerne INFRASTRUKTURE ZA EFIKASNIJI MONITORING TOKOVA SNAGA U RADIJALNIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Autori: Lazar ŠČEKIĆ, Zoran MILJANIĆ, Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori radili poređenje brzine modifikovanog Newton-Raphson-ovog metoda za radijalne mreže i DistFlow algoritma?
2. U radu je malo pažnje posvećeno opisu implementacije genetskog algoritma kao i načinu integracije proračuna tokova snaga u genetski algoritam. Autori bi na usmenom izlaganju mogli dati malo više detalja o samoj implementaciji, kao i problemima ili izazovima sa kojima su se susreli.

R-3.05 MODELI PRILAGOĐENJA RADA KLASIČNE REGULACIJE NAPONA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA

Autori: Zoran SIMENDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Goran ŠVENDA, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Jaroslav ČINČURAK, Dragan JOKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Koliki je praktični značaj obuhvatanja otočnih kapacitivnosti i proračuna faznog pomeraja struja na izvodima sa distribuiranim generatorima na rezultate predložene modifikacije regulacije napona?
2. Svi predloženi modeli modifikacije regulacije napona se svode na eliminisanje struje distribuiranih generatora u strujnom kompenzatoru automatskog regulatora napona. Da li bi uvođenje merenja struje opterećenja na izvodima potrošača (ili samo karakterističnog izvoda) umesto „proračunate“ struje (jednim od predloženih modela) moglo da pojednostavi predložene modifikacije a da pri tom odgovori na postavljene zahteve regulacije?
3. Kako ovako prilagođena regulacija napona utiče na napone na obnovljivim izvorima? Da li ovakva regulacija može da dovede do problema u njihovom radu i u kojim režimima rada?

R-3.06 VERIFIKACIJA MODELA PRILAGOĐENJA RADA KLASIČNE REGULACIJE NAPONA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA

Autori: Zoran SIMENDIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak „Sombor“, Goran ŠVENDA, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Predrag BAJČETIĆ, Aleksandar STOLIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak „Sombor“, Srbija

U radu je dat prikaz rada funkcije ARN (automatske regulacije napona) u okviru aktivnih elektrodistributivnih mreža, kada izvori distribuirane proizvodnje, u ovom slučaju vetro-generatori, u pojedinim delovima dana svojom proizvodnjom premašuje potrebe opterećenja krajnjih kupaca na jednom transformatorskom reonu i zbog toga dolazi do "potiskivanje" električne energije u sistem za prenos električne energije. I pored nekoliko kritičnih efekata koja ova pojava "potiskivanja" električne energije donosi, svakako je efekat na pravilno funkcionisanje ARN u cilju održavanja optimalnih naponskih prilika - najkritičniji. Autori su u radu dali nekoliko modela u cilju optimalne regulacije napona, koji su pre svega primenjivi u praksi i koji ne iziskuju značajna materijalna sredstva za njihovu realizaciju. Rad je trasirao put ka rešenju optimalne regulacije napona u slučajevima velike prisutnosti distribuirane proizvodnje u mreži i sa te strane itekako zaslužuje pažnju stručne javnosti.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su za realizaciju Modela 1 predefinisani procesni podaci o merenju sa SCADA sistema tako da obuhvataju samo jednodimenzionalne podatke za ciljni skup merenja koji se odnose na realizaciju modela ili je promenjena rezolucija prikupljanja merenja za sve procesne veličine za predmetnu transformatorsku stanicu? Pojasniti način na koji je izvršena korekcija merenja budući da se ona vrši na lokalnom SCADA sistemu preko koga se vrši funkcija ARN (Automatske regulacije napona).
2. Da li je moguće da se korekcija prikupljanja merenja izvrši na arhivskom serveru SCADA sistema u nadređenom centru upravljanja i na taj način možda realizovala centralizovana funkcija ARN nad svim transformatorima snage 110/x kV?
3. Detaljno pojasniti na koji način je vršena razmena podataka između MPZU uređaja i kako su korišćene izvedene procesne veličine u modelu. Zašto se nije koristila direktna komunikacija između MPCU u cilju obezbeđivanja neophodnih merenja?
4. Budući da je analiziran samo jedno od mernih mesta na kome dolazi do "potiskivanje" električne energije u sistem za prenos električne energije, da li je moguće doneti zaključak u smislu preporuke koji bi od razmatranih modela bio optimalan za primenu u tim transformatorskim stanicama ili ipak to na kraju zavisi pre svega od stepena tehničke opremljenosti transformatorskih stanica i realizovanog rešenja ARN u njima?

R-3.07 POVEZIVANJE I VIZUALIZACIJA REGISTRA PREKIDA I GIS-A

Autori: Vladimir STOJIČIĆ, Valentina BOŠKOVIĆ-BOGUNOVIĆ, Danica LALEVIĆ-MILISAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Ovim radom su autori na efektan način istakli značaj povezivanja GIS-a (Geografski Informacioni Sistem) i OMS (Sistem upravljanja prekidima) koji daje dodatni kvalitet njihovoj već dokazano važnoj ulozi u Informacionom Sistemu. Kroz primer ovog povezivanja su obrađeni bitni aspekti praćenja poslovnih procesa i izlaganje podataka preko Web Servisa. Naglašen je uslov prilagodljivosti platformi za integraciju. Istaknuti su benefiti vizuelizacije planiranih i neplaniranih prekida, geografske prezentacije pogođenih delova mreže, navigacije. Takođe su važni i rezultati statistike i analize - lokacije najčešćih ispada, kvalitet ugrađene opreme, preopterećeni EEO i delovi mreže itd. Time je pokazano da se prikazanom integracijom povećava efikasnost poslovanja, pružaju nove funkcionalnosti korisnicima i upotpunjuje pokrivanje potreba poslovnih procesa planiranja, investicija, upravljanja i održavanja.

Pitanja za diskusiju:

1. Vizuelizacija prekida - kakve su mogućnosti preglednog geografskog prikaz EEO najčešće pogođenih ispadima u određenom periodu (rangiranje, statistika, tematsko bojenje po učestanosti, vrsti i trajanju prekida) - kao primeri korišćenja u analizi i planiranju mreže?
2. Upotreba mobilne terenske opreme, kao i video snimaka dronom - dosadašnja iskustva?
3. Kod prekida čiji je ishod uklapanje novih elemenata, kako informacije o promenama na mreži propagiraju u GIS bazu?

R-3.08 MAPA PUTA STANDARDIZCIJE ZA UPRAVLJANJE ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMOM

Autori: Ivan JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Zdravko RISTIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Vladimir POLUŽANSKI, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Snežana LILIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, Mihajlo RISTIĆ, Q-Total, Beograd, Srbija

U radu je dat prikaz skupa standarda koji su doneseni u okviru elektrotehničke komisije IEC TC 57 (Upravljanje i komunikacije u elektroenergetskom sistemu), kao i onih koji treba da budu doneseni, kroz potpuno uvažavanje propisane strategije putem donesene mape puta standardizacije u okviru predmetne komisije. Paradigma „inteligentnih mreža“ („Smart Grids“) pokrenula je niz novih inicijativa koje su dovele do toga da se prezentovana mapa standardizacije nekoliko puta menjala, a pre svega u pravcu pokrivanja graničnih oblasti sa drugim elektrotehničkim komisijama. Rezultat toga je da su praktično sve inicijative u pogledu formiranja novih komisija rezultirale povećanjem obuhvata standarda koje pokriva elektrotehnička komisija IEC TC 57, čime ova komisija dobija na sve većem značaju u oblasti standardizacije.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji će način pojava SGAM modela u novoj verziji mape standarda, uticati na dalje proširenje mape standardizacije?
2. Autori su u radu naveli primer sistema za daljinsko očitavanje potrošnje (AMI/MDM) kao jedno od rešenja „inteligentnih mreža“ u našoj zemlji, ali nisu dali osvrt i na druge rešenja koja su implementirana, pre svega u oblasti automatizacije SN mreže. Dati kraći osvrt.
3. Potrebno je dati detaljan osvrt kako usvojena mapa standardizacije utiče na proces izrade i usvajanja internih standarda i tehničkih preporuka u preduzećima energetske sektora u našoj zemlji.
4. Autori su naveli da je 2017. godine napustilo oblast standardizacije energetske sektora u našoj zemlji veliki broj stručnjaka, pa je neophodno problem aktuelizovati u odnosu na sadašnji trenutak. Dati kraći osvrt.
5. Nejasno je kako ISS utiče na proces standardizacije u okviru preduzeća energetske sektora, budući da uticaj upravo - obrnut. Pojasniti detaljno o kojim se inicijativama ISS radi.

R-3.09 STANDARDI ZA INTERFEJSE ZA UPRAVLJANJE DISTRIBUCIJOM

Autori: Zdravko RISTIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ivan JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Vladimir POLUŽANSKI, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Snežana LILIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, Mihajlo RISTIĆ, Q-Total, Beograd, Srbija

U radu je dat prikaz serije standarda IEC 61968 kojim se definišu sistemski interfejsi za upravljanje elektrodistributivnim preduzećem. Predmetna serija standarda je jedna od najvažnijih standarda za primenu u savremenim elektrodistributivnim preduzećima, kojim se definišu poslovne funkcije, pod-funkcije i apstraktne komponente u okviru prezentovanog IRM modela (Interface Reference Model). Prezentovana serija standarda nije novi standard, jer se već skoro dvadeset godina nalazi u agendi donesenih standarda u okviru elektrotehničkog komiteta IEC TC 57. Njegovo neprestano širenje kroz izradu i proširenje već donetih delova kroz nove verzije, ali i usvajanje novih delova koji su u međuvremenu identifikovani kao nedostajući, stvaraju utisak da se radi o novom standardu, koji se trenutno nalazi u fokusu pri implementaciji najnovijih IT rešenja u okviru savremenih elektrodistributivnih preduzeća. Trenutno sva elektrodistributivna preduzeća isključivo baziraju zahtev u pogledu realizacije IT rešenja koji podržavaju profile CIM modela (Common Information Model) prema serijama standarda IEC 61967/61970.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je autorima poznato u kojoj su meri prezentovani delovi standarda SRPS EN 61968 primenjeni kroz razna realizovana IT rešenja u našoj zemlji?
2. Kojim delovima standarda je u tim projektima dat prioritet prilikom njihove realizacije?
3. U kojoj meri je IRM model primenjiv prilikom donošenja procedura i uputstava u okviru Integrisanog menadžment sistema (IMS)?

4. Stiče se utisak da su autori na više mesta u radu ukazali na obimnost pojedinih delova standarda, što može da bude destimulirajući faktor pri njihovoj primeni. Dati kraći komentar.
5. Apostrofirana je potreba da se pojedini delovi standarda prevedu na srpski jezik, radi njegove lakše implementacije, te je potrebno pojasniti taj zahtev imajući u vidu složenost samog dokumenta i strukturu koja je potpuno informatički podržana, kako u pogledu prezentovanih dijagrama, tako i samog teksta koji je direktno referenciran na CIM model.
6. Autori nisu dali u radu akcenat na prikazu i primeni slučajeva primene („Use Case“), koji su od izuzetnog značaja za uspešnu realizaciju IT rešenja baziranih na predmetnom standardu, pa je u tom smislu neophodno od strane autora dati komentar u vezi toga.

Tema 2 – Eksploatacija i zaštita elektrodistributivnih mreža

Stručni izvestilac: Dalibor Nikolić iz „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd.

R-3.10 FUNKCIJE PRAĆENJA STANJA SN PREKIDAČA U OKVIRU TRANSFORMATORSKIH STANICA VN/SN SA INTEGRISANIM SISTEMOM ZAŠTITE I UPRAVLJANJA

Autori: Aleksandar MARJANOVIĆ, „Siemens“ d.o.o. Beograd, Sunčica CVETKOVIĆ, „Siemens“ d.o.o. Beograd, Ratko VLADETIĆ, Marko ĆOSIĆ, Božidar ĆIRIĆ, Dušan VUKOTIĆ, Vladan CVETKOVIĆ, Vladan GRUJIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Republika Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li u postojećim MPCU postoje još neke funkcije koje se mogu iskoristiti za određivanje stanja prekidača?
2. Da li autori imaju uvid u koliko transformatorskih stanica postojeći MPCU imaju opisane funkcije, i da li postoji već izrađeno softversko rešenje o praćenju stanja prekidača za potrebe održavanja
3. Da li proizvođači prekidača planiraju neke nove inovacije?

R-3.11 ZAMENA MALOULJNIH PREKIDAČA 110 kV, 35 kV I 10 kV VAKUUMSKIM U TS 110/X I 35/10 kV/kV I ODRŽAVANJE NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD

Autori: Vladimir STANOJEVIĆ, Svetlana MEDO, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Srbija

Rad razmatra zamenu malouljnih prekidača 10, 35 i 110 kV na teritoriji DP Beograd. U ovom distributivnom području u pogonu je 95 TS 110/x i 35/10 kV. U većini su bili u pogonu malouljni prekidači koji se više ne proizvode i zbog veoma otežane nabavke rezervnih delova nije ih moguće više održavati u pogonski ispravnom stanju. Od 2006.godine vrši se zamena starih malouljnih novim vakuumskim (10 i 35 kV) i SF6 (110 kV) prekidačima. U radu je opisan način zamene i prikazani statistički podaci zamenjenih prekidača, zastupljenost tipova, kao i broj koji je ostao za zamenu narednih godina.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su rađene analize povećanja pouzdanosti rada sistema posle zamene starih malouljnih prekidača.
2. Da li su rađene neke kost - benefit analize vezane za troškove nabavke i zamene prekidača.
3. Da li se prati broj delovanja novih prekidača na kumulativnu struju KS. Ako prihvatimo da je za stare malouljne prekidače ta struja i dostignuta, u planiranom radnom veku novih vakuumskih prekidača može biti i veći broj KS od onog koji propisuje proizvođač.

Questions for discussion:

1. Are there analyzes increased system reliability after replacing old low-oil circuit breakers.
2. Have any been made cost - benefit analysis related to replacement of circuit breakers.
3. Is the number of actions of the new circuit breakers on the cumulative short-circuit current monitored? If we accept that for old low oil circuit breakers this current is reached, in the planned service life of the new vacuum circuit breakers there may be a larger number of short circuits than the one recommended by the manufacturer.

R-3.12 ANALIZA NEUOBICAJENIH KVAROVA U TS 110/X kV I PREDLOZI MERA ZA NJIHOVU PREVENCIJU

Autori: Vidoje MIJATOVIĆ, Dario ĐANIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak ED Sombor, Srbija

U toku eksploatacije transformatorskih stanica 110/x kV dešavaju se razni kvarovi. Neki se ponavljaju dok su neki veoma retki i zahtevaju detaljniju analizu. U radu su data iskustva Ogranka „Sombor“, gde je bilo raznih vrsta kvarova. Pri ovim ispadima bi na duže vreme ostajao bez napajanja, polovina ili ceo konzum transformatorske stanice. U radu su analizirana tri kvara od kojih recenzent smatra da su dva neuobičajena a treći, proboj provodnih izolatora je uobičajen. U ovom radu su date detaljne analize pogonskih događaja sa fotografijama, objašnjenjima i predlozima kako, ubuduće, te kvarove sprečiti. Rad je značajan što stečena iskustva mogu koristiti i drugima u eksploataciji.

Pitanja za diskusiju:

1. Pri objašnjenju prvog kvara autor kaže „jedan kraj prekidača, a time i neispravna komora, je na nominalnom naponu, a druga je na „nultom potencijalu“ i to je bio razlog pojave luka. Da li je drugi kraj koji je bio na potencijalu nula imao kontakt sa zemljom ili ne? U slučaju da nije tada nema ni uslova za pojavu luka. S obzirom da je reagovala prekostrujna zaštita SP sigurno je bilo nekog zemljospoja. Molim komentar.
2. Jedan od razloga proboja vakuum boce može biti grejanje unutar iste. Tokom eksploatacije da li je vršeno merenje prelaznog otpora kontakata? Ako su koje su vrednosti i da li se prema tim vrednostima nešto moglo naslutiti?
3. Recenzent je ranije takođe analizirao kvarove na provodnim izolatorima i došao do zaključka da na proboje je naviše uticala starost. Naime posle 20 godina je dolazilo do intenzivnijih proboja. Takođe sa kolegama smo zaključili da i konstrukcija

unutrašnjeg provodnog ekrana izolatora je doprinosila ispadu istih te se pri prijemu ovih izolatora tražilo rentgensko snimanje. Da li ste razmatrali konstrukciju unutrašnjeg provodnog ekrana izolatora?

R-3.13 UNAPREĐENJE BEZBEDNOSTI SA SISTEMOM ZA MONITORING

Autori: Milica TAUŠANOVIĆ, Nemanja D. STANOJEVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Republika Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Osim obezbeđivanja nadzora i bezbednosti ljudi, koje su još prednosti korišćenja ove metode?
2. Kako se ponaša oprema za monitoring u TS prilikom većih havarija energetskih transformatora i izlivanje velike količine ulja u uljne jame?
3. Koja dokumentacija potrebna za pristup uljnim jamama?

R-3.14 ZNAČAJ PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA IZVORA BESPREKIDNOG NAPAJANJA U TRANSFORMATORSKIM STANICAMA VN(SN)/SN

Autori: Miroslav DOČIĆ, Nikola CVETANOVIĆ, Aleksandar ANĐELKOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak Leskovac, Srbija

U radu je prikazano održavanje akumulatorskih baterija u TS 110/x i 35/10 kV na teritorij distributivnog područja Leskovac. Dati su tipovi AKU baterija koje su u pogonu, njihove tehničke karakteristike i način održavanja. Navedeni su rezultati ispitivanja 38 AKU baterija koje su u pogonu. Obzirom da većina nije zadovoljavala zahtevani kapacitet, izvršena je revitalizacija tih baterija i zamena neispravnih članaka. Prikazani su rezultati uspešnosti opisane revitalizacije AKU baterija, dobijeni kapacitet i ostale važne tehničke karakteristike posle revitalizacije članaka.

Pitanja za diskusiju:

1. U transformatorskim stanicama prikazanim u tabeli 1, koliki je napon na potrošačima 110 VDC? Da li su neke baterije odvojene (na primer 50 + 5 ćelija)?
2. Da li su na teritoriji leskovačkog područja instalirani savremeni uređaji za daljinsko nadgledanje AKU baterija i ispravljača? Ovi uređaji takođe omogućavaju daljinsko pražnjenje baterija?
3. S obzirom na prezentirane rezultate revitalizacije starih baterija, da li se mogu dati neki kriterijumi u kom slučaju ta revitalizacija može dati zadovoljavajuće rezultate, prije samog postupka? Na primer, treba li revitalizovati stare baterije

R-3.15 VERIFIKACIJA PODEŠENJA ZAŠITNOG UREĐAJA U SREDNENAPONSKOM DOVODNOM POLJU KORIŠĆENJEM DIGITALNOG SIMULATORA SISTEMA U REALNOM VREMENU

Autori: Miljana TODOROVIĆ, Marko MEDIĆ, Milorad ZAKIĆ, Saturn Electric DOO, Adrien GENIĆ, Tajfun HIL DOO, Srbija

U radu je predstavljen princip verifikacije podešenja SEL-451 zaštitnog uređaja u realnom vremenu pomoću digitalnog simulatora sistema. Modelovan je jednostavan test sistem kako bi bilo omogućeno da se proverí podešenje zaštitnog uređaja, sa aspekta rada prekostrujne zaštite uz uvažavanje signala blokade zaštite sabirnica i podešenje zaštite od otkaza prekidača. Simulacijama je pokazano da je podešenje SEL-451 uređaja ispravno, a detaljno je predstavljen primer testiranja kroz koji je ukazano na neke od mogućnosti HIL testiranja uređaja.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je pri formiranju modela mreže korišćena trenutna prekostrujna zaštita kao i idealan prekidač da bi se kasnije pravila logika koja uzima u obzir realne situacije u mreži: vremena delovanja izvršnog releja, vreme pobuđivanja isključnog kalema prekidača snage, vreme isključenja glavnih kontakata prekidača snage i vreme gašenja električnog luka u prekidaču snage. Zašto u simulaciji se nisu koristili realni parametri: prekidač sa sopstvenim vremenom rada i gašenja luka, prekostrujna sa kašnjenjem,...?
2. U radu je navedeno nekoliko mogućnosti za primenu digitalnog simulatora sistema. Za koju primenu autori smatraju da je ovaj sistem najprimenljiviji?
3. Da li su autori proveravali vrednosti dobijenih struja i napona iz simulatora korišćenjem drugih softverskih alata za proračune stacionarnih i nestacionarnih stanja u sistemu?

R-3.16 OBRAZCI ZAŠTITE I METODE UZEMLJENJA NA OBNOVLJIVIM SREDNENAPONSKIM PODSTANICAMA U ŠPANJI

Autori: Carlos AGUILAR, GE Grid Automation, Spain, Nemanja VUKOBRAT, GE Grid Solutions, Serbia

U ovom radu dat je pregled relejne zaštite obnovljivih postrojenja. Prvo su opisane tipične topologije obnovljivih postrojenja. Zatim se daju kriterijumi za podešavanje zaštite za prekostrujnu zaštitu, zaštitu od zemljospoja u zavisnosti od različitih šema uzemljenja, kao i za zaštitu napona i frekvencije, na osnovu relevantnih propisa. Objasnjena je upotreba IEC 61850 GOOSE poruka za implementaciju zaštite od kvara prekidača i šema usmeravanja, a pomenuti su i novi propisi i kako će oni uticati na šeme zaštite. Rad je tehnički ispravan i mogao bi pomoći inženjerima zaštite da imaju bolji pregled problema zaštite elektrana na obnovljive izvore.

Pitanja za diskusiju:

1. Ako je moguće, na sliku 3. treba dodati krive oštećenja transformatora. Da li je autor razmislio o dodavanju krivulje prodora transformatora na sliku 3?
2. Slika 11 prikazuje dve opcije za zaštitu diferencijalne šeme sabirnica. Koji su kriterijumi za izbor između šeme 67N naprednog bloka i 67N obrnute ili 52 otvorene dozvoljene šeme?

R-3.17 REZERVNA ZAŠTITA MREŽA NA OBNOVLJIVIM POSTROJENJIMA PODSTANICA: ZONA 3, PREKOSTRUJNE I DRUGE OPCIJE

Autori: Carlos AGUILAR, Daniel PATYNOWSKI, Jorge CÁRDENAS, GE Grid Automation, Spain,
Nemanja VUKOBRAT, GE Grid Solutions, Serbia

U ovom radu dat je uvid u rezervnu zaštitu mreže na interkonekcionim vodovima obnovljivih postrojenja sa prenosnom mrežom. Prvo se daju kriterijumi postavljanja za zaštitu udaljenosti zone 3 i opisuju se pitanja postavljanja. U radu su date još dve mogućnosti za rezervnu zaštitu. Jedna sa elementima usmerenog prekostrujnog uzemljenja sa šemama teleprotekcije, a druga sa PMU -ovima.

Pitanja za diskusiju:

1. Kritičnije pravilo za određivanje minimalne vrednosti za podešavanje zone 3 je izračunavanje maksimalnog proizvoda impedanse susedne linije i faktora napajanja umesto proizvoda susedne linije sa maksimalnom impedansom i odgovarajućim faktorom ulaza. Analog se primenjuje u slučaju određivanja maksimalne vrednosti za podešavanje zone 3. Šta je objašnjenje upotrebe proizvoda maksimalne impedanse pomnožene sa odgovarajućim faktorom u jednom slučaju, ili minimalnog podešavanja zone 2 susedne linije pomnoženog sa odgovarajućim faktorom u drugom?
2. Da li su autori uzeli u obzir zasićenje strujnih transformatora u RTDS modelu jer utiče na rad diferencijalne zaštite? Ako je tako, mogla bi se predstaviti kratka uporedna analiza

R-3.18 KONCEPT KOORDINISANOG JEDNOFAZNOG APU-A I ZEMLJOSPOJNIH PREKIDAČA U „NEPTUN” SPOJU ZA UNAPREĐENJE TRANZIJENTNE STABILNOSTI AKTIVNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Autori: Dejan MILOŠEVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija; Global Substation Solutions, Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Predloženi metod jednofaznog APU zahteva primenu jednofaznih prekidača koji u našim distributivnim mrežama nisu uobičajeni. Da li je moguća primena kratkospojnih prekidača u "Neptun" spoji koji bi se uključivali direktno na mreži pod kvarom, a ne u toku jednofaznog APU?
2. U radu je data konstatacija da je potrebno izvršiti analize svake konkretne mreže u cilju sagledavanja potrebe za primenom predloženog rešenja. Da li je moguće da se definišu jednostavni kriterijumi prema kojima u nekim slučajevima nije potrebna detaljna analiza, već se može unapred konstatovati da primena ovakvog rešenja nije neophodna, ili je svakako preporučena (npr. na osnovu snage DG, dužine mreže, snage napojnog transformatora, itd.)?

R-3.19 PRINCIP RADA UREĐAJA ZA OTKRIVANJE I DIJAGNOSTIKU KVAROVA U NADZEMNIM DISTRIBUTIVNIM VODOVIMA

Autori: Goran ŽIVADINOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“, Beograd

U radu je pokazano da se teorijski na osnovu merenja horizontalne i vertikalne komponente magnetnog polja na mestu na kome se uobičajeno postavljaju detektori struje kvara (2-3 metra ispod donje konzole na dalekovodnim stubovima) može odrediti vrsta kvara, kao i koje faze su pogođene kvarom.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su ove informacije od značaja samo u slučaju kada se na početku izvoda nalaze elektro-mehanički releji sa kojih nije moguće očitati ili preneti na SCADA ove informacije?
2. Da li se merenjem komponenti magnetnog polja može približno odrediti i udaljenost mesta kvara?

R-3.20 DETEKCIJA MEĐUFAZNIH KVAROVA NA VODU KORIŠĆENJEM JEDNOG MONOFAZNOG PREKOSTRUJNOG RELEJA

Autori: Mihailo ANTONIJEVIĆ, Zoran STOJANOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija

Pitanje za diskusiju:

1. Molimo komentarišite efikasnost predloženih proračuna u kablovskim mrežama i mrežama sa kondenzatorima za kompenzaciju faktora snage

R-3.21 PREKOSTRUJNA ZAŠTITA SREDNENAPONSKIH SABIRNICA

Autori: Jovana JEVTIĆ, Zoran STOJANOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija

U radu je obrađena problematika sabirničke zaštite modelovanjem energetske šeme mreže, kao i funkcionalne šeme zaštite pomoću paketa MATLAB. Pokazano je kao je moguće detaljno modelovati realne situacije u mreži, a zatim i pratiti sve veličine u mreži i kod digitalnih releja.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se nešto menja kod funkcionisanja ove zaštite, ako postoje 2 napojna transformatora i ako je moguć njihov paralelni pogon?

R-3.22 PROCENA MESTA KVARA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI NA OSNOVU SNIMLJENIH SIGNALA U NAPOJNOJ TRANSFORMATORSKOJ STANICI

Autori: Đorđe LAZOVIĆ, Darko ŠOŠIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija

Rad predstavlja zanimljiv pokušaj u cilju određivanja mesta kvara, koji je od velike važnosti i pomoći u realnim uslovima upravljanja distributivnom mrežom.

Bilo bi zanimljivo proveriti algoritam u više distributivnih područja na nivou „Elektrodistribucije Srbije“, i različitim topologijama distributivne mreže, u realnoj situaciji kvara i proceni mesta kvara algoritmom u poređenju sa lokalizacijom mesta kvara koja počinje neposredno nakon kvara iz dispečerskog centra.

Za posledicu dobre realizacije istog u praksi se povećavaju pokazatelji pouzdanosti u isporuci električne energije. Poseban benefit imaju kupci električne energije kojima se skraćuje beznaponska pauza prouzrokovana kvarom.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu nije precizirano koji je naponski nivo distributivne mreže u kojoj ste analizirali kvarove i kakav je tip mreže po načinu uzemljenja napojnog transformatora? Kakav je tip mreže: kablovska, nadzemna mreža ili mešovita? Koja vrednost struja zemljospojeva se tu očekuje?
2. Na slici 8 se vidi topologija izvoda na kojima je vršena procena mesta kvara. Od osam posmatranih izvoda sedam nije imalo razgranate odvođe duž glavnog izvoda, jedan je imao jednu račvu, ali je i na njemu analiziran kvar pre same račve. Da li ste, pored ovih izvoda analizirali procenjivali mesta kvara na karakterističnim topologijama distributivne mreže, tj. izvodima sa većim brojem odvođa i kvarovima upravo na tim odvodima? Ako jeste kakva su iskustva?
3. Praksa pokazuje da se za isti tip i lokaciju kvara javlja velika razlika u električnim veličinama tokom kvara za različite vrednosti otpora luka. Da li ste i kako uzeli ovu činjenicu u razmatranje i samu procenu? Da li imate iskustva o tome kako različite vrednosti otpora električnog luka utiču na tačnost procene mesta kvara i sa kojim vrednostima otpora luka ste računali?
4. Kažete da je za zemljospojeve greška oko 350 m. Da li ste razmatrali na primer tri redom povezane deonice, dužina svake je manja od 350 m i kvar se desi na početku ili kraju druge deonice, kakva su očekivanja procene?

R-3.23 ANALIZA KVARA U ŠTIĆENOJ ZONI DIFERENCIJALNE ZAŠTITE TRANSFORMATORA PRILIKOM UKLJUČENJA PREKIDAČA NA 110 kV STRANI TRANSFORMATORA

Autori: Aleksa RISTIĆ, Bratislav NIKOLIĆ, Marko JOVANOVIĆ, Marko VUČKOVIĆ, Miodrag MIHAILOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Sektor za Upravljanje Niš, Srbija

U radu je prikazan interesantan primer iz prakse vezan za rad diferencijalne zaštite ET u TS 110/x kV, koja nije isključila kvar koji se desio u zoni štice te zaštite.

Specifičnost vrste, mesta kvara, trenutnog uklopnog stanja i primenjenih zaštita ET, koji su opisani u radu, doveli su do neočekivanog rada sistema za zaštitu, iako je ona bila podešena u skladu sa važećom tehničkom preporukom TP-4b, koja obrađuje ovu oblast.

Rad može da posluži kao odličan primer svim stručnjacima koji se bave relejnom zaštitom, kako treba analizirati rad zaštitnih uređaja, ustanoviti uzroke i preporučiti mere za otklanjanje neispravnosti u radu sistema za zaštitu, ako takvi postoje.

Rad je značajan jer ukazuje na potrebu revidiranja TP-4b, kojom bi se uvažile mogućnosti, odnosno dodatne funkcionalnosti koje već duži niz godina unazad nude savremeni MPZU. Autori rada su u zaključku pomenuli jednu od „novih“ funkcionalnosti, koje nema u TP 4B, a to je ograničena zemljospojna zaštita ET, koja po mišljenju recenzenta treba da bude uvrštena u tehničku preporuku kao jedna od osnovnih zaštita ET 110/X kV.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li postoji snimak struje kvara kroz impedansu za uzemljenje neutralne tačke 35 kV?
2. Da li bi sa drugačijim podešenjima diferencijalne zaštite bilo moguće detektovati navedeni kvar pri uključenju?
3. Da li MPZU koji je ugrađen u trafostanici poseduje logiku uključenja na kvar i u koliko poseduje da li je ona aktivirana?

R-3.24 ANALIZA RADA SISTEMA RELEJNE ZAŠTITE U TS 35/10 kV ZAGRAĐE PRI KVARU U SAMOM ENERGETSKOM TRANSFORMATORU

Autori: Aleksa RISTIĆ, Bratislav NIKOLIĆ, Srđan VASILJEVIĆ, Marko JOVANOVIĆ, Marko VUČKOVIĆ, Miodrag MIHAILOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Sektor za Upravljanje Niš, Srbija

U radu je prikazan primer iz prakse vezan za rad sistema za zaštitu u TS 35/x kV. Detaljno je opisan postupak analize i provere rada sistema za zaštitu kod nespecifičnog unutrašnjeg kvara energetskog transformatora.

Za pohvalu je čitav postupak analize događaja, provera funkcija zaštite i primarne opreme, uključujući i primarna ispitivanja i simulacije kvara na terenu. Ovaj postupak je rezultirao zaključkom o vrsti kvara i ponašanju sistema za zaštitu transformatorskih stanica, što je kasnije potvrđeno na defektaži transformatora.

U radu je iscrpno dat postupak koji je sproveden od prve manifestacije ovog nespecifičnog kvara do dovođenja objekta u redovno pogonsko stanje.

Rad opisuje primer iz prakse koji može da posluži svim stručnjacima koji se bave relejnom zaštitom i održavanjem DEES i olakša im posao, ako u praksi naiđu na ponašanje sistema za zaštitu kakav je opisan u radu.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li u transformatorskoj stanici postoji zaštita kućišta ET?
2. Da li je utvrđeno u kom trenutku i pri kakvom kvaru je došlo do kvara u transformatoru?

3. Da li su primećeni problemi u radu transformatorske stanice pre pojava dalekog kvara na 10 kV izvodu Luka?

Tema 3 – Telekomunikacije u elektrodistributivnim mrežama

Stručni izvestilac: mr Goran NEDIĆ iz „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd.

R-3.25 TELEKOMUNIKACIONI SISTEM ZA PRENOS PODATAKA U OKVIRU SISTEMA ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE SREDNJENAPONSKOM DISTRIBUTIVNOM MREŽOM ED SREMSKA MITROVICA

Autori: Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, „Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Bratislava RADMILOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Srbija

Rad je jasno i precizno dao opis jednog od sistema koji se koristi u sistemu daljinskog upravljanja DEES.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li radio stanice podržavaju funkciju?
2. Da li se radio stanica, koja se koristi za upravljanje jednim elementom DEES, može koristiti i kao repetitor za drugu radio stanicu?
3. Koja je maksimalna brzina prenosa podataka postignuta u sistemu?

R-3.26 PREGLED RASPOLOŽIVIH TELEKOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA I PREPORUKE ZA NJIHOVU IMPLEMENTACIJU ZA POTREBE AUTOMATIZACIJE ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

Autori: Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, „Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Srbija

U radu je ukazano na potrebu da se na osnovu korisničkih zahteva predloži odgovarajuća telekomunikaciona tehnologija. Izvršena je analiza kako po prenosnim kapacitetima tako i po tome da li treba primeniti žične ili bežične sisteme veza kao i da li koristiti sopstvene ili javne sisteme veza za potrebe automatizacije distribucije, a dati su i predlozi kriterijuma za odabir tehnologije.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja tehnička rešenja i komunikacione tehnologije se primenjuju prilikom priključenja proizvođača električne energije odnosno izvora u sistem za automatizaciju distribucije?
2. Šta je potrebno obezbediti odnosno unaprediti na postojećoj TK infrastrukturi kako bi bili podržani zahtevi novih servisa kao što su OMS, DERMS, AMI/MDM?
3. Da li su do sada u ODS implementirani PLC sistemi, za koje namene i kakvo je iskustvo u toku eksploatacije?

R-3.27 PREDLOZI TIPSKIH MODELA ZA REALIZACIJU VISOKO POUZDANIH LOKALNIH KOMUNIKACIONIH MREŽA U ELEKTROENERGETSKIM OKRUŽENJIMA

Autori: Slavko DUBAČKIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Srbija

U radu je dat prikaz jedne od najkritičnijih IT infrastruktura (SCADA sistema) koji se nalaze u elektroprivrednim preduzećima i koja je posebno ugrožena sa stanovišta bezbednosti. Stalna potreba za njihovom modernizacijom i povećanjem efikasnosti u velikoj meri ne prati i aktivnosti u cilju povećanja bezbednosti, a pre svega u realizaciji optimalnih bezbednosnih mehanizama zaštite. Iz tog razloga razmatrana su rešenja u cilju povećanja bezbednosti integrisanih IKT i SCADA sistema, gde je jasno identifikovano grupisanje po ciljnim grupama zaštite, od primarnih elektroenergetskih objekata različitih naponskih nivoa do najviših hijerarhijskih nivoa realizovanih centara upravljanja. Posebna pažnja u radu se daje na prezentaciji četvrte zone zaštite (SOC), koji baziran na najsavremenijoj tehnologiji vrši kompletno centralizovan nadzor i upravljanje nad svim realizovanim sistemima za zaštitu u jednom elektrodistributivnom preduzeću.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način je planirano obuhvatanje NDDC i RDDC u određenoj zoni zaštite, budući da oni nisu posebno napomenuti u radu. Da li se za njih odnosi ista zona zaštite (druga zona) kao za DDC, budući da se nalaze u okviru IT okruženja pojedinih DDC?
2. Detaljno pojasniti implementaciju prve i druge faze SOC? Koja su početna iskustva sa implementacijom ove dve faze.
3. Na koji način se način planira realizacija OT LAN Tip 3/4, pre svega kod integrisane opreme za automatizaciju SN mreže, kada u tim mrežama praktično postoji samo jedan uređaj u lokalnoj mreži, a trenutno realizovani komunikacioni protokoli ne podržavaju prikazano rešenje?
4. Nakon statusne promene početkom ove godine koje su promene u usvojenim rešenjima i da li će biti uticaja na implementaciju sledećih faza projekta? Da li usvojeno rešenje u Studiji omogućava da se nakon statusne promene sva IT rešenja na jedinstven način integrišu u okviru jednog celovitog IT sistema?
5. Da li su realizovani bezbednosni mehanizmi zaštite u okviru početnih faza implementacije Projekta, identifikovali neke napade na IKT i SCADA sisteme?

R-3.28 IMPLEMENTACIJA IP TELEFONIJE U DISPEČERSKIM CENTRIMA EPS TC NS

Autori: Andrej KRIVOŠIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Novi Sad, Srbija

U radu je predstavljen razvoj telefonskog sistema sa posebnim osvrtom na dispečersku telefoniju na području EPS Tehničkog centra Novi Sad. Stanje sistema pre digitalizacije, funkcionalni zahtevi i prikaz trenutnog stanja sistema, kao i budući planovi u vezi razvoja i unapređenja sistema su opisani na sistematičan i pregledan način.

Pitanja za diskusiju:

1. Pošto je reč o velikoj telefonskoj mreži na teritoriji TC Novi Sad implementiranoj u više faza, na koji način se vrši nadzor nad performansama i odgovarajućim statusima kompletne mreže, pojedinih čvorišta kao i samih komponenti čvorišta?
2. Da li se prati i na koji način funkcionalnost QoS (Quality of Service) i kakvi su rezultati u dosadašnjem toku eksploatacije telefonskog sistema? Koliki su gubici paketa?
3. Opisati predlog tehničkog rešenja koje se predviđa za potrebe predstojećeg proširenja sistema IP telefonije na više ispostava na području TC Novi Sad?

R-3.29 RADIO RELEJNI LINKOVI ZA POTREBE PRENOSA SIGNALA ZAŠTITE I UPRAVLJANJE DEES

Autori: Predrag ŠEJAT, Sanja JOVANOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Srbija

U radu je opisano stanje pre i nakon modernizacije sistema radio relejnih veza na teritoriji DP Beograd, kao širokopojasne multiservisne mreže koja pre svega treba da zadovolji više kritičnih servisa. Detaljno je analizirana topologija sistema, frekventni opsezi, kapaciteti linkova i korišćena oprema i na nivou ravni okosnice i na nivou ravni ka transformatorskim stanicama. Iskustva stečena ovom prilikom mogu biti od koristi prilikom nastavka unapređenja sistema radio relejnih veza za potrebe ODS.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je omogućeno i na koji način je realizovano da SCADA podaci imaju prioritet nad drugim servisima u Sistemu radio relejnih linkova?
2. Kako se nadziru statusi linkova obzirom na veliki broj deonica u ravni okosnice i ravni ka TS? Da li postoji centralni sistem nadzora?
3. Da li su u dosadašnjoj eksploataciji zadovoljene i u kojoj meri, projektovane norme za kvalitet i raspoloživost za oba nivoa radio relejnih ravni?



Session 3 Report

Session 3:

PROTECTION AND MANAGEMENT OF ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORKS

Chairman – Dušan Vukotić, M.Sc. „Elektrodistribucija Srbije“ Ltd., Belgrade, Serbia

Within the deadline for receipt of papers and after consideration by reviewers and professional reporters, 29 (twenty nine) papers were accepted, of which 27 (twenty seven) were adopted as papers (P), and 2 (two) were adopted as Information I). Given the large number of papers in the expert committee and for more efficient work in the sessions, the work was grouped into three subjects, combining preferential subjects from the call for papers:

Preferential Subject 1 – Management of Electricity Distribution Networks

Expert reporter is Milica Porobić, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade.

7 (seven) papers and 2 (two) pieces of information were accepted in this subject in accordance with the preferential subjects from the call for papers:

- Automation of electricity distribution networks..
- Management of the electricity distribution network in market conditions
- Application of energy applications in electricity distribution companies.
- Introduction of system services at the distribution level.
- Voltage regulation in MV and LV networks.

Preferential Subject 2 – Operation and protection of electricity distribution networks

Expert reporter is Dalibor Nikolić, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade.

In the subject related to the operation of electricity distribution networks, 5 (five) papers were accepted in accordance with the preferential subjects from the call for papers:

- Maintenance strategies and assessment of the condition of energy equipment.
- Workforce management techniques and tools to increase operational efficiency.
- Data requirements, data management and documentation.
- Plant restoration strategies and crisis management.

- Operation of industrial networks.
 - Activities in the field of safety and health at work (OSH) when performing works in electric power facilities.
- In the subject related to the protection of electricity distribution networks, 10 (ten) papers were accepted in accordance with the preferential subjects from the call for papers:
- Strategies for replacing SCADA systems, protection reconstruction and introduction of monitoring and control systems in transformer stations.
 - Impact of distributed generation on traditional protection and management systems.
 - New protection schemes and functions.
 - Simulation protection models, tools and new functions.
 - Protection reliability aspects based on IEC 61850 standard.
 - Testing of relay protection, functions and systems (practical experiences).
 - Fault occurrence analysis and registered fault records.

Preferential Subject 3 – Telecommunications in electricity distribution networks

Expert reporter is Goran Nedić, M.Sc., Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade.

In this subject, 5 (five) papers were accepted in accordance with the preferential subject from the call for papers:

- Application of communication systems for protection and management purposes.
- Security aspects of access to information and its exchange.
- Communication techniques and protocols for the implementation of intelligent networks ("Smart Grids" and "Smart Metering"). Komunikacione tehnike i protokoli za realizaciju inteligentnih mreža („Smart Grids“ i „Smart Metering“).
- Interdependence of electricity distribution network management and communication infrastructure.

In writing the report, the expert reporters were guided by the observations, comments and questions of the reviewers, for which we especially thank them.

Preferential subject 1 – Management of electricity distribution networks

Expert reporter is Milica POROBIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade

R-3.01 DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM, CHALLENGES AND SOLUTIONS

Authors: Milica POROBIĆ, Saša MANDIĆ, Dragan CVETINOV, Slobodan MILIVOJEV, Branislav BOGDANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade Serbia

Questions for discussion:

1. According to the author's experience, is it possible to shorten the deadlines for the announcement of planned works to end users, in relation to the deadlines defined by the Regulation, without violating the guaranteed conditions of electricity supply?
2. According to the author's experience, what has been identified as the most common cause of failures that have been addressed in the paper?
3. In business conditions such as those available in Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, in the opinion of the author, could the introduction of "maintenance according to the condition of electric power elements" with the introduction of appropriate "health indices", improve / upgrade the operational condition of the Distribution Management System? Could and under what conditions, could this approach to planning completely replace the current way of working, i.e. planning based solely on time cycles?

I-3.02 ANALYSIS OF REMOTE CONTROL IN DA KRAGUJEVAC „ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE“

Authors: Slađana BIOČANIN, Nataša ČETKOVIĆ, Boban BOŠKOVIĆ, Dušan RADOVANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Serbia

Questions for discussion:

1. What is the experience in using GMS as the main transmission route in terms of system availability in various (weather) conditions?
2. What is the utilization of the capacity of optical connections and are they used for some other services in transformer stations?

I-3.03 PROCEDURE - DISTRIBUTION SYSTEM MANAGEMENT AS INCREASED SAFETY AND SAFETY OPERATION OF DISPATCH CENTERS IN SERBIA

Authors: Edin ZEKIĆ, Dražen ŠKILJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Serbia

Questions for discussion:

1. According to the interpretation and the way of understanding the author, describe the procedure of preparation and organization of work in a situation when the place of work is shared by several specialized teams, e.g. teams for: maintenance of relay protection, technical control system, and teams dealing with maintenance of primary equipment and power transformers.
2. For the given example from Question 1, give an illustration with the sequence of activities and necessary documentation, in the case when the electric power element on which the power transformer is working is 10/35 kV with the corresponding HV and MV fields.

R-3.04 APPLICATION OF ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE FOR EFFICIENT POWER FLOW MONITORING IN RADIAL DISTRIBUTION GRIDS

Authors: Lazar ŠKEKIĆ, Zoran MILJANIĆ, University of Montenegro, Faculty of Electrical Engineering, Montenegro

Questions for discussion:

1. Did the authors do a speed comparison of the modified Newton-Raphson method for radial networks and the DistFlow algorithm?
2. The paper pays little attention to the description of the implementation of the genetic algorithm as well as the way of integrating the calculation of power flows into the genetic algorithm.

R-3.05 MODELS OF ADAPTING WORK OF CLASSICAL VOLTAGE REGULATION IN DISTRIBUTION NETWORK WITH DISTRIBUTED GENERATORS

Authors: Zoran SIMENDIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Elektrodistribucija Sombor, Goran ŠVENDA, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Department for energy, electronics and telecommunications, Novi Sad, Jaroslav ČINČURAK, Dragan JOKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Elektrodistribucija Sombor, Serbia

Questions for discussion:

1. What is the practical significance of including the island capacitances and the calculation of the phase shift of currents at the terminals with distributed generators in terms of the results of the proposed modification of voltage regulation?
2. All proposed models of voltage regulation modification are reduced to eliminating the current of distributed generators in the current compensator of the automatic voltage regulator. Could the introduction of load current measurement at consumer outlets (or just a characteristic outlet) instead of the "calculated" current (one of the proposed models) simplify the proposed modifications while responding to the set regulatory requirements?

R-3.06 VERIFICATION OF OPERATING MODELS OF CLASSICAL VOLTAGE REGULATION IN DISTRIBUTION NETWORK WITH DISTRIBUTED GENERATORS

Authors: Zoran SIMENDIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Sombor, Goran ŠVENDA Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Department for energy, electronics and telecommunications, Novi Sad, Predrag BAJČETIĆ, Aleksandar STOLIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Sombor, Serbia

The paper presents the work of the ARN (automatic voltage regulation) function within active electricity distribution networks, when the sources of distributed production, in this case wind generators, in some parts of the day exceed the load needs of end customers in one transformer area and therefore come to "pushing" electricity into the electricity transmission system. Despite several critical effects that this phenomenon of "suppression" of electricity brings, the effect on the proper functioning of the ARN in order to maintain optimal voltage conditions is certainly the most critical. The authors have given several models for the purpose of optimal voltage regulation, which are primarily applicable in practice and which do not require significant material resources for their implementation. The paper paved the way for the solution of optimal voltage regulation in cases of large presence of distributed generation in the network and from that point of view it deserves the attention of the professional public.

Questions for discussion:

1. For the realization of Model 1, are the process data on measurement from the SCADA system predefined so that they include only one-minute data for the target set of measurements related to the realization of the model, or is the resolution of measurement collection changed for all process values ??for the transformer station? Explain the way in which the measurement correction was performed since it is performed on the local SCADA system through which the ARN (Automatic Voltage Regulation) function is performed.
2. Is it possible to perform the correction of measurement collection on the archive server of the SCADA system in the superior control center and thus perhaps realize the centralized ARN function over all 110 / x kV power transformers? Da li je moguće da se korekcija prikupljanja merenja izvrši na arhivskom serveru SCADA sistema u nadređenom centru upravljanja i na taj način možda realizovala centralizovana funkcija ARN nad svim transformatorima snage 110/x kV?
3. Explain in detail how the data exchange between the MPZU devices was performed and how the derived process variables were used in the model. Why was direct communication between the MPCU not used in order to provide the necessary measurements?
4. Since only one of the measuring points where the "pushing" of electricity into the electricity transmission system is analyzed, is it possible to draw a conclusion in terms of a recommendation which of the considered models would be optimal for application in these transformer stations or however, in the end, it depends primarily on the degree of technical equipment of transformer stations and the realized ARN solution in them?

R-3.07 INTEGRATION AND VISUALISATION THE OUTAGES REGISTER IN GIS

Authors: Vladimir STOJČIĆ, Valentina BOŠKOVIĆ-BOGUNOVIĆ, Danica LALEVIĆ-MILISAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Serbia

In this paper, the authors effectively emphasized the importance of connecting GIS (Geographic Information System) and OMS (Operation Management System), which gives additional quality to their already proven important role in the Information System. Through the example of this connection, important aspects of business process monitoring and data presentation through the Web

Service are processed. The condition of adaptability of the integration platform is emphasized. The benefits of visualisation of planned and unplanned interruptions, geographical presentation of affected parts of the network, navigation were highlighted. Also important are the results of statistics and analysis - locations of the most common outages, quality of installed equipment, overloaded EEO and network parts, etc. This shows that the presented integration increases business efficiency, provides new functionalities to users and complements covering the needs of business processes of planning, investment, management and maintenance.

Questions for discussion:

1. Interruption visualisation - what are the possibilities of a clear geographical presentation of EEO most often affected by outages in a certain period (ranking, statistics, thematic staining by frequency, type and duration of interruptions) - as examples of use in network analysis and planning?
2. Use of mobile field equipment, as well as drone videos - previous experiences?
3. In case of interruptions, the outcome of which is the incorporation of new elements, how does information about changes in the network propagate into the GIS database?

R-3.08 DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM STANDARDIZATION ROADMAP

Authors: Ivan JAGODIĆ, PE Electric Power Industry of Serbia, Belgrade, Zdravko RISTIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Vladimir POLUŽANSKI, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Snežana LILIĆ, the Institute for Standardisation of Serbia, Belgrade, Mihajlo RISTIĆ, Q-Total, Belgrade, Serbia

The paper presents a set of standards adopted within the Technical Committee - IEC TC 57 (Power systems management and associated information exchange), as well as those to be adopted, through full respect of the prescribed strategy through the adopted roadmap of standardization within the subject committee. The "smart grids" paradigm has launched a number of new initiatives that have led to the presentation of the standardization map presented several times, primarily in the direction of covering border areas with other electrical engineering committees. As a result, virtually all initiatives regarding the formation of new committees have resulted in an increase in the coverage of standards covered by the IEC TC 57 Technical Committee, giving this committee increasing importance in the field of standardization.

Questions for discussion:

1. How will the appearance of the SGAM model in the new version of the standard map affect the further expansion of the standardization map?
2. The authors cited the example of a system for remote reading of consumption (AMI / MDM) as one of the solutions of "smart grids" in our country, but did not review other solutions that have been implemented, primarily in the field of automation of MV network. Give a brief overview.
3. It is necessary to give a detailed review of how the adopted standardization map affects the process of drafting and adopting internal standards and technical recommendations in energy sector companies in our country.
4. The authors stated that in 2017, a large number of experts left the field of standardization of the energy sector in our country, so it is necessary to update the issue in relation to the current moment. Give a brief overview.
5. It is unclear how the ISS affects the standardization process within energy sector enterprises, since the impact is exactly the opposite. Explain in detail which ISS initiatives are involved.

R-3.09 STANDARDS FOR DISTRIBUTION MANAGEMENT INTERFACES

Authors: Zdravko RISTIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ Ltd., Belgrade, Ivan JAGODIĆ, PE Electric Power Industry of Serbia, Belgrade, Vladimir POLUŽANSKI, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Snežana LILIĆ, the Institute for Standardisation of Serbia, Belgrade, Mihajlo RISTIĆ, Q-Total, Belgrade, Serbia

The paper presents a series of IEC 61968 standards that define system interfaces for the management of an electricity distribution company. The subject series of standards is one of the most important standards for application in modern electricity distribution companies, which defines business functions, sub-functions and abstract components within the presented IRM model (Interface Reference Model). The presented series of standards is not a new standard, because for almost twenty years it has been on the agenda of adopted standards within the IEC TC 57 electrical engineering committee. Its constant expansion through the development and expansion of already adopted parts through new versions, but also the adoption of new parts that have since been identified as missing, create the impression that this is a new standard, which is currently in focus in implementing the latest IT solutions within state of the art distribution companies. Currently, all electricity distribution companies exclusively base their request regarding the implementation of IT solutions that support the profiles of the CIM model (Common Information Model) according to the series of standards IEC 61967/61970.

Questions for discussion:

1. Are the authors aware of the extent to which the presented parts of the SRPS EN 61968 standard have been applied through various implemented IT solutions in our country?
2. Which parts of the standards are given priority in these projects during their implementation?
3. To what extent is the IRM model applicable when adopting procedures and instructions within the Integrated Management System (IMS)?
4. There is an impression that the authors have indicated the scope of certain parts of the standard in several places in the paper, which can be a disincentive factor in their application. Give a short comment.

5. The need to translate certain parts of the standard into Serbian is emphasized, in order to facilitate its implementation, and it is necessary to clarify this requirement given the complexity of the document and the structure that is fully IT supported, both in terms of presented diagrams and the text itself, which is directly referenced to the CIM model.
6. The authors did not emphasize the presentation and application of application cases ("Use Case"), which are extremely important for the successful implementation of IT solutions based on the subject standard, so in this regard it is necessary for the author to comment on this.

Preferential Subject 2 – Operation and protection of electricity distribution networks

Expert reporter is Dalibor Nikolić, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade

R-3.10 FUNCTIONS OF STATE MONITORING MV CIRCUIT BREAKERS WITHIN PRIMARY STATION HV/MV BASED ON INTEGRATED SYSTEM OF PROTECTION AND CONTROL

Authors: Aleksandar MARJANOVIĆ, "Siemens" d.o.o. Beograd, Sunčica CVETKOVIĆ, "Siemens" Ltd., Belgrade, Ratko VLADETIĆ, Marko ČOSIĆ, Božidar ĆIRIĆ, Dušan VUKOTIĆ, Vladan CVETKOVIĆ, Vladan GRUJIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Serbia

Questions for discussion:

1. Are there any other functions in the existing MPCU that can be used to determine the state of the circuit breaker?
2. Do the authors have an insight into the number of transformer stations where the existing MPCU have the described functions, and whether there is an already developed software solution for monitoring the condition of the circuit breaker for maintenance purposes?
3. Are circuit breaker manufacturers planning any new innovations?

R-3.11 REPLACEMENT OF 110 kV, 35 kV AND 10 kV MINIMUM OIL CIRCUIT BREAKERS WITH VACUUM CIRCUIT BREAKERS IN TRANSFORMER SUBSTATIONS 110/X AND 35/10 kV/kV IN BELGRADE POWER DISTRIBUTION AREA

Authors: Vladimir STANOJEVIĆ, Svetlana MEDO, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Serbia

The paper considers the replacement of minimum oil circuit breakers 10, 35 and 110 kV on the territory of Belgrade Power Distribution Area. In this distribution area, 95 110 / x and 35/10 kV substations are in operation. Most of them were minimum oil circuit breakers that are no longer in production, and due to the very difficult procurement of spare parts, it is no longer possible to maintain them in working order. Since 2006, the old minimum oil circuit breakers have been replaced with new vacuum (10 and 35 kV) and SF6 (110 kV) circuit breakers. The paper describes the method of replacement and presents statistical data of replaced circuit breakers, type representation, as well as the number that remains to be replaced in the following years.

Questions for discussion:

1. Have analyses been done to increase the reliability of the system operation after the replacement of old minimum oil circuit breaker?
2. Have any cost-benefit analyses been done related to the cost of purchasing and replacing the circuit breakers?
3. Is the number of actions of new circuit breakers on the cumulative short circuit current monitored? If we accept that this current has been reached for the old minimum oil circuit breakers, in the planned service life of the new vacuum circuit breakers, there may be a larger number of short circuits than the one recommended by the manufacturer.

R-3.12 ANALYSIS OF UNUSUAL FAULTS IN TS 110/X kV AND SUGGESTIONS FOR MEASURES FOR THEIR PREVENTION

Authors: Vidoje MIJATOVIĆ, Dario ĐANIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary ED Sombor, Serbia

During the operation of 110 / x kV transformer stations, various failures occur. Some are recurring while some are very rare and require more detailed analysis. The paper presents the experience of the "Sombor" Branch, where there were various types of failures. During these outages, half or all of the transformer station's consumption would be left without power for a long time. The paper analyzes three failures, of which the reviewer considers two to be unusual and the third, the breakdown of conductive insulators is common. This paper provides detailed analyses of operational events with photographs, explanations and suggestions on how to prevent these failures in the future. The paper is significant because the gained experience can be used by others in operation.

Questions for discussion:

1. When explaining the first fault, the author says that one end of the circuit breaker, and thus the faulty chamber, is at nominal voltage, and the other is at "zero potential" and that was the reason for the arc phenomenon. Did the other end that was at zero potential have contact with the ground or not? In case it is not, then there are no conditions for the arc phenomenon. Considering that the overcurrent protection of the SP had reacted, there must have been some earthing. Please give your comments.
2. One of the reasons for breaking a vacuum bottle may be inside heating. During operation, was the transient resistance of the contacts measured? If so, what are the values and could anything be inferred from those values?
3. The reviewer previously also analyzed the faults on the conductive insulators and came to the conclusion that the breakdowns were mostly influenced by age. Namely, after 20 years, there were more intense breakthroughs. We also concluded with our colleagues that the construction of the internal conductive screen of the insulators also contributed to their failure, and when

receiving these insulators, X-rays were required. Have you considered the construction of the inner conductive shield of the insulator?

R-3.13 IMPROVING SECURITY WITH SYSTEM FOR MONITORING

Authors: Milica TAUŠANOVIĆ, Nemanja D. STANOJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Republic of Serbia

Questions for discussion:

1. Apart from ensuring the supervision and safety of people, what are the other advantages of using this method?
2. How does the monitoring equipment in the TS behave during major power transformer failures and the spillage of large amounts of oil into oil pits?
3. What documentation is required to access the oil pits?

R-3.14 THE PREVENTIVE MAINTENANCE IMPORTANCE OF UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES IN TRANSFORMER STATIONS HV(MV)/MV

Authors: Miroslav DOČIĆ, Nikola CVETANOVIĆ, Aleksandar ANĐELKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Susidiary Leskovac, Serbia

The paper presents the maintenance of rechargeable batteries in TS 110 / x and 35/10 kV on the territory of the distribution area of Leskovac. The types of batteries in operation, their technical characteristics and the method of maintenance are given. The test results of 38 batteries in operation are given. Since most of them did not meet the required capacity, these batteries were revitalized and the defective cells were replaced. The results of the success of the described revitalization of AKU batteries, the obtained capacity and other important technical characteristics after the revitalization of the articles are presented.

Questions for discussion:

1. In transformer stations shown in table 1, what is the voltage on consumers 110 VDC? Are some batteries separate (for example 50 + 5 cells)?
2. Are there modern devices for remote monitoring of AKU batteries and rectifiers installed on the territory of Leskovac area? These devices also allow remote discharge of batteries.
3. Considering the presented results of revitalization of old batteries, whether some criteria can be given in which case this revitalization can give satisfactory results, before the procedure itself. For example, should old batteries be revitalized?

R-3.15 THE MPCU SETTINGS VERIFICATION FOR IMPLEMENTATION IN MV INCOMER BAY USING REAL-TIME HARDWARE-IN-THE-LOOP TESTING

Authors: Miljana TODOROVIĆ, Marko MEDIĆ, Milorad ZAKIĆ, Saturn Electric DOO, Adrien GENIĆ, Tajfun HIL LTD., Serbia

The paper presents the principle of verification of the SEL-451 protection device settings in real time using a digital system simulator. A simple test system was modeled in order to be able to check the setting of the protection device, from the aspect of overcurrent protection operation, taking into account the signal of the bus protection blocking and setting the protection against circuit breaker failure. Simulations have shown that the setting of the SEL-451 device is correct, and a test example is presented in detail, which indicates some of the possibilities of HIL testing of the device.

Questions for discussion:

1. The current overcurrent protection as well as the ideal circuit breaker was used in the formation of the network model in order to later rule the logic that takes into account the real situations in the network: operating time of the executive relay, time of excitation of the disconnecting coil of the power switch, time of disconnection of the main contacts of the power switch and time of extinguishing of the electric arc in the power switch. Why were the real parameters not used in the simulation: switch with its own operating and switching time, overcurrent with delay, ...?
2. The paper presents several possibilities for the application of a digital system simulator. For which application do the authors consider this system to be the most applicable?
3. Did the authors check the values of currents and voltages obtained from the simulator using other software tools for calculations of stationary and non-stationary states in the system?

R-3.16 PROTECTION SCHEMES AND GROUNDING METHODS ON MV RENEWABLE SUBSTATIONS IN SPAIN

Authors: Carlos AGUILAR, GE Grid Automation, Spain, Nemanja VUKOBRAT, GE Grid Solutions, Serbia

In this paper, an overview of renewable plants relay protection is given. At first, typical topologies of renewable plants are described. Afterwards, criteria for protection setting are given for overcurrent protection, ground fault protection depending on different grounding schemes, as well as voltage and frequency protection, based on relevant regulations. The usage of IEC 61850 GOOSE messages for implementing breaker failure protection and directional schemes is explained, and new regulations are mentioned and how will they affect protection schemes.

The paper is technically correct and could help protection engineers to have a better overview of renewable plants protection issues.

Questions for discussion:

1. If possible, transformer damage curves should be added to the Figure 3. Did the author consider adding transformer inrush curve as well to the Figure 3?
2. Figure 11 presents two options for differential scheme busbar protection. What are the criteria to choose between 67N forward block scheme and 67N reverse or 52 open permissive schemes?

R-3.17 GRID BACKUP PROTECTION ON RENEWABLES SUBSTATION PLANTS: ZONE 3, OVERCURRENT AND OTHER OPTIONS

Authors: Carlos AGUILAR, Daniel PATYNOWSKI, Jorge CÁRDENAS, GE Grid Automation, Spain, Nemanja VUKOBRAT, GE Grid Solutions, Serbia

In this paper, insight into grid backup protection on interconnection lines of renewable plants with transmission network is provided. At first, setting criteria for zone 3 distance protection is given and setting issues are described. The paper gives two other options for backup protection. One with ground overcurrent directional elements with teleprotection schemes and second with PMUs.

Questions for discussion:

1. More critical rule to determine the minimum value for zone 3 setting is to calculate maximum product of the adjacent line impedances and infeed factor instead of product of adjacent line with maximum impedance and corresponding infeed factor. The analogue applies in case of determining the maximum value for zone 3 setting. What is the explanation of using product of maximal impedance multiplied with corresponding factor in one case, or minimal zone 2 setting of adjacent line multiplied with corresponding factor in the other?
2. Did the authors take into consideration current transformer saturation in RTDS model since it affects differential protection operation? If so, some short comparative analysis could be presented.

R-3.18 CONCEPT OF COORDINATED SINGLE-PHASE AR AND EARTH SWITCHES IN "NEPTUNE" CONNECTION FOR ENHANCING TRANSIENT STABILITY OF ACTIVE DISTRIBUTION NETWORKS

Authors: Dejan MILOŠEVIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, University of Belgrade, Serbia; Global Substation Solutions, Željko ĐURIŠIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, University of Belgrade, Serbia

Questions for discussion:

1. The proposed method of single-phase APU requires the use of single-phase switches that are not common in our distribution networks. Is it possible to use short-circuit switches in the "Neptune" connection that would be connected directly to the faulty network, and not during a single-phase APU?
2. The paper states that it is necessary to perform analyzes of each specific network in order to assess the need for implementation of the proposed solution. Is it possible to define simple criteria according to which in some cases a detailed analysis is not required, but it can be stated in advance that the application of such a solution is not necessary, or is certainly recommended (eg based on DG power, network length, power transformer power, etc.)?

R-3.19 PRINCIPLE OF OPERATION OF DEVICES FOR DETECTION AND FAULTS DIAGNOSIS IN OVERHEAD DISTRIBUTION LINES

Author: Goran ŽIVADINOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Belgrade

The paper shows that theoretically, based on the measurement of the horizontal and vertical components of the magnetic field at the place where fault current detectors are usually placed (2-3 meters below the lower console on transmission lines), the type of failure, as well as the phases affected by failure can be determined.

Questions for discussion:

1. Is this information relevant only in the case when at the beginning of the connection there are electro-mechanical relays from which it is not possible to read or transfer this information to SCADA?
2. Can the distance of the fault location be approximately determined by measuring the components of the magnetic field?

R-3.20 DETECTION OF INTERPHASE FAILURES ON POWER LINES BY USING ONE SINGLE-PHASE RELAY

Authors: Mihailo ANTONIJEVIĆ, Zoran STOJANOVIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, University of Belgrade, Serbia

Question for discussion:

1. Please comment efficiency of suggested calculations in cable networks and networks with capacitors for power factor compensation

R-3.21 MEDIUM VOLTAGE BUSBAR OVERCURRENT RELAY PROTECTION

Authors: Jovana JEVTIĆ, Zoran STOJANOVIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, University of Belgrade, Serbia

The paper deals with the problem of bus protection by modeling the energy scheme of the network, as well as the functional protection scheme using the MATLAB package. It has been shown how it is possible to model real situations in the network in detail, and then to monitor all quantities in the network and with digital relays.

Question for discussion:

1. Does anything change during the operation of this protection, if there are 2 power transformers and if their parallel operation is possible?

R-3.22 FAULT LOCATION ASSESSMENT IN DISTRIBUTION NETWORK BASED ON RECORDED SIGNALS FROM SUBSTATION

Authors: Đorđe LAZOVIĆ, Darko ŠOŠIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, University of Belgrade, Serbia

The paper is an interesting attempt to determine the location of the fault, which is of great importance and help in the real conditions of distribution network management.

It would be interesting to check the algorithm in several distribution areas at the level of "Elektrodistribucija Srbije", and different topologies of the distribution network, in the real situation of failure and assessment of the fault location by the algorithm compared to the localization of the fault location that begins immediately after the failure from the dispatch centre.

As a consequence of the good realization of the same in practice, the indicators of reliability in the supply of electricity are increasing. Electricity customers, who have a shorter voltage-free break caused by a breakdown, have a special benefit.

Questions for discussion:

1. The paper does not specify what is the voltage level of the distribution network in which you analyzed the faults and what is the type of network according to the manner the power transformer grounding? What type of network is it: cable, overhead or mixed? What value of earth fault currents is expected here?
2. Figure 8 shows the topology of the derivations on which the fault location was assessed. Of the eight observed derivations, seven did not have branched outlets along the main derivation, one had one fork, but a fault was also analyzed on it before the fork itself. In addition to these derivations, did you analyze and estimate the fault locations on the characteristic topologies of the distribution network, i.e. derivations with a larger number of outlets and failures on those outlets? If so, what is your experience?
3. Practice shows that for the same type and location of failure there is a large difference in electrical quantities during failure for different values of arc resistance. Did you, and how, take this fact into consideration and the assessment itself? Do you have any experience on how different values of arc resistance affect the accuracy of the fault location estimate and what arc resistance values did you use in your calculation?
4. You say that for grounding the error is about 350 m. Have you considered, for example, three consecutive sections, where the length of each is less than 350 m and where the failure occurs at the beginning or end of the other section and what are the expectations of the assessment?

R-3.23 ANALYSIS OF FAULT IN THE PROTECTED ZONE OF TRANSFORMER DIFFERENTIAL PROTECTION AT CLOSING OF BREAKER ON 110 kV VOLTAGE SIDE OF TRANSFORMER

Authors: Aleksa RISTIĆ, Bratislav NIKOLIĆ, Marko JOVANOVIĆ, Marko VUČKOVIĆ, Miodrag MIHAILOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Management sector Niš, Serbia

The paper presents an interesting example from practice related to the operation of differential protection ET in TS 110 / x kV, which did not exclude the failure that occurred in the protection zone of that protection.

The specificity of the type, fault location, current switching condition and applied ET protections, described in the paper, led to unexpected operation of the protection system, although it was set in accordance with the current technical recommendation TP-4b, which deals with this area.

The paper can serve as an excellent example to all experts dealing with relay protection, how to analyze the operation of protection devices, identify the causes and recommend measures to eliminate malfunctions in the operation of protection systems, if any.

The paper is important because it indicates the need to revise TP-4b, which would take into account the possibilities, i.e. additional functionalities that have been offered for many years by modern MPZU. In the conclusion, the authors mentioned one of the "new" functionalities, which is not in TP 4B, and that is the limited grounding protection of ET, which in the opinion of the reviewer should be included in the technical recommendation as one of the basic protections of ET 110 / X kV..

Questions for discussion:

1. Is there a recording of the fault current through the grounding impedance of the 35 kV neutral point?
2. With different differential protection settings, would it be possible to detect this fault when switching on?
3. Does the MPZU installed in the substation have the logic of switching on the fault and and if so, is it activated?

R-3.24 ANALYSIS OF SYSTEM FOR RELAY PROTECTION IN S/S "ZAGRAĐE" WHEN THE FAULT WAS APPEARED INSIDE THE POWER TRANSFORMER

Authors: Aleksa RISTIĆ, Bratislav NIKOLIĆ, Srđan VASILJEVIĆ, Marko JOVANOVIĆ, Marko VUČKOVIĆ, Miodrag MIHAILOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Management sector Niš, Serbia

The paper presents an example from practice related to the operation of the protection system in TS 35 / x kV. The procedure of analysis and verification of the operation of the protection system in case of non - specific internal fault of the power transformer is described in detail.

The entire process of event analysis, verification of protection functions and primary equipment, including primary tests and simulations of field failures, is commendable. This procedure resulted in a conclusion about the type of failure and the behaviour of the transformer station protection system, which was later confirmed on the transformer defect.

The paper presents in detail the procedure that was carried out from the first manifestation of this non - specific defect to bringing the facility into regular operating condition.

The paper describes an example from practice that can serve all experts dealing with relay protection and maintenance of DEES and facilitate their work, if in practice they encounter the behaviour of the protection system as described in the paper.

Questions for discussion:

1. Is there a ET housing protection in the transformer station?
2. Has it been determined at what moment and at what fault the transformer fault occurred?
3. Have problems been noticed in the operation of the transformer station before the occurrence of a long-term fault on the 10 kV Luka outlet?

Preferential Subject 3 – Telecommunications in electricity distribution networks

Expert reporter is Goran Nedić, M.Sc., Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade.

R-3.25 TELECOMMUNICATION SYSTEM FOR DATA TRANSMISSION WITHIN THE SYSTEM FOR REMOTE CONTROL OF MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK ED SREMSKA MITROVICA

Authors: Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Bratislava RADMILLOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Novi Sad, Serbia

The paper clearly and precisely gave a description of one of the systems used in the DEES remote control system.

Questions for discussion:

1. Do the radio stations support the function?
2. Can a radio station, which is used to control one element of DEES, be used as a repeater for another radio station?
3. What is the maximum data transfer rate achieved in the system?

R-3.26 OVERVIEW OF AVAILABLE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES AND RECOMMENDATIONS FOR THEIR IMPLEMENTATION IN AUTOMATION OF POWER DISTRIBUTION NETWORK

Authors: Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Novi Sad, Serbia, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

The paper points out the need to propose appropriate telecommunication technology based on user requirements. An analysis was performed both on transmission capacities and on whether wired or wireless connection systems should be applied, as well as whether to use own or public connection systems for the needs of distribution automation, and proposals for criteria for technology selection were given.

Questions for discussion:

1. What technical solutions and communication technologies are applied when connecting electricity producers or sources to the distribution automation system?
2. What needs to be provided or improved on the existing TC infrastructure in order to support the requirements of new services such as OMS, DERMS, AMI / MDM?
3. Have PLC systems been implemented in ODS so far, for what purposes and what is the experience during operation?

R-3.27 SUGGESTIONS OF TYPICAL MODELS FOR THE REALIZATION OF HIGHLY RELIABLE LOCAL COMMUNICATION NETWORKS IN POWER DISTRIBUTION ENVIRONMENTS

Authors: Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Novi Sad, Serbia, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Novi Sad

The paper presents one of the most critical IT infrastructures (SCADA systems) that are located in electric power companies and which is especially endangered from the point of view of security. The constant need for their modernization and increase of efficiency is largely not accompanied by activities aimed at increasing security, and above all in the implementation of optimal security protection mechanisms. For that reason, solutions were considered in order to increase the security of integrated ICT and SCADA systems, where the grouping by target protection groups was clearly identified, from primary power facilities of different voltage levels to the highest hierarchical levels of implemented control centres. Special attention is paid to the presentation of the fourth protection zone (SOC), which based on the latest technology performs a completely centralized supervision and management of all implemented protection systems in an electricity distribution company.

Questions for discussion:

1. How is the coverage of NDDC and RDDC in a certain protection zone planned, since they are not specifically mentioned in the paper. Do they have the same protection zone (second zone) as DDC, since they are within the IT environment of individual DDCs?
2. Explain in detail the implementation of the first and second phases of SOC? What are the initial experiences with the implementation of these two phases.
3. How is the implementation of OT LAN Type 3/4 planned, primarily with integrated equipment for automation of MV network, when in these networks there is practically only one device in the local network, and currently implemented communication protocols do not support the presented solution?
4. this year, what are the changes in the adopted solutions and will there be an impact on the implementation of the next phases of the project? Does the adopted solution in the Study enable all IT solutions to be integrated in a unique way within one complete IT system after the status change?
5. Have the security mechanisms implemented within the initial stages of the Project implementation identified any attacks on ICT and SCADA systems?

R-3.28 IMPLEMENTATION OF IP TELEPHONY IN POWER DISPATCH CENTERS OF NOVI SAD TECHNICAL CENTER OF ELECTRIC POWER INDUSTRY OF SERBIA

Author: Andrej KRIVOŠIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade, Subsidiary Novi Sad

The paper presents the development of the telephone system with special reference to dispatch telephony in the area of EPS Technical Center Novi Sad. The state of the system before digitization, functional requirements and presentation of the current state of the system, as well as future plans for the development and improvement of the system are described in a systematic and clear manner.

Questions for discussion:

1. Since this is a large telephone network on the territory of TC Novi Sad implemented in several phases, how is the performance and appropriate status of the complete network, individual nodes as well as the components of the node itself monitored?
2. Is the functionality of QoS (Quality of Service) monitored and in what way and what are the results in the course of operation of the telephone system so far? What are the package losses?
3. Describe the proposal of the technical solution that is envisaged for the needs of the upcoming expansion of the IP telephony system to several branches in the area of TC Novi Sad?

R-3.29 MICROWAVE LINKS FOR TRANSMISSION OF SCADA SIGNALS FOR MEDIUM VOLTAGE POWER STATIONS

Authors: Predrag ŠEJAT, Sanja JOVANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije Ltd., Belgrade Serbia

The paper describes the situation before and after the modernization of the radio relay communication system on the territory of Distribution Area Belgrade, as a broadband multiservice network that should primarily satisfy several critical services. The system topology, frequency bands, link capacities and equipment used were analyzed in detail, both at the level of the framework plane and at the level of the plane of transformer stations. The experience gained on this occasion can be useful in continuing to improve the system of radio relay connections for the needs of the DSO.

Questions for discussion:

1. Is it possible and in what way is it realized that SCADA data has priority over other services in the System of radio relay links?
2. How are link statuses monitored given the large number of sections in the framework plane and the TS plane? Is there a central monitoring system?
3. In the previous operation, have the projected standards for quality and availability for both levels of radio relay levels been met and to what extent?



R-3.01

UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM ELEKTROENERGETSKIM SISTEMOM, IZAZOVI I REŠENJA

Milica POROBIĆ, Saša MANDIĆ, Dragan CVETINOV, Slobodan MILIVOJEV, Branislav BOGDANOVIĆ
"Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd

Elektrodistribucija Novi Sad je jedan od sedam Ogranaka na konzumu Distributivnog područja Novi Sad. U okviru Sektora za upravljanje distributivnim elektroenergetskim sistemom se vrši planiranje upravljanja, operativno upravljanje, nadzor i akvizicija podataka u distributivnom elektroenergetskom sistemu (DEES). U radu je prikazano nekoliko situacija koje su za posledicu imale probleme u radu DEES. Ideja autora jeste da se prikažu ove situacije, posledice takvog stanja, kao i predlozi za rešavanje istih. Kroz rad je obrađen primer kvara sa delovanjem kratkospojne zaštite na delu konzuma sa značajnim kupcem električne energije. Konzum kupca električne energije je u proseku oko 7 MW sa proizvodnim pogonom osetljivog tipa. Prikazani su podaci sa mikroprocesorske zaštite. Obraden je problem naponskih prilika, jednog dela DEES, u rekonfigurisanom režimu rada DEES, bez prekida u napajanju konzuma. Rekonfigurisan režim rada DEES je posledica planiranih radova pri istovremenom gašenju tri DV 110 kV kada dve TS 110/x kV ostaju bez 110 kV napona. Prikazan je način kojim se naponske prilike u toku radova drže u propisanim granicama, a dat je i predlog za prevazilaženje ovog problema u upravljanju DEES u rekonfigurisanom režimu rada. Prikazana je analiza kvarova na posmatranom konzumu u 2019. godini i navedeni su zaključci iste.

Ključne reči: distributivni elektroenergetski sistem, upravljanje, izazovi, rešenja

DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM, CHALLENGES AND SOLUTIONS

Electrical utility Novi Sad is one of seven branches in Distribution area of Novi Sad. In management Sector various planning, real time management, supervision and collection of data are performed. This paper deals with a few situations which consequently influenced some problems in distribution system. The kernel is the presentation of these situations, consequences and solutions.

This paper presents an example in case of phase to phase fault in MV network with remarkable consumer which uses power of 7 MW and reaction of overcurrent relay. Also, protection relay data (microprocessor relay) and voltage regulation in this part of network without power interruption are shown. Reconfiguration of this network is due to on-site maintenance which comprises switching off three 110 kV overhead lines and consequently two 110/x kV substations which are to be fed by MW network only. This paper shows voltage regulation in proper limits and suggestion about solution of this problem as well. Fault analyses of treated consumption in 2019. and conclusions are presented.

Key words: power distribution system, control, challenges, solutions



I-3.02

ANALIZA SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA U DP KRAGUJEVAC ODS EPS DISTRIBUCIJE BEOGRAD

Sladana BIOČANIN, Nataša ĆETKOVIĆ, Boban BOŠKOVIĆ, Dušan RADOVANOVIĆ
Elektrodistribucija Srbije d.o.o Beograd, Srbija

S obzirom na sve veći značaj daljinskog nadzora i upravljanja u funkcionisanju elektroenergetskog sistema i pouzdanom snabdevanju potrošača potrebna su stalna ulaganja u njegovu modernizaciju i nadogradnju. Tačan uvid u postojeće stanje kako pripremljenosti transformatorskih stanica za uvođenje u sistem, stanja opreme u transformatorskim stanicama kojima se već upravlja, tako i telekomunikacionih puteva daje polaznu osnovu za dalje aktivnosti. U radu je dat pregled svih transformatorskih stanica naponskog nivoa 110/x/x kV i 35/x kV na području DP Kragujevac EPS Distribucije Beograd i njihova klasifikacija prema stepenu automatizacije. Opisani su postojeći telekomunikacioni putevi između transformatorskih stanica i centara upravljanja. Dat je pregled radova na zameni i modernizaciji daljinskih stanica i uspostavljanju novih telekomunikacionih puteva u poslednje dve godine, sa osvrtom na prvi put kod nas primenjenu tehniku postavljanja ADSS kabla po dalekovodnim stubovima. U radu je dat pregled potrebnih radova u narednom periodu radi zaokruživanja procesa automatizacije celokupnog sistema.

Ključne reči: transformatorska stanica, sistem daljinskog upravljanja, telekomunikacioni sistem, mikroprocesorska zaštita, optički kabl

ANALYZSIS OF REMOTE CONTROL IN KRAGUJEVAC BRANCH ODS EPS DISTRIBUTION BELGRADE

Given the growing importance of remote monitoring and control in the operation of the electricity system and reliable supply of consumers requires constant investments in the modernization and upgrading. The exact insight into the current state of preparedness to substations for the introduction of the system, the status of the equipment in substations that are already managed and telecommunication pathways provides a starting point for further action.

The paper gives an overview of all voltage levels substation 110/x/x kV and 35/x kV in the area of Kragujevac branch of Belgrade EPS Distributions and their classification according to the degree of automation. Described the existing telecommunication paths between substations and control centers. Provides an overview of the works on the replacement and modernization of the remote stations and the establishment of new telecommunication roads in the past two years, with reference the first time in our applied technology ADSS cable installation after power line poles. The paper gives an overview of works required in the coming period in order to complete the entire process automation system.

Keywords: substation, remote control system, telecommunication system, microprocessor protection, fiber-optic cable.



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 09 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



I-3.03

PROCEDURA – UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM SISTEMOM KAO POJAČANA SIGURNOST I BEZBEDNOST RADA DISPEČERSKIH CENTARA U SRBIJI

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

Tokom 2018. godine ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd doneo je novu Proceduru – Upravljanje distributivnim sistemom (PR-UPR-12) u okviru ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd. Procedura je prilagođena sistematizaciji radnih mesta i podrazumeva novu strukturu IMS dokumenata u funkciji „Upravljanje DEES“.

Sa novim uputstvima i novom dokumentacijom za izvođenje radova preciznije su definisani poslovi dispečerskih centara pa su time pojačani sigurnost i bezbednost rada dispečerskih centara u Srbiji.

U ovom radu je prikazan osnovni koncept Procedure PR-UPR-12. Nova Uputstva koja su definisana, a nisu postojala ranije. Sprovedeno je upoređivanje rada dispečerskih centara ranije i sada i kako su nova uputstva uticala na pojačanu sigurnost i bezbednost rada DC (manipulacije, izdavanje dokumenta za izvođenje radova-dozvole, podnošenje zahteva...).

Ključne reči: Procedura (PR-UPR-12), Uputstva, rad dispečerskih centara, manipulacije.

PROCEDURE - DISTRIBUTION SYSTEM MANAGEMENT AS INCREASED SAFETY AND SAFETY OPERATION OF DISPATCH CENTERS IN SERBIA

In 2018, ODS "EPS Distribution" doo Belgrade adopted a new Procedure - Distribution System Management (PR-UPR-12) was adopted within ODS "EPS Distribution" doo Belgrade. The procedure is adapted to job classification, and involves a new structure of IMS documents in the function "Management of the Power Distribution System".

With the new instructions and new documentation for the execution of works, the operations of dispatch centers were more precisely defined, which in turn increased the safety and security of the work of dispatch centers in Serbia.

The basic concept of Procedure PR-UPR-12 is presented in this paper. New Instructions that have been defined but have not existed before. A comparison was made of the operation of dispatch centers earlier and now and how the new instructions have influenced the increased safety and security of DC operations (manipulation, issuance of work permits, filing ...).

Keywords: Procedure (PR-UPR-12), Instructions, operation of dispatch centers, manipulation.



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 09 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-3.04

KORIŠĆENJE NAPREDNE MJERNE INFRASTRUKTURE ZA EFIKASNJI MONITORING TOKOVA SNAGA U RADIJALNIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Lazar ŠČEKIĆ, Zoran MILJANIĆ
Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora

Monitoring tokova snaga je najefektniji način za praćenje naponskih prilika i raspodjele gubitaka po elementima elektrodistributivne mreže. Poznavanje tokova snaga i naponskih prilika po elementima mreže omogućava jednostavnu analizu pogonskih prilika u mreži tj. kvaliteta njene eksploatacije. Osnovni predušlovi za kvalitetan monitoring tokova snaga su pouzdani podaci o mreži i mjerenjima, kao i efikasna metoda za proračun tokova snaga. Pouzdanost informacija o mreži (konfiguracija i parametri mrežnih elemenata) se obično smatra visokom, jer se uglavnom radi o statičkim podacima. Iako bi bilo najjednostavnije, praćenje tokova snaga isključivo putem mjerenja nije ekonomski prihvatljivo usljed brojnosti elemenata elektrodistributivne mreže koje je potrebno obuhvatiti potrebnim mjerenjima. Dakle, veoma je važno odabrati efikasnu metodu za proračun tokova snaga kako

bi čitav postupak imao željene performanse. U literaturi je na raspolaganju veći broj metoda za proračun tokova snaga, i uglavnom se iterativne metode izdvajaju po primjenljivosti. Kada je primjena u elektrodistributivnim mrežama u pitanju, od interesa su samo metode sa pouzdanom konvergencijom i malim zahtjevima za procesorskom snagom i memorijom računskog sredstva. U ovom radu je posebna pažnja posvećena primjenljivosti *DistFlow* metoda za proračun tokova snaga sa isticanjem njegovih prednosti i ograničenja. Ovaj metod zbog svoje jednostavnosti i niskog zahtjeva za mjernim podacima ima široku primjenu i u brojnim optimizacionim analizama elektrodistributivnih mreža. Takođe, u cilju unaprjeđenja efikasnosti proračuna tokova snaga korišćenjem pomenute metode, a time i određivanja naponskih prilika i alokacije gubitaka u radijalnoj distributivnoj mreži, u radu su analizirane mogućnosti korišćenja strateškog raspoređivanja minimalnog broja dodatnih mjernih uređaja u složenoj elektrodistributivnoj mreži. Primjena metode i njenih unaprjeđenja je demonstrirana na tipskim i praktičnim konfiguracijama elektrodistributivnih mreža. Ovako formulisana metoda predstavlja efekatan alat za savremene sisteme za monitoring rada elektrodistributivne mreže bilo kao osnovna opcija u slučaju nedostatka potrebnih mjerenja, bilo kao alat za procjenu nedostajućih/nedostupnih mjernih podataka.

Ključne riječi: tokovi snaga, DistFlow, mjerna infrastruktura

APPLICATION OF ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE FOR EFFICIENT POWER FLOW MONITORING IN RADIAL DISTRIBUTION GRIDS

Power flow monitoring is the most effective way to monitor voltage levels and power losses across the distribution grid. Known data on power flows and voltage levels across the distribution grid makes it easy to analyze the quality of its operation. The key prerequisites for effective power flow monitoring are reliable grid and measurement data, and above all an effective method for power flow calculation. The configuration and parameters of grid components mostly represent static data, so they are assumed to be well defined. On the other hand, although the simplest, power flow monitoring solely through measurements is not economically acceptable due to abundance of elements in the distribution grid which should be covered by the necessary measurements. Therefore, having limited measurement data, it is necessary to choose an effective method for power flow calculation in order for the whole process to meet the desired performances. While a number of methods for power flow calculation are available in literature, most widespread methods are iterative methods. When it comes down to distribution grids, only methods with reliable convergence and low memory and processing power requirements are of interest. In this paper, particular attention is given to the applicability of *DistFlow* method for power flow calculation, highlighting its advantages and limitations. Due to its simplicity and low metering requirements, this method is widely used in numerous optimization problems concerning the distribution grid. The application of the method and its improvements is demonstrated on typical and practical configurations of power distribution grids. This method is proven to be an effective monitoring tool for modern power systems, either as a basic option in case of lack of required measurements, or as a tool for estimation of missing/unavailable metrics.

Key words: power flow, DistFlow, metering infrastructure



R-3.05

MODELI PRILAGOĐENJA RADA KLASIČNE REGULACIJE NAPONA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA

Zoran SIMENDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija
Goran ŠVENDA, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Srbija
Jaroslav ČINČURAK, Dragan JOKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

Klasična regulacije napona (KRN) u radijalnim distributivnim mrežama (DM) zasniva se na regulacionim transformatorima s regulacijom napona pod opterećenjem (Tr). KRN se realizuju na osnovu automatskog regulatora napona (ARN), koji ima unapred definisanu karakteristiku zakona regulacije, i izmerenih vrednosti modula napona i struje na sekundaru Tr. Jedan od osnovnih preduslova za korektan rad KRN je da je distributivna mreža (DM) pasivna, odnosno da je smer tokova aktivne snage isključivo od korena (DM) prema njenim potrošačima. U skladu sa tim, opterećenje izmereno na sekundaru Tr jednako je ukupnom opterećenju DM. Ugradnjom distribuiranih izvora električne energije u DM, pre svega ugradnjom distribuiranih generatora (DG), DM postaje aktivna i prethodno navedeni preduslovi za korektan rad KRN su narušeni.

U ovom radu je ponuđeno više različitih modela prilagođenja rada KRN u DM sa DG. Prilikom formiranja tih modela, osnovni cilj je bio da se sa minimalnim ulaganjima u raspoloživu opremu i infrastrukturu omogući da se regulacija napona nastavi sa postojećom KRN, bez obzira da li su u trenutku izbora optimalnih vrednosti napona DG aktivni (i koliko), ili su isključeni. Ponuđena rešenja se zasnivaju na proceni ukupnog opterećenja DM, bez uticaja DG. Na taj način su izbegnute u literaturi ponuđeni komplikovani i za praktičnu primenu skupi modeli, koje zahtevaju nadogradnju postojeće DM u smislu proširenja njene komunikacione infrastrukture, instalacije novih mernih

i kontrolnih uređaja, naprednih softverskih sistema, itd.

Praktična verifikacija modela prilagođene KRN i analiza mogućnosti njihove primene, izvršena je u realnoj DM koja pripada Ogranku Sombor – transformatorska stanica Kula, 110/20 kV/kV, sa više od 9.000 potrošača i tri vetrogeneratora ukupne instalisane snage 9.9 MVA. Rezultati te primene su prikazani u pridruženom radu [1].

Ključne reči: distributivna mreža, distributivni generatori, regulacioni transformator sa regulacijom pod opterećenjem, automatski regulator napona, klasična regulacija napona.

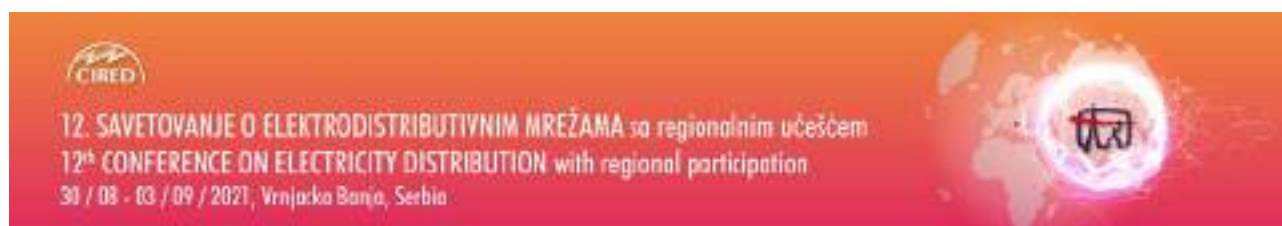
MODELS OF ADAPTING WORK OF CLASSICAL VOLTAGE REGULATION IN DISTRIBUTION NETWORK WITH DISTRIBUTED GENERATORS

Classical voltage control (CVC) in radial distribution networks (DN) based on control On-Load Tap-Changing Transformer (CTr) with the possibility of changes in the value of the tap under load. These changes are being implemented on the basis of the automatic voltage regulator (AVR), which has a predefined characteristic of laws regulating and measuring modulus values of voltage and current on the secondary CTr. One of the main prerequisites for correct operation CVC that the distribution network (DN) passive. In passive DN direction of active power flow is exclusively from the root DN towards its consumers. Accordingly, the load measured at the secondary CTr is equal to the total load DN. The installation of distributed energy sources in DN, notably the installation of a distributed generator (DG), DN will become active and the above-mentioned conditions for the correct operation CVC are disturbed.

The paper offered various possibilities for adaptation in labor CVC DN with DG. The aim of the adjustment is that with minimal investment in equipment and infrastructure available to enable the CVC set with quality control voltages regardless of whether they are in the moment selection of optimal values of voltage DG active (and how) or are disabled. The proposed solutions are based on an estimate of the total burden of DN, without affecting DG. In this way, they avoided the literature offered complicated for practical use costly methods that require upgrading DN in terms of expansion of communication infrastructure, installation of new measuring and controlling devices, etc.

Practical verification of operation adapted CVC and analysis possibilities of its application was carried out in the real DN which belongs to that branch Sombor – the supply substation Kula 110/20 kV/kV, with more than 9.000 consumers and three wind turbines. The results of this application are presented in the associated paper [1].

Key words: distribution network, distribution generator, on-load tap-changing transformer, automatic voltage regulator, classic voltage control.



R-3.06

VERIFIKACIJA MODELA PRILAGOĐENJA RADA KLASIČNE REGULACIJE NAPONA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA

Zoran SIMENDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija
Goran ŠVENDA, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Srbija
Predrag BAJČETIĆ, Aleksandar STOLIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

Osnovi cilj regulacije napona (RN) jeste da u svim režimima, za sve čvorove nadzirane mreže, obezbedi napone čije su vrednosti u tehnički propisanim granicama. Uobičajeno, u distributivnim mrežama (DM), jedini uređaj na osnovu kojeg RN može da se realizuje u realnom vremenu, jeste regulacioni transformator sa regulacijom pod opterećenjem (Tr) obezbeđen sa automatskim regulatorom napona (ARN). Praktično takva klasična RN (KRN) se zasniva na unapred definisanom zakonu regulacije napona, s kojim je podešen ARN, i aktuelnom odnosu vrednosti modula napona i struje koje su izmerene na strani sekundara Tr. Jedan od osnovnih preduslova za korektan rad takve RN jeste da je DM pasivna, odnosno da je smer tokova aktivne snage od korena DM ka njenim potrošačima. Ugradnjom distribuiranih generatora (DG) današnje DM postaju aktivne. Posledica je da merenjem samo modula struje na strani sekundara Tr nije moguće kvalitetno proceniti vrednost opterećenja DM, a samim tim ni optimalnu vrednost napona na sekundaru Tr. U skladu sa tim, KRN mora da se promeni, odnosno prilagodi novonastaloj situaciji. U tu svrhu, u pridruženom radu [1] su prikazana tri jednostavna i efikasna modela za RN aktivnih DM u realnom vremenu. Praktična verifikacija tri modela prilagođene KRN i analiza mogućnosti njene primene izvršena je u realnom vremenu, u realnoj DM koja pripada Ogranku Sombor – transformatorska stanica (TS) Kula 110/21 kV/kV, sa više od 9.000 potrošača i tri vetrogeneratora ukupne nominalne snage 9.9 MVA. Rezultati te verifikacije prikazani su u ovom radu.

Ključne reči: distributivna mreža, distributivni generatori, regulacioni transformator sa regulacijom pod opterećenjem, automatski regulator napona, klasična regulacija napona.

VERIFICATION OF OPERATING MODELS OF CLASSICAL VOLTAGE REGULATION IN DISTRIBUTION NETWORK WITH DISTRIBUTED GENERATORS

The underlying idea of voltage control (VC) is that in all modes, for all nodes monitored network, provide voltages whose values are in a technically prescribed limits. Typically, the distribution networks (DN), the only device on the basis of which can be implemented in real-time VC, is the under load tap-changing transformer (Tr) provided with automatic voltage regulators (AVR). Such a classic VC (CVC) is based on the predefined voltage control law of the AVR and actual ratio of the voltage and current moduli measured on the Tr secondary side. One of the basic requirements for correct operation of such a VC is that DN passive, and that the direction of active power flow from the root DN to its customers. Incorporating distribution generator (DG) today DN become active. The result is that only measuring module on the secondary side of the Tr is not possible to estimate the value of DN load, and therefore not the optimal value of the voltage on the secondary Tr. So, CVC has to change, or adapt to the new situation. To this end, this paper presents a simple, efficient and cheap models VC active DN in real time. The model is based on an estimate of DN load without affecting DG.

Practical verification of three models adapted to the CVC and analysis possibilities of its application was carried out in the real DN in real time, and which belong to that branch Sombor - substation Kula 110/21 kV/kV, with more than 9,000 customers and three wind turbines.

Key words: Distribution Network, distribution generator, on-load tap-changing transformer, automatic voltage regulator, classic Voltage Control.



R-3.07

POVEZIVANJE I VIZUALIZACIJA REGISTRA PREKIDA I GIS-A

Vladimir STOJČIĆ, Valentina BOŠKOVIĆ-BOGUNOVIĆ, Danica LALEVIĆ-MILISAVLJEVIĆ
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

U radu je prikazana i opisana realizacija povezivanja i integracije registra planiranih i neplaniranih prekida – OMS informacionog sistema sa GIS-om. U radu je obrađen aspekt registrovanja prekida u SCADA sistemu, način arhiviranja podataka. Sa druge strane opisano je kreiranje servisa koji podatke iz SCADA arhive pakuju i isporučuju kao poruke GIS sistemu. SA GIS strane opisana je izrada posebnih modula za prikaz i vizualizaciju prekida, njihovo lokalizovanje i određivanje koordinata i pridodati atributi. Posebno je opisana komunikacija sa korisnicima putem WEB GIS rešenja i komunikacija sa ekipama na terenu koje se navode na lokaciju prekida. Svi prekidi se prate po vremenu trajanja, prioritetu i veličini obuhvaćenog konzumnog područja. Obradeni su i načini izveštavanja zainteresovanih korisnika i menadžmenta o prekidima. Opisane su platforme u kojima je kreirano rešenje sa strane SCADE, OMS-a, servisa i GIS-a. Posebno je obrađen aspekt korišćenja GIS tehnologija za formiranje SMART GRID-a i u upravljanju podacima u formiranoj mreži.

Ključne reči: gis, oms, smart grid, scada

INTEGRATION AND VISUALISATION THE OUTAGES REGISTER IN GIS

The Article presents and describes the implementation of linking and integration of the register of planned and unplanned outages - OMS information system with GIS. This paper deals with the aspect of registration outages in the SCADA system and the way of archiving data. On the other hand, it describes the creation of a service that packs and delivers data from the SCADA archive as messages to the GIS system. The GIS side describes the development of special modules for displaying and visualizing outages, localizing them and determining coordinates, and adding attributes. In particular, the communication with users are describes via WEB GIS solutions and the communication with the field teams that are referred to the outage location are described. All outages are monitored by duration, priority and size of the consumed area covered. Ways of reporting outages to interested users and management are also addressed. The platforms where the solution was created by SCADE, OMS, services and GIS are described. Specially are described the aspect of using GIS technologies for the formation of SMART GRID and in the management of data in the formed network.

Keywords: gis, oms, smart grid, scada



VERIFIKACIJA MODELA PRILAGOĐENJA RADA KLASIČNE REGULACIJE NAPONA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA DISTRIBUIRANIM GENERATORIMA

Zoran SIMENDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija
Goran ŠVENDA, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Srbija
Predrag BAJČETIĆ, Aleksandar STOLIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

Osnovi cilj regulacije napona (RN) jeste da u svim režimima, za sve čvorove nadzirane mreže, obezbedi napone čije su vrednosti u tehnički propisanim granicama. Uobičajeno, u distributivnim mrežama (DM), jedini uređaj na osnovu kojeg RN može da se realizuje u realnom vremenu, jeste regulacioni transformator sa regulacijom pod opterećenjem (Tr) obezbeđen sa automatskim regulatorom napona (ARN). Praktično takva klasična RN (KRN) se zasniva na unapred definisanom zakonu regulacije napona, s kojim je podešen ARN, i aktuelnom odnosu vrednosti modula napona i struje koje su izmerene na strani sekundara Tr. Jedan od osnovnih preduslova za korektan rad takve RN jeste da je DM pasivna, odnosno da je smer tokova aktivne snage od korena DM ka njenim potrošačima. Ugradnjom distribuiranih generatora (DG) današnje DM postaju aktivne. Posledica je da merenjem samo modula struje na strani sekundara Tr nije moguće kvalitetno proceniti vrednost opterećenja DM, a samim tim ni optimalnu vrednost napona na sekundaru Tr. U skladu sa tim, KRN mora da se promeni, odnosno prilagodi novonastaloj situaciji. U tu svrhu, u pridruženom radu [1] su prikazana tri jednostavna i efikasna modela za RN aktivnih DM u realnom vremenu. Praktična verifikacija tri modela prilagođene KRN i analiza mogućnosti njene primene izvršena je u realnom vremenu, u realnoj DM koja pripada Ogranku Sombor – transformatorska stanica (TS) Kula 110/21 kV/kV, sa više od 9.000 potrošača i tri vetrogeneratora ukupne nominalne snage 9.9 MVA. Rezultati te verifikacije prikazani su u ovom radu.

Ključne reči: distributivna mreža, distributivni generatori, regulacioni transformator sa regulacijom pod opterećenjem, automatski regulator napona, klasična regulacija napona.

VERIFICATION OF OPERATING MODELS OF CLASSICAL VOLTAGE REGULATION IN DISTRIBUTION NETWORK WITH DISTRIBUTED GENERATORS

The underlying idea of voltage control (VC) is that in all modes, for all nodes monitored network, provide voltages whose values are in a technically prescribed limits. Typically, the distribution networks (DN), the only device on the basis of which can be implemented in real-time VC, is the under load tap-changing transformer (Tr) provided with automatic voltage regulators (AVR). Such a classic VC (CVC) is based on the predefined voltage control law of the AVR and actual ratio of the voltage and current moduli measured on the Tr secondary side. One of the basic requirements for correct operation of such a VC is that DN passive, and that the direction of active power flow from the root DN to its customers. Incorporating distribution generator (DG) today DN become active. The result is that only measuring module on the secondary side of the Tr is not possible to estimate the value of DN load, and therefore not the optimal value of the voltage on the secondary Tr. So, CVC has to change, or adapt to the new situation. To this end, this paper presents a simple, efficient and cheap models VC active DN in real time. The model is based on an estimate of DN load without affecting DG.

Practical verification of three models adapted to the CVC and analysis possibilities of its application was carried out in the real DN in real time, and which belong to that branch Sombor - substation Kula 110/21 kV/kV, with more than 9,000 customers and three wind turbines.

Key words: Distribution Network, distribution generator, on-load tap-changing transformer, automatic voltage regulator, classic Voltage Control.



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjačka Banja, Serbia



R-3.09

STANDARDI ZA INTERFEJSE ZA UPRAVLJANJE DISTRIBUCIJOM

Zdravko RISTIĆ, Ivan JAGODIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija
Vladimir POLUŽANSKI, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija
Snežana LILIĆ, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, Srbija
Mihajlo RISTIĆ, Q-Total, Beograd, Srbija

U radu su izloženi novi standardi serije IEC 61968 za sistemske interfejse za upravljanje distributivnim sistemom (DS). Dati su standardi za arhitekturu interfejsa i zahteve, za upravljanje zapisima i resursima, proširenje zajedničkog informacionog modela (CIM) za potrebe DS i model formata za razmenu za DS na osnovu CIM modela. Prikazan je Referentni model interfejsa IEC 61968-1, model Ilustracija tokova poruka povezanih sa aktivom, Analitički model za procenu životnog veka i rizika resursa i model Common Distribution Power System Model Profiles. Data su i neka pravila dobre prakse za ove projekte u DS.

Ključne reči: standardi, distributivni sistem, sistemski interfejsi, upravljanje, dobra praksa.

STANDARDS FOR DISTRIBUTION MANAGEMENT INTERFACES

The paper presents new IEC 61968 series standards for system interfaces for distribution system (DS) management. Standards for interface architecture and requirements, for records and resource management, common information model (CIM) extension for DS, and exchange format model for DS based on CIM model are given. The IEC 61968-1 Interface Reference Model, the Asset-Related Message Flow Model, the Analytical Model for Assessing Life and Resource Risk, and the Common Distribution Power System Model Profiles are presented. Some rules of good practice for these projects in DS are also given.

Keywords: standards, distribution system, system interfaces, management, good practice.



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjačka Banja, Serbia



R-3.10

FUNKCIJE PRAĆENJA STANJA SN PREKIDAČA U OKVIRU TRANSFORMATORSKIH STANICA VN/SN SA INTEGRISANIM SISTEMOM ZAŠTITE I UPRAVLJANJA

Aleksandar MARJANOVIĆ, Sunčica CVETKOVIĆ, "Siemens" d.o.o. Beograd, Republika Srbija
Ratko VLADETIĆ, Marko ĆOSIĆ, Božidar ĆIRIĆ, Dušan VUKOTIĆ, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd, Republika Srbija
Vladan CVETKOVIĆ, Vladan GRUJIĆ, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o. Beograd, Republika Srbija

Funkcionisanje elektrodistributivnih mreža podrazumeva visoku pouzdanost i dostupnost svih elemenata koji čine elektrodistributivnu mrežu uz postizanje maksimalne efikasnosti u radu, pri čemu se glavni akcenat stavlja na praćenje održavanja komponenti sistema. Prilikom dosadašnje realizacije integrisanih sistema zaštite i upravljanja u transformatorskim stanicama VN/SN i SN/SN, koji se baziraju na standardu IEC 61850, nedovoljno pažnje je usmereno na implementaciji standardnih funkcija u okviru mikroprocesorskih zaštitno-upravljačkih uređaja (MPCU) pomoću kojih je moguće vršiti stalni nadzor nad stanjem prekidača u okviru transformatorskih stanica. Budući da MPCU uređaji poseduju skup predefinisanih standardnih funkcija nadzora stanja prekidača u cilju njegovog preventivnog održavanja, od kojih je u realnom vremenu moguće aktivirati samo jednu od njih, otvara se široko polje analize primene raspoloživih funkcija nadzora u praksi.

U radu je predstavljen skup raspoloživih funkcija za praćenje stanja prekidača, pri čemu su se autori opredelili za primenu samo jedne od njih u okviru jednog integrisanih sistema zaštite i upravljanja nad transformatorskom stanicom VN/SN koji je baziran na primeni standarda IEC 61850. Primena odabrane funkcije nadzora rada prekidača u okviru MPCU uređaja zahtevala je izmenu konfiguracije MPCU uređaja, ali i ostalih komponenti integrisanog sistema, a u cilju da se za sada obezbedi efikasno praćenje stanja

SN prekidača samo na nivou transformatorske stanice sa perspektivom da se podaci putem planiranog "cloud" rešenje omoguće za potrebe analize i na nivo nadređenog centra upravljanja. Jedan od glavnih zadataka koji je postavljen pred novom funkcionalnošću integrisanog sistema zaštite i upravljanja je da omogući plansko održavanje sredjenaponskih prekidača kontualnim praćenjem parametara njihovog rada, kao i evaluaciju njihovog stanja a u cilju preduzimanja korektivnih akcija. U radu je dat detaljan prikaz arhitekture realizovanog sistema, kao i postupak promene konfiguracionih parametara u cilju aktiviranja funkcija nadzora nad radom prekidača. Takođe, opisane su i ostale raspoložive metode za evaluaciju radnih stanja prekidača, pri čemu su na kraju date smernica za dalji razvoj prikazanog rešenja za potrebe preventivnog održavanja SN prekidača.

Ključne reči – IEC 61850, srednje-naponski prekidači, automatizacija distributivnih mreza, monitoring stanja prekidača.

FUNCTIONS OF STATE MONITORING MV CIRCUIT BREAKERS WITHIN PRIMARY STATION HV/MV BASED ON INTEGRATED SYSTEM OF PROTECTION AND CONTROL

Normal operation of electrical distribution networks requires high reliability and availability of all of its elements while acquiring the highest working efficiency which puts the accent on the maintenance of system components. During the implementation of integrated protection and control systems in HV/MV and MV/MV substations, based on IEC 61850 standard, not much attention is given to the activation of functions in intelligent electronic devices (IED) which can be used to constantly monitor the state of the circuit breakers. Having in mind that IED devices already contain a set of predefined monitoring functions which can be used to the monitor circuit breakers for conditional maintenance, there are many opportunities for analysis of their application.

This paper contains an overview of available functions for monitoring the state of a circuit breaker, while authors decided to use only one of them implemented in integrated protection and control for HV/MV substation based on standard IEC 61850. Application of selected monitoring function for circuit breaker operation required configuration changes not only in IED but also in other system components with a goal to efficiently collect the data on not only on substation level but to use cloud platform to enable analytics on higher, system control levels. One of the main tasks for the new functionality of the integrated protection and control system is to enable planned monitoring of circuit breakers with continual monitoring of working parameters and evaluation of its state. Paper also gives a detailed overview of a system architecture that is to be used including the configuration changes that had to be made and guidelines for further development of condition based maintenance solutions for MV circuit breaker.

Key words – IEC 61850, MV circuit breaker, distribution automation, CB conditional monitoring.



R-3.11

ZAMENA MALOULJNIH PREKIDAČA 110 KV, 35 KV I 10 KV VAKUUMSKIM U TS 110/X I 35/10 KV/KV I ODRŽAVANJE NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD

Vladimir STANOJEVIĆ, Svetlana MEDO
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

U radu je opisan način rekonstrukcije transformatorskih stanica 110/x i 35/10 kV/kV na distributivnom području Beograd, sa aspekta zamene visokonaponskih i sredjenaponskih prekidača. Na osnovu pregleda dokumenata vezanih za održavanje transformatorskih stanica, vrši se godišnja analiza i izrađuje plan investicija i plan investicionog održavanja transformatorskih stanica. Zbog eksploatacionog stanja opreme, u određenim transformatorskim stanicama se pristupilo zameni 10 kV, 35 kV i 110 kV malouljnih prekidača vakuumskim, čime je znatno olakšano njihovo održavanje. Veliki broj malouljnih prekidača koji su u upotrebi u dužem vremenskom periodu bliži se kraju eksploatacionog veka. Kako se prekidači ovih tipova više ne proizvode, dodatni problem stvara nedostatak rezervnih delova neophodnih za popravku prekidača. Prelaskom na vakuumske prekidače teži se ka tome da se briga o prekidaču svede na minimum, jer u svom životnom veku prekidač je deklarisan bez potrebe za intervencijom. U radu je dat zbirni pregled prekidača 110 kV, 35 kV i 10 kV u transformatorskim stanicama 110/x i 35/10 kV na distributivnom području Beograd, pregled zastupljenosti određenog tipa prekidača i podataka o zamenjenim prekidačima. U poslednjih 14 godina su malouljni prekidači zamenjeni vakuumskim u ukupnom broju od 821 prekidača 10 kV i 263 prekidača 35 kV. Služba za pripremu i nadzor održavanja na osnovu svih relevantnih dokumenata i događaja usaglašava planove održavanja sa drugim organizacionim celinama unutar privrednog društva i izrađuje planove sledećih aktivnosti na zameni prekidača, gde je za 2020.godinu planirana zamena 10 kV, 35 kV i 110 kV prekidača u četiri transformatorske stanice 35/10 kV/kV i tri stanice 110/x kV/kV.

Ključne reči: transformatorska stanica, održavanje, malouljni prekidač, vakuumski prekidač

REPLACEMENT OF 110 KV, 35 KV AND 10 KV MINIMUM OIL CIRCUIT BREAKERS WITH VACUUM CIRCUIT BREAKERS IN TRANSFORMER SUBSTATIONS 110/X AND 35/10 KV/KV IN BELGRADE POWER DISTRIBUTION AREA

The paper describes methods of reconstruction of 110 / x and 35/10 kV / kV transformer substations in the Belgrade distribution area, from the aspect of replacement of high voltage and medium voltage switches. Based on the review of documents related to the maintenance of transformer substations, an annual analysis is made and an investment plan and investment maintenance plan of the transformer stations is made.

Due to the exploitation condition of the equipment, replacement of 10 kV, 35 kV and 110 kV minimum oil switches was made with vacuum switches in certain transformer stations, which made their maintenance much easier. A large number of minimum oil switches that have been in use for an extended period of time are nearing the end of their service life. As switches of these types are no longer manufactured, the additional problem creates the lack of spare parts necessary to repair the switches.

Switching to vacuum switches tends to minimize the care of the switch because in its lifetime the switch is declared without the need for intervention.

The paper gives a summary overview of 110 kV, 35 kV and 10 kV switches in 110 / x and 35/10 kV transformer substations in the Belgrade distribution area, an overview of the representation of a certain type of switches and information about switches replaced. In the last 14 years, minimum oil switches have been replaced by vacuum ones, totaling 821 10kV switches and 263 35kV switches.

The Department of maintenance and supervision in ODS EPS distribution Belgrade, based on all relevant documents and events, coordinates the maintenance plans with other organizational units within the company and prepares plans for the next switch replacement activities, where the replacement of 10 kV, 35 kV and 110 kV switches in 2020 is planned in four 35/10 kV / kV transformer substations and three 110 / x kV / kV substations.

Key words: transformer substation, maintenance, minimum oil switch, vacuum switch



R-3.12

ANALIZA NEUOBIČAJENIH KVAROVA U TS 110/X KV I PREDLOZI MERA ZA NJIHOVU PREVENCIJU

Vidoje MIJATOVIĆ, Dario ĐANIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o. Beograd, Ogranak ED Sombor, Srbija

U toku eksploatacije transformatorskih stanica 110/X kV na području Elektrodistribucije Sombor dešavali su se, pored uobičajenih, i nekoliko neuobičajenih pogonskih događaja. Pri ovim ispadima bi na duže vreme ostajao bez napajanja, polovina ili ceo konzum te transformatorske stanice. Analiza ovih događaja najčešće nije bila najjednostavnija, ili je za uočavanje sistematske greške bilo potrebno duže praćenje. Stoga smo osetili potrebu da podelimo svoja iskustva i zapažanja, kao i da predložimo načine na koji ovakvi događaji mogu da se preduprede ili rano detektuju. Tu je, pre svega, analiza ispada oba energetska transformatora usled kvara na komori prekidača snage spojnog polja 20 kV, zatim problemi sa prolaznim izolatorima od epoksida, u TS 110/20 kV, koji su montirani između ćelija 20 kV i, na posletku, analiza kvarova koji nastaju između zone šticećenja diferencijalne zaštite transformatora i prekidača snage transformatorskog polja 20 kV uz predlog podešenja sabirničke zaštite na strani 20 kV. U ovom radu su date detaljne analize pogonskih događaja sa fotografijama, objašnjenjima i predlozima kako, ubuduće, te kvarove sprečiti.

Ključne reči: prolazni izolator, ispad, sabirnička zaštita.

ANALYSIS OF UNUSUAL FAULTS IN TS 110/X KV AND SUGGESTIONS FOR MEASURES FOR THEIR PREVENTION

During the exploitation of 110/X kV transformer stations in Sombor Electricity Distribution, there were, besides the usual, few unusual fault events. The number of electricity purchasers who remained without supply for long periods of time was, most often, all consumers of this transformer station, or half of them. The analysis of these events was usually complex, or longer monitoring was required to detect systematic errors. Therefore, we felt the need to share our experiences and observations, as well as to suggest ways in which such events could be prevented or detected early. There is, first of all, an analysis of the tripping of both power transformers due to a failure on the 20 kV circuit breaker which connects transformers at the 20 kV side, then problems with the failure of the bushing insulators made of epoxy, in the TS 110/20 kV, which are mounted between the 20 kV cells and, finally, analysis of the faults between the zone protected by transformer differential protection and the 20 kV transformer circuit breaker with suggested settings of 20 kV bus bars protection. This paper provides a detailed analysis of fault events with photos, explanations and suggestions on how to prevent these events in the future.

Key words: bushing insulator, tripping, bus bars protection



R-3.13

УНАПРЕЂЕЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ СА СИСТЕМОМ ЗА МОНИТОРИНГ

Милица ТАУШАНОВИЋ, Немања Д. СТАНОЈЕВИЋ
Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд, Република Србија

Приликом извођења радова унутар трансформаторских станица примећено је да запослени у неким случајевима занемарују мере опреза и често себе и енергетски објекат доводе у кризну ситуацију. Због тога овим радом се анализирају безбедносне зоне и кретање запослених унутар ЕЕО.

Такође, сагледаћемо унапређење инфраструктуре која нам омогућава смањење ризика од настанка повреда приликом обављања такозваних „неелектричних“ послова, као што су мерење нивоа уља у уљним јамама и осталих сличних радова (ручно копање, обележавање простора и мерења терена) унутар ЕЕО.

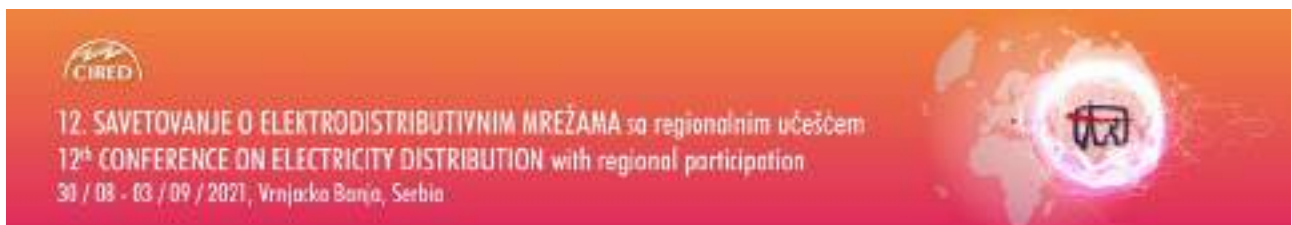
Кључне речи: трансформаторска станица, безбедносне зоне, уљне јаме

IMPROVING SECURITY WITH SYSTEM FOR MONITORING

During work inside transformer substations, it has been noticed that employees in some cases neglect safety precautions and often put themselves and the electric-power facilities in crisis situation. Because of that this paper analyses safety zones and the movements of employees within electric-power facilities.

Also, we will perceive the improvement of the infrastructure that allows us to reduce the risks of new injuries during the performing so-called "non-electrical" works, such as measuring oil levels in oil pits and other similar works (digging, marking the space and measuring the terrain) within electric-power facilities.

Key words: transformer substation, safety zones, oil pits



R-3.14

ZNAČAJ PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA IZVORA BESPREKIDNOG NAPAJANJA U TRANSFORMATORSKIM STANICAMA VN(SN)/SN

Miroslav DOČIĆ, Nikola CVETANOVIĆ, Aleksandar ANĐELKOVIĆ
Elektrodistribucija Srbije, Ogranak Leskovac, Srbija

Izvor besprekidnog napajanja predstavlja jedan od najznačajnijih elemenata u sistemu jednosmernog razvoda u transformatorskim stanicama (TS) VN(SN)/SN. Njegovo preventivno održavanje je od velike važnosti za pravilan rad TS kako u normalnim tako i u havarijskim pogonskim uslovima. Nepravilan i nepouzdan rad izvora besprekidnog napajanja može dovesti do oštećenja vitalnih delova postrojenja što u konačnom može uzrokovati duži prekid u snabdevanju kupaca električnom energijom, havarije i uništenja opreme u TS.

U radu su prikazani rezultati preventivnog održavanja akumulatorskih baterija u TS 110/X kV i TS 35/10 kV na teritoriji ED Leskovac. Najpre je dat kratak pregled aktuelnih standarda koji razmatraju problematiku održavanja akumulatorskih baterija u elektroenergetskim postrojenjima. Na osnovu obavljenih periodičnih pregleda, kontrolnih merenja i kapacitivne probe, izvršena je analiza rada svake akumulatorske baterije ponaosob. Nakon toga, izvršena je revitalizacija svih akumulatorskih baterija sa smanjenim kapacitetom (manjim od 80%) i prikazani dobijeni rezultati. Na kraju je data analiza stanja baterije pre i posle revitalizacije.

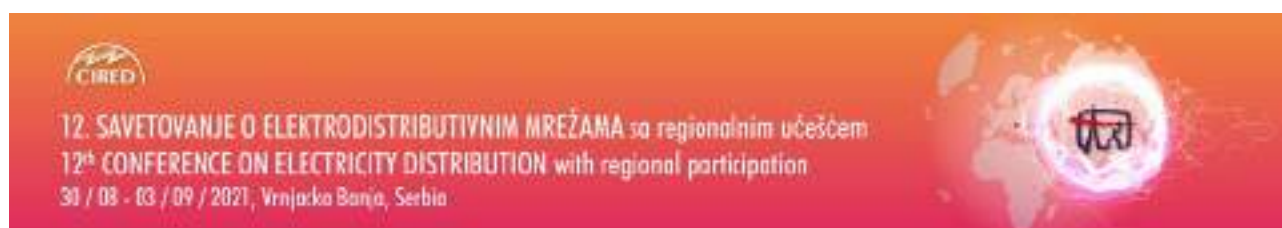
Ključne reči: izvor besprekidnog napajanja, akumulatorska baterija, preventivno održavanje, kapacitivna proba, revitalizacija baterije.

THE PREVENTIVE MAINTENANCE IMPORTANCE OF UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES IN TRANSFORMER STATIONS HV(MV)/MV

The uninterruptible power supply is one of the most important elements in the DC auxiliary power system in transformer stations (TS) HV(MV)/MV. Its preventive maintenance has a great importance for the proper TS operation both in normal and emergency operation condition. Irregular and unreliable uninterruptible power supplies operation can lead to vital part damage of the plant which can ultimately cause a longer interruption in the electricity supply of the customers, damage and equipment destruction in the TS.

In this paper, the results of rechargeable batteries preventive maintenance in TS 110/X kV and TS 35/10 kV are presented. First, a brief overview of current regulative which considers the issue of rechargeable batteries preventive maintenance in power distribution plants is given. On the basis of periodic inspections, control measurements and capacity testing, the operation analysis of each battery is performed. Then, all batteries with reduced capacity (less than 80%) were revitalized and obtained results are presented. Finally, a battery condition analysis before and after revitalization is given.

Key words: uninterruptible power supply, rechargeable battery, preventive maintenance, capacity testing, battery revitalization.



R-3.15

VERIFIKACIJA PODEŠENJA ZAŠTITNOG UREĐAJA U SREDNENAPONSKOM DOVODNOM POLJU KORIŠĆENJEM DIGITALNOG SIMULATORA SISTEMA U REALNOM VREMENU

Miljana TODOROVIĆ, Marko MEDIĆ, Milorad ZAKIĆ, Saturn Electric DOO, Srbija
Adrien GENIĆ, Tajfun HIL DOO, Srbija

Konvencionalan način za ispitivanje performansi zaštitnih uređaja jeste analiza odziva na injektiranje struja i napona različitih vrednosti pomoću ispitnih kofera. Testiranje sa uređajem u petlji, ili kako se češće naziva RT-HIL (eng. *Real-Time Hardware-In-The-Loop*) način testiranja zaštitnog uređaja, koristi digitalni simulator modela elektroenergetske mreže u realnom vremenu na koji je povezan realan zaštitni uređaj, čime se omogućava njegovo testiranje za različite realne događaje u mreži.

U radu je predstavljena verifikacija podešenja zaštitnog uređaja SEL-451 u 10 kV transformatorskom polju u TS 35/10 kV/kV pomenutom metodologijom testiranja. Model mreže je razvijen u modulu Schematic Editor softverskog paketa *Typhoon Control Center* i simulacije su izvršene korišćenjem HIL 602+ simulatora u realnom vremenu.

Kako bi se ispitalo podešenje realnog zaštitnog uređaja za ugradnju u 10 kV dovodno polje, modelovana su dva prekostrujna releja, od kojih jedan na 35 kV strani transformatora, a drugi u 10 kV izvodnom polju. Zatim su simulirana dva slučaja. Prvi se odnosi na simulaciju kvara na izvodu i proveru rada uprošćene zaštite sabirnica realizovane u zaštitnom uređaju SEL-451. Signal blokade zaštite sabirnica koji se generiše na osnovu uslova koji su definisani u modelu prekostrujnog releja izvoda se šalje sa HIL 602+ simulatora ka SEL-451 uređaju preko IEC 61850 GOOSE poruke. Druga provera se odnosi na rad zaštite od otkaza prekidača u SEL-451 uređaju. U tom slučaju je simuliran kvar na 10 kV sabirnicama, kao i zaglavljani polovi prekidača. Signal detekcije otkaza prekidača koji u tom slučaju generiše zaštitni uređaj SEL-451 se šalje ka HIL 602+ simulatoru korišćenjem IEC 61850 GOOSE poruke i uvodi u logiku isključenja 35 kV prekidača zajedno sa uslovima dobijenim iz modela prekostrujnog releja na 35 kV strani transformatora.

Prilikom simulacije oba slučaja je dat prikaz snimaka događaja iz HIL SCADA softvera, kao i snimaka istih događaja iz zaštitnog uređaja SEL-451. Osim što je pokazano da je podešenje SEL-451 ispravno, ukazano je na velike mogućnosti HIL okruženja za testiranje.

Ključne reči: RT-HIL testiranje releja; Uprošćena zaštita sabirnica, Zaštita od otkaza prekidača, GOOSE poruke, Verifikacija podešenja releja

THE MPCU SETTINGS VERIFICATION FOR IMPLEMENTATION IN MV INCOMER BAY USING REAL-TIME HARDWARE-IN-THE-LOOP TESTING

A conventional way to test the performance of protective devices is to analyze the response to different voltage and current injections using the relay test set. Real-Time Hardware-In-The-Loop (RT-HIL) testing of protection device uses a real-time digital simulator (RTDS) of a power system. Protective relays are then physically wired to RTDS, and their behavior is evaluated for various fault cases.

The paper presents SEL-451 relay settings verification using RT-HIL testing. Relay is implemented to protect 10 kV incomer bay. The power system is modeled in HIL Schematic Editor module and executed in real-time using the HIL 602+ real-time simulator.

In order to test 10 kV incomer relay SEL-451 settings, two overcurrent relays are modeled. The first one positioned on the 35 kV side of the transformer and the other one to protect 10 kV feeders. Then, two cases are simulated. The first one is the feeder fault simulation. During the first simulation, feeder overcurrent relay generates a busbar protection blocking signal during the fault and send it from the HIL 602+ simulator to the SEL-451 relay via IEC 61850 GOOSE message. The second simulation relates to the operation of the breaker failure protection in the SEL-451 relay. In this case, 10 kV bus fault and 10 kV incomer breaker failure are simulated. The breaker failure detection signal generated by the SEL-451 relay is sent to the HIL 602+ simulator using the IEC 61850 GOOSE message. The signal is processed together with a 35 kV relay current detection a signal to form signal for a 35 kV circuit breaker trip.

Event recordings from the HIL SCADA software, as well as the recordings of the same events from the SEL-451 relay are shown for both simulated cases. The relay settings verification is performed successfully and the advantages of the HIL testing environment are pointed out.

Key words: RT-HIL relay tests, Busbar Blocking Scheme, Breaker Failure Protection, GOOSE, Relay Settings Verification



R-3.16

PROTECTION SCHEMES AND GROUNDING METHODS ON MV RENEWABLE SUBSTATIONS IN SPAIN

Carlos Aguilar, GE Grid Automation, Spain
Nemanja Vukobrat, GE Grid Solutions, Serbia

This paper addresses renewables plants protection schemes and grounding methods used on MV interconnection substations in Spain. Several issues must be considered on the design of protection schemes and their setting calculation for these types of plants, where there is a contribution from both sides of the plant to short-circuit fault currents. Installed base in operation of Wind and Solar PV generation in Spain is 31,2 GW and there are already 102 GW granted but not in service. Despite of this, there is no national nor international guideline for the protection schemes to be used on these plants.

For multiphase faults, it will be explained phase overcurrent coordination and how it is affected by the contribution from the wind or solar PV side. Coordination with cable and transformer damage curve will be explained. Directional overcurrent schemes are also discussed and how they could be used for MV bus zone protection, implemented through 61850 Goose signalling.

Typical grounding schemes on MV substations are done through zig-zag grounding transformer to provide a low impedance earthing system and, in some cases, ungrounded systems are used. Phase to ground fault detection will be explained on both systems, at MV interconnection of power transformer that connects to the grid and at wind or solar PV feeders. Zig-zag grounding transformer protection and breaker failure implementation with 61850 goose signalling will be covered as well.

The paper continues with other protection elements dependent on voltage and frequency and how to reduce the implementation engineering time of breaker failure and MV bus zone protection schemes based on 61850 in case of installation of a new wind or solar PV circuit.

As conclusion, European Commission Regulation (EU) 2016/631 of 14 April 2016 establishing a network code on requirements for grid connection of generators and New Spanish Grid Code proposal following European guidelines is explained and how they will affect to future protection systems.

Key words: Renewable Plants Protection, Regulations.



R-3.17

GRID BACKUP PROTECTION ON RENEWABLES SUBSTATION PLANTS: ZONE 3, OVERCURRENT AND OTHER OPTIONS

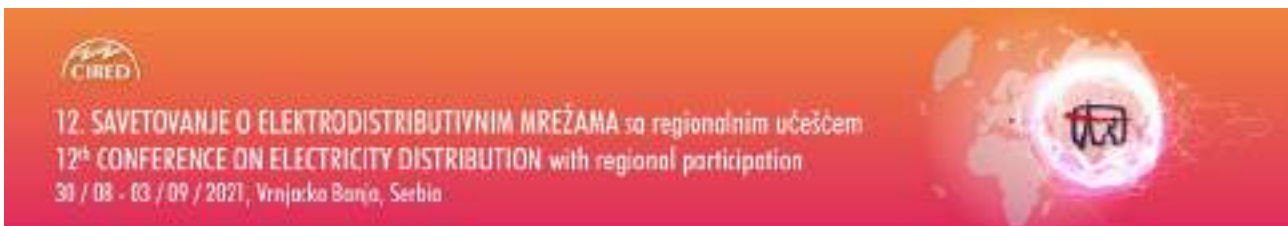
Carlos AGUILAR, Daniel PATYNOWSKI, Jorge CÁRDENAS, GE Grid Automation, Spain
Nemanja VUKOBRAT, GE Grid Solutions, Serbia

This paper addresses grid backup protection on interconnection lines of renewable plants with transmission network. Renewable plants are characterized by low-inertia generation and they can be considered a weak source. Short-circuit power capability of renewable plants for external faults is limited due to inverter-based generation, which affects to distance protection schemes capability for external fault detections. Overcurrent elements detection capability for external faults will also be limited due to low current fault contribution from renewable plant.

An example of Zone 3 calculation in a real case of a renewable plant will be studied, where a miscoordination based on existing recommendations for Zone 3 protection can occur due to infeed of adjacent lines on remote substations. Expected infeed and high SIR of renewable plant affects also to Zone 2 protection considerations, which will be discussed also on this paper. It will also be explained constraints of phase overcurrent elements usage for grid backup protection on this real case.

To finalize, other options will be considered as remote backup protection. It will be explained overcurrent directional elements with teleprotection schemes based on routable GOOSEs and Wide Area Protection Schemes based on Phasor Measurement Units.

Key words: Grid Backup Protection, Renewables, Zone 3, PMU.



R-3.18

KONCEPT KOORDINISANOG JEDNOFAZNOG APU-A I ZEMLJOSPOJNIH PREKIDAČA U „NEPTUN” SPOJU ZA UNAPREĐENJE TRANZIJENTNE STABILNOSTI AKTIVNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Dejan MILOŠEVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija; Global Substation Solutions, Srbija
Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

Jednofazno automatsko ponovno uključanje (APU) se koristi u svrhu eliminacije prolaznih jednofaznih i dvofaznih kvarova i unapređenja tranzijentne stabilnosti distribuiranih generatora u aktivnim distributivnim mrežama. Može se realizovati isključenjem faze pogođene kvarom na početku izvoda u napojnoj trafostanici, uz istovremeno isključenje iste faze i kod distribuiranih generatora. Na taj način se izoluje deonica sa kvarom i stvaraju uslovi za gašenje električnog luka. Međutim, napajanje deonice sa kvarom nije u potpunosti prekinuto, jer se javlja indirektna veza preko sprega distributivnih transformatora koji napajaju potrošnju. Iznos struje indirektnog napajanja, a samim tim i vrednost napona na mestu kvara, dominantno zavisi od broja transformatora na posmatranom izvodu, lokacije kvara i topologije mreže. U ovom radu je predložena nova topologija kratkospojnog prekidača u „Neptun” spoju, koji, u kombinaciji sa jednofaznim APU-om omogućava pouzdanu eliminaciju dozemnog i međufaznog luka. Kratkospojni prekidač u „Neptun” spoju sastoji se od četiri rasklopna elementa. Predloženim „Neptun” spojem omogućava se kratko spajanje bilo koje dve faze i eliminacija indirektnog napajanja međufaznog luka, kao i uzemljenje bilo koje od faza pri jednofaznim kvarovima. Za razliku od postojećih primena zemljospojnih prekidača, koji su primenljivi i efikasni u izolovanim mrežama za eliminaciju jednofaznih prolaznih kvarova, predložena tehnika je primenljiva za eliminaciju i jednofaznih i dvofaznih prolaznih kvarova u izolovanim i uzemljenim mrežama. Primena predložene tehnike može značajno unaprediti tranzijentnu stabilnost distribuiranih generatora. Verifikacija efikasnosti predloženog tehničkog rešenja je izvršena simulacijama kroz analize sprovedene na realnom modelu mreže korišćenjem softvera DlgSILENT PowerFactory.

Ključne reči: aktivna distributivna mreža, tranzijentna stabilnost, jednofazno automatsko ponovno uključanje, kratkospojni prekidač.

CONCEPT OF COORDINATED SINGLE-PHASE AR AND EARTH SWITCHES IN "NEPTUNE" CONNECTION FOR ENHANCING TRANSIENT STABILITY OF ACTIVE DISTRIBUTION NETWORKS

Single-phase automatic reclose (AR) is used to eliminate temporary single-phase and two-phase faults and improve transient stability of distributed generators in active distribution networks. It can be realized by disconnection of phase affected by a fault at the beginning of feeder in the main substation and simultaneous disconnection of the same phase of distributed generators. In this way, the faulty section is isolated and the conditions for extinguishing the electric arc are created. However, the supplying of the faulty section is not completely interrupted, because an indirect connection occurs through the winding of distribution transformers that supply consumers. The amount of current of the indirect supply, and therefore the value of the voltage at the fault location, dominantly depends on the number of transformers at the observed feeder, fault location and network topology. This paper proposes a new topology of an earth switch in the "Neptune" connection, which in combination with a single-phase AR, enables reliable elimination of ground and inter-phase arcs. The earth switch in the "Neptune" junction consists of four switching elements. The proposed "Neptune" connection enables short-circuiting of any two phases and elimination of the indirect power supply of the interphase arc, as well as earthing of any of the phases during single-phase faults. In contrast to the existing applications of earth switches, which are applicable and effective in isolated networks for the elimination of single-phase temporary faults, the proposed technique is applicable for the elimination of both single-phase and two-phase temporary faults in isolated and earthed networks. The application of the proposed technique can significantly improve the transient stability of distributed generators. The verification of the effectiveness of the proposed technical solution was performed by simulations through analyzes conducted on a real network model using DIgSILENT PowerFactory software.

Key words: active distribution network, transient stability, single-phase automatic reclosing, earth switch.



R-3.19

ПРИНЦИП РАДА УРЕЂАЈА ЗА ОТКРИВАЊЕ И ДИЈАГНОСТИКУ КВАРОВА У НАДЗЕМНИМ ДИСТРИБУТИВНИМ ВОДОВИМА

Горан ЖИВАДИНОВИЋ, Електродистрибуција Србије, Београд

Како се на тржишту појављују уређаји који служе да откривање и дијагностику струје квара на надземним дистрибутивним водовима, аутор сматра да је корисно начелно објаснити начин рада таквих уређаја. Уређаји, чији се принцип рада анализира, откривају струју квара на надземном воду детектујући (мерећи) компоненте електромагнетног поља у околини вода. Обично се постављају на стубу испод проводника, и имају независно батеријско напајање уз коришћење соларних панела. У раду се показује да је помоћу хоризонталних и вертикалних компоненти јачине магнетног поља, H могуће открити и дијагностиковати не само појаву квара у надземној мрежи, већ и тип квара. Због уштеде простора рад третира само једнофазне, двофазне и трофазне земљоспојеве, али се слична анализа може спровести и за све остале врсте квара, што може бити тема неког другог рада.

Нису дата аналитичка извођења критеријума препознавања врсте квара за све случајеве, већ само за неке, да би рад био читљивији, и да се избегне презентација свих математичких, релативно обимних извођења.

Рад показује да се као критеријум препознавања врсте квара, поред пораста/опadaња компоненти магнетног поља, може усвојити и интересантан критеријум који се добија из количника вертикалне и хоризонталне компоненте поља, H_y/H_x . Модуло овог количника $|H_y/H_x|$, као и фазни угао $\arg(H_y/H_x)$, могу да послуже за дијагностику и утврђивање врсте квара.

Ради једноставнијег математичког модела, а да би се истакла суштина приступа, чињена су нека поједностављења, али у бројчаном примеру су дати резултати израчунавања без тих упрошћавања.

Кључне речи: надземни вод, магнетно поље, електрично поље, врста квара.

PRINCIPLE OF OPERATION OF DEVICES FOR DETECTION AND FAULTS DIAGNOSIS IN OVERHEAD DISTRIBUTION LINES

As devices appear on the market that serve to detect and diagnose fault currents on overhead distribution lines, the author considers it useful to explain in principle the way such devices work. The devices, whose working principle is analyzed, detect the fault current on the overhead line by detecting (measuring) the components of the electromagnetic field in the vicinity of the line. They are usually placed on a pole under the conductors, and have an independent battery power supply with the use of solar panels.

The paper shows that with the help of horizontal and vertical components of magnetic field strength, H , it is possible to detect and diagnose not only the occurrence of a fault in the overhead network, but also the type of fault. Due to space savings, the work treats only single, double and triple earth faults, but a similar analysis can be performed for all other types of faults, which may be the subject of another work.

Analytical derivations for recognition criteria of fault types are not given for all cases, but only for some, in order to make the paper more readable, and to avoid the presentation of all mathematical, relatively extensive derivations.

The paper shows that as a criterion for recognizing the type of failure, in addition to the increase / decrease of magnetic and electric field components, an interesting criterion can be adopted which is obtained from the quotient of vertical and horizontal components, H_y/H_x .

The modulus of this quotient $|H_y/H_x|$, as well as the phase angle $\arg(H_y/H_x)$, can be used to diagnose and determine the type of fault.

For the sake of a simpler mathematical model, and in order to emphasize the essence of the approach, some simplifications have been made, but in the numerical example, the calculation results are given without these simplifications.

Key words: overhead line, magnetic field, electric field, type of failure



R-3.20

ДЕТЕКЦИЈА МЕЋУФАЗНИХ КВАРОВА НА ВОДУ КОРИШЋЕЊЕМ ЈЕДНОГ МОНОФАЗНОГ ПРЕКОСТРУЈНОГ РЕЛЕЈА

Михаило АНТОНИЈЕВИЋ, Зоран СТОЈАНОВИЋ
Електротехнички факултет у Београду, Србија

Фазна прекострујна заштита је најстарија заштита водова. У зависности да ли је да ли је вод радијалан или двострано напајан, примењује се неусмерена или усмерена фазна прекострујна заштита. У овом раду је анализирана и тестирана неусмерена прекострујна заштита коришћењем само једног монофазног релеја. Овакав тип заштите примењује се у дистрибутивним мрежама са изолованом неутралном тачком за заштиту од међуфазних кратких спојева (двофазних и трофазних). Тестови су вршени на примеру једноставног електроенергетског система који чине јака мрежа, трансформатор, 10kV вод и потрошач. Заштита се налази на почетку вода, а критеријум реаговања је интензитет међуфазне струје. Заштита је тестирана за различите врсте кварова, као и за различите удаљености квара од места уградње заштите. У раду је спроведена и упоредна анализа осетљивости ове заштите у односу на класичну трофазну и двофазну прекострујну заштиту. Све симулације вршене су у програмском пакету Matlab и његовом модулу Simulink. Резултати симулација и закључци изведени из истих могу се користити како за даље усавршавање овог типа заштите тако и у случајевима у пракси, при избору уређаја, њиховом подешавању и тестирању.

Кључне речи: прекострујна заштита, монофазни релеј, изолована мрежа

DETECTION OF INTERPHASE FAILURES ON POWER LINES BY USING ONE SINGLE-PHASE OVERCURRENT RELAY

Phase overcurrent protection is the oldest line protection. Depending on whether the power line is radial or powered from both sides, non-directional or directional phase overcurrent protection is applied. This paper analyzes and tests non-directional overcurrent protection using only one single-phase relay. This type of protection is applicable in distribution grids with an isolated neutral point for protection against interphase short circuits (two-phase and three-phase). The tests were performed on the example of a simple electric power system consisting of a strong grid, a transformer, a 10kV line and a consumer. The protection is at the beginning of the line, and the response criterion is the intensity of the phase currents. Protection is tested for different types of faults, as well as for different fault distances from the place of protection installation. The paper also performs a comparative analysis of the sensitivity of this protection against the classic three-phase and two-phase overcurrent protection. All simulations were performed in the Matlab software package and its Simulink module. The results of the simulations and the conclusions drawn from them can be used to further refine this type of protection as well as in practice, when selecting devices, setting them up and testing them.

Key words: overcurrent protection, single-phase relay, isolated neutral point



ПРЕКОСТРУЈНА ЗАШТИТА СРЕДЊЕНАПОНСКИХ САБИРНИЦА

Јована ЈЕВТИЋ, Зоран СТОЈАНОВИЋ
Електротехнички факултет, Србија

Иако су сабирнице једноставан елемент постројења, самим тим и јако поуздан, до кварова на њима ипак може доћи и то најчешће тако што се квар са неког другог елемента пренесе на сабирнице. Постоје два концепта за заштиту сабирница: заштита без посебних сабирничких заштита, која се примењује у случају када струје квара нису велике и када сваки од елемената повезаних на сабирнице има своју заштиту, и заштита са посебним сабирничким заштитима, у случају да су струје квара јако велике или ако се селективност или задовољавајућа брзина реаговања не може другачије постићи. Заштита сабирница без посебних сабирничких заштита може се реализовати применом прекострујних или дистантних релеја, док се посебне сабирничке заштите заснивају на диференцијалном принципу. У овом раду анализирана је и тестирана прекострујна заштита сабирница, која се као решење примењује у дистрибутивним мрежама. Шему на којој је вршено тестирање чини напојна мрежа, трансформатор, два одвода и потрошња на сваком од одвода. На главном доводу, као и на почетку сваког одвода имплементирана је двоканална прекострујна заштита у дигиталној форми, која прихвата тренутне вредности струјних сигнала, врши њихово семпловање и нумерички их обрађује. Критеријум за реаговање заштите је интензитет фазних струја, при чему је реализована блокада заштите на главном доводу у случају квара који се десио на неком од одвода, ради задржавања селективности. Заштита је моделована у програмском пакету Matlab и његовом модулу Simulink. Тестирање заштите вршено је за различите врсте кварова, као и за различите удаљености од места уградње релеја. Извршене симулације и њихови резултати могу допринети доношењу закључака везаних за практичну примену прекострујне заштите сабирница, као и потврђивању онога што се теоријски обрађује.

Кључне речи: заштита сабирница, дистрибутивне мреже, прекострујна заштита, дигитални релеји

MEDIUM VOLTAGE BUSBAR OVERCURRENT RELAY PROTECTION

Although busbars are a simple element of the system, and therefore very reliable, they can still be malfunctioned, most often by transferring the fault from another element to the busbars. There are two concepts for busbar protection: protection without special busbar protection, which applies when the fault currents are not large and when each of the elements connected to the buses has its own protection, and protection with special bus protection if the fault currents are very high or if selectivity or satisfactory response rate cannot be achieved in a different way. Busbar protection without special busbar protection can be realized by using overcurrent or distance relays, while special bus protection is based on the differential principle. This paper analyzes and tests overcurrent busbar protection, which is used as a solution in distribution networks. The scheme that was tested consists of a strong grid, a transformer, two outgoing lines and the consumption of each of the outgoing line. At the main incoming line, as well as at the beginning of each outgoing line, two-channel digital overcurrent protection is implemented, which accepts current values of current signals, samples them and processes them numerically. The criterion for protection tripping is the intensity of phase currents, whereby a blockage of protection at the main incoming line is realized in the case of a fault occurring on one of the outgoing lines, to maintain selectivity. The protection is modeled in the Matlab software package and its Simulink module. Protection testing was performed for different types of faults, as well as for different distances from the relay installation location. The simulations performed and their results can contribute to drawing conclusions regarding the practical application of overcurrent bus protection, as well as validating what is theoretically handled.

Keywords: busbar protection, distribution grids, overcurrent protection, digital relays



R-3.22

PROCENA MESTA KVARA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI NA OSNOVU SNIMLJENIH SIGNALA U NAPOJNOJ TRANSFORMATORSKOJ STANICI

Đorđe LAZOVIĆ, Darko ŠOŠIĆ
Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet, Srbija

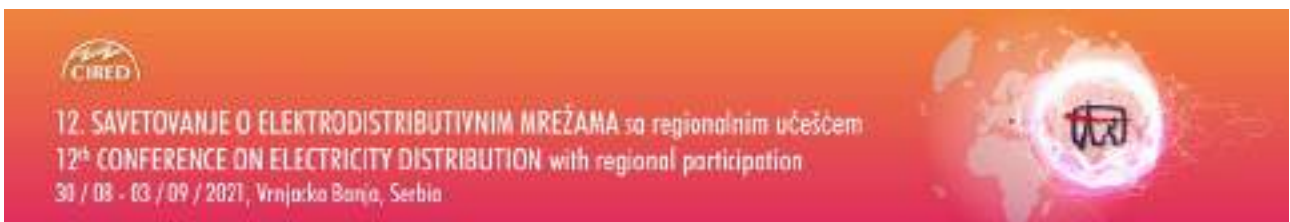
Distributivni sistemi su tokom poslednjih decenija pretrpeli niz značajnih promena, od deregulacije sistema i uvođenja tržišta, do sve intenzivnije integracije distribuiranih proizvodnih jedinica, povećanja potrošačkog konzuma i implementacije savremenih uređaja za zaštitu i upravljanje. Sve ovo uticalo je na postavljanje strožih zahteva za kontinuirano i kvalitetno napajanje potrošača električnom energijom. Prekid napajanja potrošača usled kvarova u mreži je nepoželjno stanje, te je potrebno preduzeti odgovarajuće mere da se ono što pre eliminiše. Informacija o lokaciji kvara nakon kvara je veoma korisna za efikasnu restauraciju napajanja i adekvatnu rekonfiguraciju mreže, a time se smanjuje vreme prekida napajanja krajnjih korisnika i troškovi neisporučene električne energije. U ove svrhe razvijene su brojne metode čija je primena vezana za tehničku opremljenost mreže. U ovom radu je predložena metoda za nalaženje mesta kvara u distributivnoj mreži, neposredno nakon nastanka kvara, na osnovu snimljenih signala iz zaštitnih uređaja postavljenih u delu mreže pogođene kvarom. Njome je obuhvaćen algoritam za obradu signala kojim se estimiraju veličine od interesa i predložen je model za procenu rastojanja kvara od mernog mesta. Predložena metoda za lokaciju kvara je testirana i verifikovana na realnoj distributivnoj mreži.

Ključne reči: Neplanirani ispadi, lokacija kvara, estimacija parametara signala.

FAULT LOCATION ASSESSMENT IN DISTRIBUTION NETWORK BASED ON RECORDED SIGNALS FROM SUBSTATION

In the last several decades, distribution systems have undergone a number of significant changes, from system deregulation and market competition to the increasing integration of distributed generation units, load expansion and the implementation of modern protection and control devices. This imposed more restrictive requirements for providing a continuous and good-quality power supply. Interruption of power supply due to faults in the network is an undesirable condition and appropriate measures should be taken to eliminate this state as soon as possible. Information about fault location after failure is very useful for efficient supply restoration and adequate network reconfiguration, thus reducing outage time and costs of unsupplied electrical energy. For this purpose, numerous methods have been developed whose application is related to the technical equipment in the network. This paper proposes a method for assessment of fault location in the distribution network, immediately after the fault occurs, based on the recorded signals from the protective devices placed in the part of the network affected by the fault. It consists of a signal-processing algorithm that serves for signal parameter estimation and mathematical model for fault distance evaluation from the measurement point. The proposed method for fault location has been tested and verified on a real distribution network.

Key words: Unplanned outages, fault location, signal parameter estimation.



R-3.23

ANALIZA KVARA U ŠTIĆENOJ ZONI DIFERENCIJLANE ZAŠTITE TRANSFORMATORA PRILIKOM UKLJUČENJA PREKIDAČA NA 110 KV STRANI TRANSFORMATORA

Aleksa RISTIĆ, Bratislav NIKOLIĆ, Marko JOVANOVIĆ, Marko VUČKOVIĆ, Miodrag MIHALOVIĆ
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor za Upravljanje Niš, Srbija

U radu je predstavljena analiza kvara u šticejnoj zoni diferencijalne zaštite transformatora, prilikom uključenja prekidača na 110 kV strani transformatora, u TS 110/35/10 kV Vranje 2. Transformator TR2, koji je predmet ove analize, bio je isključen određeno

vreme. Kada je transformator TR2 uključen (samo na 110 kV naponskoj strani), nastao je kvar na odvodniku prenapona u fazi C, na 35 kV strani transformatora TR2. Zbog toga je delovala zaštita otpornika za uzmeljenje 35 kV neutralne tačke transformatora. U ovoj situaciji, diferencijalna zaštita transformatora nije reagovala, uprkos činjenici da se kvar desio u štici zoni diferencijalne zaštite transformatora. Stoga, razmatrana je aktivacija REF zaštite (ograničena diferencijalna zemljospojna zaštita) za svrhu zaštite 35kv namotaja transformatora.

Ključne reči: diferencijalna zaštita transformatora, ograničena diferencijalna zemljospojna zaštita.

ANALYSIS OF SYSTEM FOR RELAY PROTECTION IN S/S "ZAGRAĐE" WHEN THE FAULT WAS APPEARED INSIDE THE POWER TRANSFORMER

The paper presents an analysis of fault in the protected zone of transformer differential protection at the closing of breaker on 110 kV voltage side of the transformer, in S/S "Vranje 2". The transformer TR2, which was the subject of the analysis, was disconnected for a while. When transformer TR2 was switched on (only on 110 kV voltage side), there was a fault on surge arrester in phase C, on 35 kV voltage side of Transformer TR2. Because of that, neutral resistor protection for protection resistor of 35 kV star winding, tripped. In this situation, transformer differential protection did not trip, despite the fact that fault was in the protected zone of transformer differential protection. Therefore, activation of the REF function (Restricted Earth Fault Protection) for the purpose of protecting 35 kV transformer windings is considered.

Key words: transformer differential protection, restricted earth fault protection



R-3.24

ANALIZA RADA SISTEMA RELEJNE ZAŠTITE U TS 35/10 KV ZAGRAĐE PRI KVARU U SAMOM ENERGETSKOM TRANSFORMATORU

Aleksa RISTIĆ, Bratislav NIKOLIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor za Upravljanje Niš, Srbija
Srđan VASILJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor za Upravljanje Zaječar, Srbija
Marko JOVANOVIĆ, Marko VUČKOVIĆ, Miodrag MIHAILOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Sektor za Upravljanje Niš
Srbija

U radu je predstavljena analiza rada sistema relejne zaštite u TS 35/10 kV Zagrađe pri kvaru u samom energetskom transformatoru. U energetskom transformatoru TR1 desio se proboj izolacije 10 kV namotaja prema masi transformatora. Pošto se proboj izolacije 10 kV namotaja prema masi desio u blizini zvezdišta, prilikom navedenog kvara nulta komponenta napona je bila približno jednaka nuli, pa zbog toga nije došlo do pobude homopolarne naponske zaštite energetskog transformatora. Treba naglasiti da je zbog ovog kvara 10 kV mreža TS 35/10 kV Zagrađe postala mreža sa direktno uzemljenim zvezdištem (u normalnom radnom stanju ova mreža je sa izolovanim zvezdištem). Problem u radu trafostanice primećen je pri zemljospoju na jednom 10 kV izvodu, kada nije došlo do porasta nulte komponente napona iznad podešene granice delovanja, a zbog toga ni do pobude homoplame naponske zaštite transformatora.

Ključne reči: energetski transformator, proboj izolacije prema masi transformatora, nulta komponenta napona

ANALYSIS OF SYSTEM FOR RELAY PROTECTION IN S/S "ZAGRAĐE" WHEN THE FAULT WAS APPEARED INSIDE THE POWER TRANSFORMER

The paper presents an analysis of the system for relay protection in S/S "Zagrađe", in a situation when the fault appeared inside the power transformer. Inside the power transformer TR1, insulation breakdown close to neutral winding was appeared, and that caused short circuit between neutral winding and tank of power transformer. Due to the fact that insulation breakdown was appeared near to neutral winding, the zero sequence component of voltage during the fault condition was approximately equal zero, and from that reason transformer homopolar voltage protection did not start. It should be noted that because of this fault, 10 kV network S/S "Zagrađe" becomes network with earthed neutral winding (in normal operating mode this network is with isolated neutral winding). The mentioned problem, which is related to working of the substation, was noticed during earth-fault on one of 10 kV feeders, when the zero sequence component of voltage was not increased above the operating threshold, and because of that transformer, homopolar voltage protection did not start.

Key words: the power transformer, insulation breakdown close to neutral winding, the zero sequence component of voltage



R-3.25

TELEKOMUNIKACIONI SISTEM ZA PRENOS PODATAKA U OKVIRU SISTEMA ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE SREDNENAPONSKOM DISTRIBUTIVNOM MREŽOM ED SREMSKA MITROVICA

Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Srbija
Aleksandar BOŠKOVIĆ, „Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Srbija
Bratislava RADMILLOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Srbija

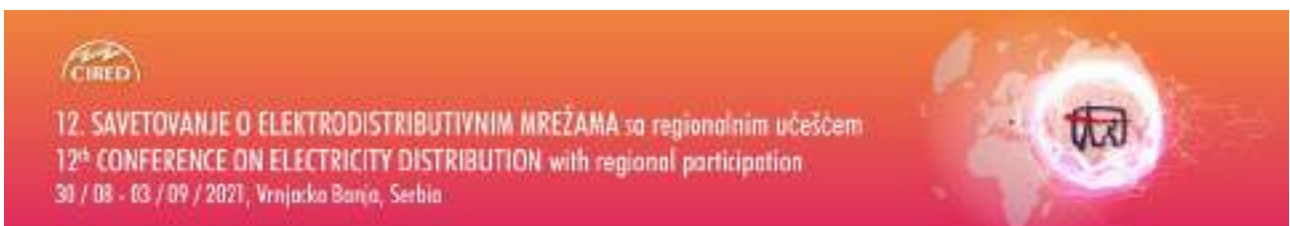
Telekomunikacioni sistem za prenos podataka u okviru sistema za daljinsko upravljanje srednjenaponskom distributivnom mrežom ED Sremska Mitrovica obezbeđuje kvalitetan i pouzdan prenos podataka između centra upravljanja i više različitih tipova elektroenergetskih objekata. Za potrebe realizacije ovog telekomunikacionog sistema korišćen je digitalni paketni radio koji radi u UHF frekventnom opsegu. U pitanju je radio oprema dizajnirana prvenstveno za prenos podataka tako da nema potrebe za korišćenjem dodatnih modema ili konvertora protokola. Postavljene su dve bazne radio stanice i jedan repetitor. Bazne radio stanice su sa SCADA serverom povezane preko postojeće širokopolasne mreže Elektrodistribucije Srbije. Periferne radio stanice su smeštene u okviru ormara daljinske stanice i u zavisnosti od tipa daljinske stanice spojene su preko serijskog ili ethernet porta.

Ključne reči: prenos podataka, daljinsko upravljanje, digitalni paketni radio

TELECOMMUNICATION SYSTEM FOR DATA TRANSMISSION WITHIN THE SYSTEM FOR REMOTE CONTROL OF MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK ED SREMSKA MITROVICA

Telecommunication system for data transmission as part of system for remote control of medium voltage distribution network ED Sremska Mitrovica provides high quality and reliable data transfer between control center and several different types of power objects. Digital packet radio operating in UHF frequency band was used for integration of this telecommunication system. It is a radio equipment designed primarily for data transmission, so there is no need to use additional modems or protocol converters. Two base radios and one repeater were installed. Base radios are connected to SCADA server through existing broadband network of Elektrodistribucija Srbije. Remote radio stations are located within the cabinets of control stations and, depending on type of control station, they are connected via a serial or ethernet port.

Key words: data transmission, remote control, digital packet radio



R-3.26

PREGLED RASPOLOŽIVIH TELEKOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA I PREPORUKE ZA NJIHOVU IMPLEMENTACIJU ZA POTREBE AUTOMATIZACIJE ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Srbija
Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Srbija
Aleksandar BOŠKOVIĆ, „Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Srbija

U okviru sistema za distribuciju električne energije rastu potrebe za proširenjem, funkcionalnim unapređenjem, integracijom i centralizacijom postojećih (SCADA, DMS, AMR) i uvođenjem novih (OMS, DERMS, AMI/MDM) sistema za automatizaciju distribucije. Rast ovih potreba zahteva proširenje i unapređenje postojećih telekomunikacionih prenosnih puteva u okviru telekomunikacionog sistema ODS Elektrodistribucije Srbije. Sistem za distribuciju električne energije čini veliki broj elektroenergetskih objekata i potrošača, a sve češće i proizvođača električne energije, do kojih se, u skladu sa potrebama navedenih tehnoloških sistema, moraju obezbediti telekomunikacioni linkovi odgovarajućeg kapaciteta i kvaliteta. Na tržištu je dostupan širok spektar komunikacionih tehnologija u okviru kojih je potrebno napraviti racionalne izbore rešenja koja su tehnički i finansijski

optimalna i primerena potrebama i mogućnostima, Odabrana rešenja treba da obezbede dovoljnu pouzdanost i bezbednost podataka, kao i odgovarajuće brzine prenosa podataka. Stoga je u radu dat pregled raspoloživih komunikacionih tehnologija, kao i preporuke za njihov izbor i implementaciju za potrebe automatizacije elektrodistributivne mreže.

Ključne reči: telekomunikacione tehnologije, automatizacija elektrodistributivne mreže

SUGGESTIONS OF TYPICAL MODELS FOR THE REALIZATION OF HIGHLY RELIABLE LOCAL COMMUNICATION NETWORKS IN POWER DISTRIBUTION ENVIRONMENTS

There has been a growing need for extension, functional upgrading, integration, and centralization of the existing systems for automation of electrical distribution networks (SCADA, DMS, AMR). There has also been a growing need for implementation of new such systems (OMS, DERMS, AMI/MDM). Constant growth of the abovementioned needs requires extension and upgrading of the existing telecommunication links within the ODS ODS Elektrodistribucija Srbije telecommunication system. The power distribution system consists of a large number of power substations and consumers, as well as producers. In accordance with the requirements of the abovementioned technical systems, all these subjects have to be equipped with telecommunication links of adequate capacity and quality. There is a wide array of telecommunication technologies on the market. According to existing needs and capacities, technically and financially optimal choices and solutions should be made among these technologies. Chosen solutions should guarantee reliability and data protection, as well as adequate data rate. This paper gives an overview of the available telecommunication technologies, as well as recommendations for their choice and the implementation in automation of power distribution networks.

Key words: telecommunication technologies, automation of power distribution network



R-3.27

PREDLOZI TIPSKIH MODELA ZA REALIZACIJU VISOKO POUZDANIH LOKALNIH KOMUNIKACIONIH MREŽA U ELEKTROENERGETSKIM OKRUŽENJIMA

Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Serbia
Aleksandar BOŠKOVIĆ, „Fakultet tehničkih nauka“ Novi Sad, Srbija, Serbia
Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Novi Sad, Serbia

SCADA sistemi su jedni od najvažnijih infastrukturalnih sistema u industrijskom i energetskom sektoru, od nafte i gasa do nuklearnih postrojenja ili postrojenja za obradu vode. Oni predstavljaju tipične primere OT (Operational Technology) mreža. Njihova kritična infrastruktura je definisana kao skup fizičkih i IT uređaja, mrežnih servisa, koji, ukoliko budu oštećeni ili uništeni, mogu imati veliki uticaj poslovne i tehničke procese kompanije, bezbednost kompanije, na zdravlje zaposlenih i stanovništva, sigurnost i ekonomsku stabilnost regiona ili države. Imajući sve ovo u vidu, zaštita kritičnih OT sistema i infrastrukture postavlja se kao imperativ. Rad daje predloge rešenja i tipske modele za realizaciju visoko pouzdanih lokalnih komunikacionih mreža u industrijskim okruženjima. Rad sadrži funkcionalne opise predloženih rešenja i tipske predloge za realizaciju lokalnih OT mreža sagledavajući zahteve za modernizacijom, povećanjem efikasnosti i bezbednosti ovih objekata. Pri izradi ovog rada posebno se vodilo računa o bezbednosti IKT sistema i sistema daljinskog upravljanja (informacionih i operacionih tehnologija (IT/OT)).

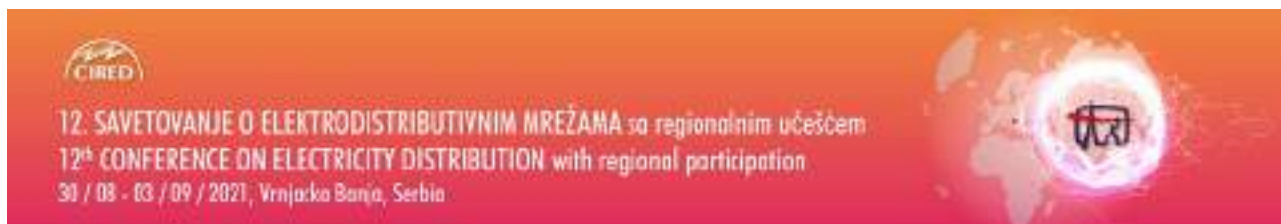
Ključne reči: informatička bezbednost, OT sistemi, elektroenergetski sistemi

SUGGESTIONS OF TYPICAL MODELS FOR THE REALIZATION OF HIGHLY RELIABLE LOCAL COMMUNICATION NETWORKS IN POWER DISTRIBUTION ENVIRONMENTS

SCADA systems are some of the most important infrastructural systems in the industrial and energy sector, from oil and gas to nuclear plants or water treatment plants. They represent typical examples of OT (Operational Technology) networks. Their critical infrastructure is defined as a set of physical and IT devices, network services, which, if disrupted or destroyed, can have a big effect on the business and technical processes of the company, the company's safety, the health of employees and the population, the security and economic stability of the region or the state. Bearing in mind all this, the protection of critical OT systems and infrastructures is assumed to be imperative. The paper presents suggestions for solutions and typical models for the realization of highly reliable local communication networks in industrial environments. It contains functional descriptions of the proposed solutions and type proposals for the implementation of local OT networks considering the requirements for modernization, increasing the

efficiency and safety of these facilities. The paper specifically considers the security of ICT systems and remote management systems (information and operational technologies (IT/OT)).

Key words: Information Security, OT systems, Power Systems



R-3.28

IMPLEMENTACIJA IP TELEFONIJE U DISPEČERSKIM CENTRIMA EPS TEHNIČKOG CENTRA NOVI SAD

Andrej KRIVOŠIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Bulevar oslobođenja 100, Novi Sad, Srbija

Novi pravac razvoja telefonije, kao migracija servisa prenosa glasa iz klasične telekomunikacione u tzv. *ALL IP* mrežu uslovio je i određene promene u zahtevima i načinima realizacije dispečerskih telefonskih komunikacija kao veoma značajnih real-time kritičnih servisa.

Pozitivna strana ovih tehnoloških promena dovela je do evolucije novih zahteva i servisa, dok je na drugoj strani postalo izazov rešavanje kašnjenja u propagaciji poziva, kao i smanjena pouzdanost servisa.

JP Elektroprivreda Srbije je na području Tehničkog centra Novi Sad je u sklopu druge faze implementacije IP telefonije tokom 2019. godine izvršila proširenje kapaciteta IP telefonije, zamenu dotrajalih analogno/digitalnih telefonskih sistema i instalaciju novih VoIP telefonskih sistema.

U postojeću IP telefonsku mrežu Tehničkog centra (TC) Novi Sad na lokacijama Novi Sad, Ruma, Sombor i Subotica implementirani su novi mrežno-komutacioni sistemi. Novi sistemi su instalirani u Pančevu, Vršcu, Sremskoj Mitrovici i Vrbasu. Nova implementacija podrazumevala je inoviranje kako poslovne tako i dispečerske telefonije i dispečerskih komunikacija na prostoru Distributivnog područja Novi Sad, na pomenutim lokacijama.

Projekat je omogućio potpunu integraciju postojećih i novih lokacija u smislu međusobne povezanosti kroz korišćenje jedinstvene signalizacije, plana numeracije i telefonskih servisa. Osim toga, predmetna realizacija omogućila je nesmetan rad kako u zajedničkom, tako i u ostrvskom režimu uz veoma veliku otpornost na otkaz (redundantnost) komponenata sistema i komunikacionih puteva.

Ključne reči: telefonske centrale, dispečerska telefonija, IP telefonija

IMPLEMENTATION OF IP TELEPHONY IN POWER DISPATCH CENTERS OF NOVI SAD TECHNICAL CENTER OF ELECTRIC POWER INDUSTRY OF SERBIA

The migration of voice services from traditional telecommunication to so-called ALL IP network, as a new direction of telephony development, has caused certain changes in the requirements and realization of dispatch centers telephone communications as very important real-time critical services.

These technological changes on the positive side have led to the evolution of new requirements and services, while on the other hand, call propagation delay and reduced service reliability have become very challenging.

During the second phase of implementation of IP telephony, Public Enterprise Electric Power Industry of Serbia expanded its IP telephony capacity during 2019 in the area of the Novi Sad Technical Center (TC), replacing the deteriorated analogue/digital telephone systems with new VoIP telephone systems.

New network switching systems were added to the existing IP telephone network of Novi Sad TC at the following locations: Novi Sad, Ruma, Sombor, and Subotica. The systems were installed in Pančevo, Vršac, Sremska Mitrovica, and Vrbas. This implementation comprised the innovation of both business and dispatch centers telephony and communications in the Novi Sad Distribution Area, at the mentioned locations.

The project enabled the full integration of existing and new locations in terms of interconnection through the use of common signaling, numbering plan, and telephone services. In addition, the implementation in question enabled smooth operation both in connected and stand-alone (island) mode with a very high resistance (redundancy) to failure of system components and communication paths.

Keywords: telephony switch, dispatch center telephony, IP telephony



RADIO RELEJNI LINKOVI ZA POTREBE PRENOSA SIGNALA ZAŠTITE I UPRAVLJANJA DEES

Predrag ŠEJAT, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Sanja JOVANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

Elektroprivredne telekomunikacione mreže nove generacije zasnovane su na koncepciji multiservisnih mreža, u kojima su, delimično ili potpuno, integrisani operativni servisi. Operativni servisi u elektroprivrednom sistemu obuhvataju: operativno upravljanje – SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), telezaštitu, MTK/RTK, operativnu telefoniju, operativne video servise i drugo. Za operativne servise karakteristični su strogi zahtevi za pouzdanost, raspoloživost i kašnjenje, pri čemu se, sa pojavom multimedijalnih servisa, javljaju i zahtevi za veći propusni opseg kao i za sinhronizaciju informacija različitog tipa.

Imajući sve ovo u vidu, „EPS Distribucija“ se, kao i većina elektroprivreda u svetu, opredelila za realizaciju sopstvene telekomunikacione infrastrukture. Za realizaciju telekomunikacion veza velikog propusnog opsega, pored optičkih prenosnih puteva, koriste se radio-relejni linkovi.

U toku 2019.god u distributivnom području Beograd pristupilo se modernizaciji telekomunikacion veza do dvadeset dve trafo stanice naponskog nivoa 35/10kV.

Postojeći analogni radio sistem za daljinski nadzor i upravljanje instaliran je 2008. godine i integrisao je 22 transformatorske stanice 35/10kV na konzumnom području Beograda, pretežno na prigradskom delu konzuma. Prenos podataka između centra upravljanja DDC „Beograd“ i krajnjih daljinskih stanica odvijao se preko jednog kanala analognom radio-mrežom u VHF opsegu, putem MDLC protokola, preko jedne repetitorske lokacije instalirane na tornju „Avala“. Realizovani radio-sistem koristio jedan par frekvencija za razmenu podataka između centra upravljanja i krajnjih daljinskih stanica. Mala propusna moć radio kanala nije davala mogućnost za prenos veće količine informacija i dodavanje novih servisa. Istovremeno, velika zauzetost kanala imala je za rezultat veliko kašnjenje procesnih informacija od daljinskih stanica ka centru upravljanja.

Modernizacija sistema obuhvatila je povezivanje ovih trafostanica sa centrom upravljanja na Slaviji digitalnim radio relejnim vezama, sa propusnim opsegom većim od 100Mb/s.

Ključne reči: telekomunikacije, SCADA, digitalni radio relejni linkovi

MICROWAVE LINKS FOR TRANSMISSION OF SCADA SIGNALS FOR MEDIUM VOLTAGE POWER STATIONS

Electrical utility new generation telecommunication networks are based on the concept of multiservice networks, in which, partly or fully, operational services are integrated. Operational services in the electrical utility companies include: operational management - SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), telecommunication, MTK/RTK, operational telephony, operational video services and more. Operating services are characterized by stringent requirements for reliability, availability, and latency, and, with the emergence of multimedia services, with a requirement for higher bandwidth and synchronization of information of different types.

With all this in mind, EPS Distribution company, like most power companies in the world, has opted for the realization of its own telecommunication infrastructure. In addition to optical transmission paths, radio relay links are used to realize high bandwidth telecommunications.

During 2019, telecommunication connections to twenty-two 35/10kV power substations have been modernized in the distribution area of Belgrade.

The existing analog radio remote control and control system was installed in 2008 and integrated twenty-two 35/10kV power substations, mainly in the suburban part of the consumer area of Belgrade. Data transmission between the control center in Belgrade and the terminal remote stations was carried out through one channel by analog radio network in the VHF band, via MDLC protocol, through one repeater location installed on the tower "Avala". The implemented radio system used one pair of frequencies to exchange data between the control center and the end remote stations. The low bandwidth of the radio channels did not allow for the transmission of more information and the addition of new services. At the same time, high channel occupancy resulted in a large delay in process information from remote stations to the control center.

The modernization of the system includes the connection of these substations with the control center in Slavia by digital radio relay connections, with bandwidth exceeding 100Mb/s.

Key words: Telecommunications, SCADA, Microwave links



Stručna komisija 4:

DISTRIBUIRANA PROIZVODNJA I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Predsednik komisije: dr Željko POPOVIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca je prihvaćeno 18 radova, od čega 12 kao referati i 6 kao informacije. Radi efikasnijeg rada na sesijama izvršeno je grupisanje radova u dve teme, objedinjavanjem preferencijalnih tema broj 2, 3 i broj 4 iz poziva za pisanje referata:

1. Integracija distribuiranih izvora električne energije u distributivnim mrežama

Stručni izvestioci su: dr Predrag Vidović i dr Neven Kovački, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija i Stanko Knežević, dipl.el.inž, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija.

U ovoj temi prihvaćeno je 11 radova, od toga 8 kao referati i 3 kao informacija.

2. Efikasno korišćenje električne energije, Upravljanje opterećenjem i Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojlilima

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, od toga 4 kao referati i 3 kao informacija.

IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVESTILACA

Preferencijalna tema 1:

Integracija, upravljanje i uloga distribuiranih izvora električne energije u distributivnim mrežama

Stručni izvestioci: dr Predrag VIDOVIĆ, dr Neven KOVAČKI, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija i Stanko KNEŽEVIĆ, dipl.el.inž, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija.

R-4.01 NAPREDAK U SPROVOĐENJU USLOVA SMANJENE AMPLITUDE NAPONA U NISKONAPONSKIM MREŽAMA U OBLASTI MASOVNOG PRODORA DISTRIBUIRANIH IZVORA ENERGIJE

Autori: Dionissis VOGLITSIS, Aristotelis TSIMTSIOS, Ioannis PERPINIAS, Christos KORKAS, Nick PAPANIKOLAOU

Pitanja za autore:

1. Da li su predložene metode testirane na stvarnim mrežama ili na testerima?
2. Koje su mogućnosti/frekventnosti opisanih problema u niskonaponskim mrežama?
3. Koji su rizici ako predložena rešenja za niskonaponske mreže nisu implementirana već se koriste postojeća?

R-4.02 ODREĐIVANJE OPTIMALNOG BROJA I LOKACIJA DISTRIBUIRANIH IZVORA ENERGIJE ZA POBOLJŠANJE POKAZATELJA POUZDANOSTI U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Autori: Kristina DŽODIĆ, Jelisaveta KRSTIVOJEVIĆ

Pitanja za autore:

1. Kako se određuje optimalan broj distribuiranih izvora koji će biti priključen na mrežu?
2. Na koji način se određuju lokacije uređaja automatizacije?
3. Da li je u praksi da distributivna kompanija određuje vlasnicima distribuiranih izvora lokacije na kojima će oni biti izgrađeni?

R-4.03 UPOTREBA ELEKTRIČNIH VOZILA U REGULACIJI FREKVENCije

Autori: Jelena STOJKOVIĆ, Predrag STEFANOV

Pitanja za autore:

1. Da li se i drugi distribuirani energetske resursi pored električnih vozila mogu koristiti za regulaciju frekvencije? Koje su njihove prednosti i mane u odnosu na električna vozila?
2. Mogu li distribuirani energetske resursi kao što su električna vozila potpuno preuzeti regulaciju frekvencije od konvencionalnih elektrana?

R-4.04 MALE HIDROELEKTRANE SA KINETIČKIM TURBINAMA -UPOREDNA TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA

Autori: Vladica MIJAILOVIĆ, Vladimir OSTRACANIN

Pitanja za autore:

1. Koja je zastupljenost hidrokinetičkih turbina na rekama/vodotokovima u svetu?
2. Kakva su eksploataciona iskustva u svetu vezana za rad ovih turbina (varijacije u proizvodnji, tačnost prognoze snage i sl.)?

R-4.05 PRORAČUN NAPONA OTVORENOG KOLA I STRUJE KRATKOG SPOJA FOTONAPONSKIH PANELA U NIZU POVEZANIH NA INVERTOR

Autori: Nikola CVETANOVIĆ, Ninoslav SIMIĆ, Miroslav DOČIĆ, Aleksandar ANĐELKOVIĆ

Pitanje za autore:

1. Da li postoji neki način da se zaprljanost panela uvrsti analitički u bilo koji proračun i da li očekujete da bi to značajnije uticalo na rezultate?

R-4.06 PRORAČUN KRATKIH SPOJEVA I TOKOVA SNAGA MIKROMREŽA U OSTRVSKOM REŽIMU I REŽIMU POVEZANOM NA DISTRIBUTIVNU MREŽU

Autori: Luka STREZOSKI, Nikola SIMIĆ

Pitanje za autore:

1. Kako je izabran balansni čvor kada mikromreža radi u ostrvskom radu za proračune tokova snaga?

R-4.07 UVAŽAVANJE NEIZVESNOSTI POTROŠNJE I PROIZVODNJE U PRORAČUNIMA TOKOVA SNAGA I KRATKIH SPOJEVA

Autori: Predrag VIDOVIĆ, Marko OBRENIĆ, Luka STREZOSKI, Andrija SARIĆ

Pitanja za autore:

1. Da li je algoritam za proračun kratkih spojeva koji je izložen u ovom odličnom radu primenjiv na distributivne mreže sa velikim brojem distribuiranih energetskih resursa zasnovanih na inverterima, odnosno onih koji imaju grid kodove i kontrolisana ponašanja tokom kratkog spoja?
2. Ako je primenjiv, na koji način bi se uvažila neizvesnost proizvodnje jednog takvog resursa i korelacija za potrošačem u proračunu kratkih spojeva?
3. Da li očekujete da se primenom izloženog algoritma na pomenute mreže sa kontrolisanim distribuiranim energetskim resursima dobiju različite vrednosti za doprinos struji kvara (ako oni već imaju svoje kontrolne krugove koji ograničavaju njihov doprinos struji kvara), u odnosu na one koji bi se dobili determinističkim pristupom?

R-4.08 PRIKLJUČENJE I UPRAVLJANJE DISTRIBUIRANOM PROIZVODNOM - ZAKONSKI OKVIR U REPUBLICI SRBIJI U POREDZENJU SA ZAHTEVIMA DIREKTIVE 2009/28 O PROMOCIJI KORIŠĆENJA ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA

Autori: Ljiljana HADŽIBABIĆ, Velimir STRUGAR, Nešo MIJUŠKOVIĆ

Pitanja za autore:

1. U poglavlju "Razvoj distributivnog Sistema" pominje se studija razvoja ali ne navodi nikakav podatak o toj studiji, čak ni naslov studije. Koja je studija u pitanju? Stavka 11 upitnika.
2. Pominje se prilog/prilozi ali ih nisam dobio. Da li ga/ih mogu videti? Stavka 11 upitnika.
3. Da li autori imaju orijentacioni uvid u uticaj "kvota" na razvoj kapaciteta E- OIE u Srbiji.

I-4.09 ANALIZA USLOVA RAZVOJA PROJEKTA VETROELEKTRANE ZLATIBOR

Autori: Tamara ĐURIĆ, Tina BJEKIĆ, Željko ĐURIŠIĆ

Pitanja za autore:

1. U radu su predloženi General Electric generatori GE 5.3-158. Zašto su izabrani baš ovi generatori i da li su razmatrani neki drugi tipovi ovog ili drugih proizvođača?
2. U radu nema informacija o periodu povratka investicija. Troškovi i povrat investicija su teme koje bi trebalo komentarisati tokom diskusije.

I-4.10 REKONSTRUKCIJA INFO-KOMUNIKACIONOG SISTEMA ODS – PODIZANJE NIVOVA POUZDANOSTI I EFIKASNOSTI

Autori: Božidar ĆIRIĆ, Miloš STOJKOVIĆ

Pitanja za autore:

1. Prilikom izrade projekta rekonstrukcije i izbora raspoloživih tehnologija, da li je korišćena prethodna studija izvodljivosti koja bi pokazala ekonomsku opravdanost izabranog pristupa?
2. Dugoročno gledano, da li su troškovi održavanja realizovanog sistema na nivou troškova održavanja koje bi korisnik imao i da je izabrao neko drugo, manje efikasno rešenje?
3. Da li postoji ekonomski isplativ metod kojim bi se opisani gubici u distribuciji umanjili i time dodatno povećao stepen efikasnosti (u radu je navedeno da ti gubici iznose 5,6 %)?

I-4.11 ANALIZA ISPLATIVOSTI PRIMENE SOFTVERSKOG OGRANIČENJA SNAGE PRILIKOM PRIKLJUČENJA VETROELEKTRANE NA DISTRIBUTIVNI SISTEM

Autori: Vladan RISTIC, Miljan ŽIKIC

Pitanja za autore:

1. Objasniti softverski metod kojim se ograničava snaga vetroelektrane?
2. Koja je priroda ograničenja zbog kojeg je investitor primoran da priključi vetroelektranu snage ne veće od 7 MW. Da li bi investiranje u rešavanju ograničenja sistema bilo isplativo?
3. Na osnovu merenja brzine vetra, sa grafika se vidi da je ukupno vreme u kom bi se vršilo softversko ograničavanje manje od 1000 sati. Umesto softverskog ograničenja vetroelektrane na 7 MW, da li je razmatrana opcija da se instalira baterija koja bi preuzimala višak proizvodnje u datom periodu?

I-4.12 DINAMIČKO ODREĐIVANJE REAKTIVNE MOGUĆNOSTI SINHRONOG GENERATORA U 110 KV MREŽI

Autori: Jasna DRAGOSAVAC, Žarko JANDA, Jelena PAVLOVIC, Sava DOBRICIC, Zoran ĆIRIC, Jelena NIKOLIC, Zlatko SIMEUNOVIC, Dejan ŽUKOVSKI

Pitanje za autore:

1. Koliko je razmatrani problem aktuelan u aktivnim distributivnim mrežama u kojima se distributivni generatori mogu koristiti kao resurs u operativnom upravljanju i optimizaciji rada distributivnog sistema.

Preferencijalna tema 2:

Efikasno korišćenje električne energije, Upravljanje opterećenjem i Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojlilima

Stručni izvestilac: Boris HOLIK, dipl.el.inž. i Saša MARČETA, dipl.el.inž., ODS EPS Distribucija, Novi Sad, Srbija.

R-4.13 IZAZOV BUDUĆNOSTI – PAMETNE MREŽE

Autor: Dragoslav JOVANOVIĆ

Pitanja za autora:

1. Na koje poslovne procese u distributivnim kompanijama koncept pametnih mreža ima najveći uticaj?
2. Da li se kroz legislativu (npr. pravila o radu distributivnog sistema) u nekim zemljama (regionima) krenulo sa primenom koncepta aktivnih distributivnih mreža?

R-4.14 PRIMENA DC PORTOVA KAO UPRAVLJAČKIH RESURSA ZA OPTIMIZACIJU RADA DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Autori: Dejan IVIĆ, Predrag STEFANOV

Pitanja za autore:

1. U kojim poslovnim procesima u distributivnom sistemu se očekuje najveća primena DC SOP?
2. Kako se određuje optimalan broj, mesta ugradnje i karakteristike DC SOP u distributivnoj mreži?
3. Koliki je očekivani životni vek DC SOP i kolika je njihova pouzdanost (npr. broj kvarova/godišnje i vreme trajanja opravke)? Kakav uticaj ima kvar DC SOP na ostatak mreže?

I-4.15 ELEKTRIČNA VOZILA, NAČINI PUNJENJA, UTICAJ PUNJAČA ELEKTRIČNIH VOZILA NA - ELEKTROENERGETSKE OBJEKTE

Autori: Goran ŽIVKOVIĆ, Dejan PETROVIĆ, Aleksandar JANJIĆ

Pitanje za autore:

1. Na osnovu sprovedene analize da li se može doneti neki opštiji zaključak o mogućem uticaju EV na distributivnu mrežu u regionu koji je razmatran u radu?

I-4.16 PRIMENA FUNKCIJE DNEVNIK DOGAĐAJA U OTKRIVANJU NEOVLAŠĆENE POTROŠNJE

Autori: Nikola ŠLJUKIĆ, Dejan SAVIĆ, Branko OBRADOVIĆ

Pitanja za autore:

1. Da li je primećeno da postoje pogonski događaji koji bi mogli prikazati iste ili slične kodove u dnevniku događaja (npr. brzi APU)?
2. Da li je na osnovu ovih podataka uspešno procesuirana neovlašćena potrošnja?
3. Iz vašeg iskustva i rezultata ovog rada, da li je bolje da se dnevnik događaja podeli u nekoliko specijalizovanih dnevnika kako ne bi učestali pogonski događaj (npr. podnapon) prebrisao značajan događaj koji je vezan za narušavanje integriteta brojila?

R-4.17 ANALIZA VREMENA PROVERE I TAČNOSTI REGISTARA AKTIVNE ENERGIJE ELEKTRIČNIH BROJILA PRI RAZLIČITIM NAČINIMA PODEŠENJA PRENOSNIH ODNOSA MERNIH TRANSFORMATORA

Autor: Dordje DUKANAC

Pitanja za autora:

1. Kakva je uobičajena praksa u EU (npr. Nemačka, Francuska..) za overu ove klase brojila?
2. Da li ste pokušali da stupite u kontakt sa našom nadležnom institucijom u vezi postupka overe brojila koji se radi u Češkoj?

R-4.18 POREĐENJE LABORATORIJA ZA KONTROLISANJE BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE U ODS "EPS DISTRIBUCIJA"

Autori: Tatjana CINCAR VUJOVIĆ, Ivana NARANČIĆ, Dejan RADOSAVLJEVIĆ, Aleksandar NIKOLIĆ, Zoran MAKSIMOVIĆ, Petar DEAK

Pitanje za autore:

- Po autorima, da li je moguće izvršiti neka unapređenja u postojećim procedurama ili korišćenoj opremi kako bi greške merenja u najmanje dve od ispitivanih laboratorija bile minimizovane ili makar bile svedene na slične kao i u ostalim laboratorijama?



Session 4 Report

Technical session 4

DISTRIBUTED PRODUCTION AND EFFICIENT USE OF ELECTRICITY

Chairman of EC 4: Dr. Željko POPOVIĆ, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Within the deadline for receipt of papers and after consideration by reviewers and expert reporters, 18 papers were accepted, of which 12 as papers and 6 as information. For the purpose of more efficient work at the sessions, the papers were grouped into two themes, by combining preferential themes number 2, 3 and number 4 from the call for papers:

- Integration of distributed electricity sources in distribution networks
The expert reporters are Dr. Predrag Vidović and Dr. Neven Kovački, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia and Stanko Knežević, B.Sc., Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Serbia. In this topic, 11 papers were accepted, of which 8 as papers and 3 as information.
- Efficient use of electricity, Load management and Smart meters and systems for remote reading and control of meters.
Expert reporters are Boris Holik, B.Sc. and Sasa Marcheta, B.Sc. in Electrical Engineering, DSO EPS Distribution, Novi Sad, Serbia.
Seven papers were accepted in this theme, of which 4 as papers and 3 as information.

REPORT OF EXPERT REPORTERS

Preferred theme 1:

Integration, management and role of distributed electricity sources in distribution networks

Expert reporters: Dr. Predrag Vidović, Dr. Neven Kovački, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia and Stanko Knežević, B.Sc., Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Serbia.

R-4.01 ADVANCES ON LVRT IMPLEMENTATION AT LV NETWORKS IN THE PROSPECT OF MASS PENETRATION OF DERS

Authors: Dionissis VOGLITSIS, Aristotelis TSIMTSIOS, Ioannis PERPINIAS, Christos KORKAS, Nick PAPANIKOLAOU

Questions for authors:

- Are the proposed methods tested in a real-life network or a test-bed?
- What are the probabilities/frequency of occurrence of the described problems in LV networks?
- What are the risks if the proposed solutions are not implemented but the current solutions are used in a LV network?

R-4.02 OPTIMAL NUMBER AND PLACEMENT OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES FOR IMPROVEMENT OF RELIABILITY INDICATORS IN THE DISTRIBUTION NETWORK

Author/s: Kristina DŽODIĆ, Jelisaveta KRSTIVOJEVIĆ

Questions for authors:

- How is the optimal number of distributed sources to be connected to the network determined?
- How are the locations of automation devices determined?
- Is it in practice that the distribution company determines for the owners of the distributed sources the location on which they will be built?

R-4.03 ELECTRIC VEHICLES CONTRIBUTION FOR FREQUENCY CONTROL

Authors: Jelena STOJKOVIĆ, Predrag STEFANOV

Questions for authors:

- Can other distributed energy resources besides electric vehicles be used for frequency regulation? What are their advantages and disadvantages compared to electric vehicles?
- Can distributed energy resources such as electric vehicles fully take over frequency regulation from conventional power plants?

R-4.04 DISTRIBUTED HYDRO POWER PLANTS WITH KINETIC TURBINES -COMPARATIVE COST-BENEFIT ANALYSIS

Authors: Vladica MIJAILOVIĆ, Vladimir OSTRACANIN

Questions for authors:

1. What is the prevalence of hydrokinetic turbines on rivers / watercourses in the world?
2. What is the exploitation experience in the world related to the operation of these turbines (variations in production, accuracy of power forecast, etc.)?

R-4.05 CALCULATION OF OPEN CIRCUIT VOLTAGE AND CURRENT SHORT CIRCUIT OF PHOTOVOLTAIC PANELS CONNECTED TO THE INVERTER

Authors: Nikola CVETANOVIĆ, Ninoslav SIMIĆ, Miroslav DOČIĆ, Aleksandar ANĐELKOVIĆ

Question for authors:

1. Is there any way to include panel contamination analytically in any calculation and do you expect this to have a significant impact on the results?

R-4.06 POWER FLOW AND SHORT-CIRCUIT CALCULATION OF MICROGRIDS IN GRID-CONNECTED AND ISLANDED OPERATION MODES

Authors: Luka STREZOSKI, Nikola SIMIĆ

Question for authors:

1. How is the balancing node selected when the microgrid operates in island operation for power flow calculations?

R-4.07 UNCERTAINTY CONSIDERATION OF CONSUMPTION AND PRODUCTION IN LOAD FLOW AND SHORT CIRCUIT CALCULATIONS

Authors: Predrag VIDOVIĆ, Marko OBRENIĆ, Luka STREZOSKI, Andrija SARIĆ

Questions for authors:

1. Is the short-circuit calculation algorithm presented in this excellent paper applicable to distribution networks with a large number of distributed energy resources based on inverters, i.e. those that have grid codes and controlled behaviour during a short circuit?
2. If applicable, how would the uncertainty of the production of such resource and the correlation for the consumer in the calculation of short circuits be taken into account?
3. Do you expect that by applying the presented algorithm to the mentioned networks with controlled distributed energy resources, different values will be obtained for the contribution to the fault current (if they already have their control circuits that limit their contribution to the fault current), compared to those that would be obtained by deterministic access?

R-4.08 THE CONNECTION AND DISPATCHING OF DISTRIBUTED GENERATION - A LEGAL FRAMEWORK IN THE REPUBLIC OF SERBIA COMPARED TO THE REQUIREMENTS OF DIRECTIVE 2009/28 ON THE PROMOTION OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Authors: Ljiljana HADŽIBABIĆ, Velimir STRUGAR, Nešo MIJUŠKOVIĆ

Questions for authors:

1. The chapter "Development of the Distribution System" mentions a development study but does not provide any information about that study, not even the title of the study. Which study is in question? Item 11 of the questionnaire.
2. Attachment (s) are mentioned but I did not receive them. Can I see it / them? Item 11 of the questionnaire.
3. Do the authors have an approximate insight into the impact of "quotas" on the development of E-RES capacities in Serbia.

I-4.09 ANALYSIS OF DEVELOPMENT CONDITIONS OF THE ZLATIBOR WIND FARM PROJECT

Author/s: Tamara ĐURIĆ, Tina BJEKIĆ, Željko ĐURIŠIĆ

Questions for authors:

1. The paper proposes General Electric generators GE 5.3-158. Why were these generators specifically chosen and were any other types of this or other manufacturers considered?
2. There is no information in the paper about the period of return on investment. Costs and return on investment are topics that should be commented on during the discussion.

I-4.10 RECONSTRUCTION OF ICT SYSTEM IN ODS - RAISING AVAILABILITY AND EFFICIENCY

Author/s: Božidar ĆIRIĆ, Miloš STOJKOVIĆ

Questions for authors:

1. When preparing the project of reconstruction and selection of available technologies, was a previous feasibility study used that would show the economic justification of the chosen approach?
2. In the long run, are the maintenance costs of the implemented system at the level of maintenance costs that the user would have if he had chosen some other, less efficient solution?

3. Is there an economically viable method by which the described losses in distribution would be reduced and thus further increase the degree of efficiency (the paper states that these losses amount to 5.6%)?

I-4.11 ANALYSIS OF THE COST-EFFECTIVENESS OF SOFTWARE POWER LIMITER'S APPLICATION FOR WIND POWER PLANT CONNECTION TO THE DISTRIBUTION SYSTEM

Author/s: Vladan RISTIĆ, Miljan ŽIKIĆ

Questions for authors:

1. Explain the software method that limits the capacity of a wind power plant?
2. What is the nature of the restriction due to which the investor is forced to connect a wind power plant with a capacity not exceeding 7 MW. Would investing in solving system limitations be profitable?
3. Based on the wind speed measurement, the graph shows that the total time in which the software constraint would be performed is less than 1000 hours. Instead of a software limitation of the wind power plant to 7 MW, was the option of installing a battery to take over the surplus production in a given period considered?

I-4.12 REAL-TIME ESTIMATION OF SYNCHRONOUS GENERATOR IN 110 KV NETWORK

Authors: Jasna DRAGOSAVAC, Žarko JANDA, Jelena PAVLOVIĆ, Sava DOBRIČIĆ, Zoran ĆIRIĆ, Jelena NIKOLIĆ, Zlatko SIMEUNOVIĆ, Dejan ŽUKOVSKI

Questions for authors:

1. To what extent is the considered problem current in active distribution networks in which distribution generators can be used as a resource in operational management and optimization of distribution system operation.

Preferred theme 2:

Efficient use of electricity, Load management and Smart meters and systems for remote reading and control of meters

Expert reporter: Boris Holik, B.Sc. and Sasa Marcheta, B.Sc. in Electrical Engineering, DSO EPS Distribution, Novi Sad, Serbia.

R-4.13 CHALLENGE OF THE FUTURE – SMART GRID

Author: Dragoslav JOVANOVIĆ

Questions for author:

1. Which business processes in distribution companies are affected most by the smart grid concept?
2. Has the concept of active distribution networks been implemented in some countries (regions) through legislation (e.g. rules on the operation of the distribution system)?

R-4.14 APPLICATION OF DC SOFT OPEN POINTS (DCSOP) AS MANAGEMENT RESOURCES FOR OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION NETWORKS OPERATION

Authors: Dejan IVIĆ, Predrag STEFANOV

Questions for authors:

1. In which business processes in the distribution system is the greatest application of DC SOP expected?
2. How is the optimal number, installation sites and characteristics of DC SOP in the distribution network determined?
3. What is the life expectancy of DC SOPs and how reliable are they (e.g. number of failures / year and repair time)? What impact does DC SOP failure have on the rest of the network?

I-4.15 ELECTRIC VEHICLES, CHARGING METHODS, IMPACT OF ELECTRIC VEHICLE CHARGERS ON POWER FACILITIES

Authors: Goran ŽIVKOVIĆ, Dejan PETROVIĆ, Aleksandar JANJIĆ

Question for authors:

1. Based on the conducted analysis, can a more general conclusion be made about the possible impact of EV on the distribution network in the region considered in the paper?

I-4.16 APPLICATION OF THE FUNCTION EVENT LOG IN DISCLOSURE OF UNAUTHORIZED CONSUMPTION

Authors: Nikola ŠLJUKIĆ, Dejan SAVIĆ, Branko OBRADOVIĆ

Questions for authors:

1. Has it been noticed that there are drive events that could display the same or similar codes in the event log (e.g. fast APU)?
2. Has unauthorized consumption been successfully processed on the basis of these data?
3. From your experience and the results of this work, is it better to divide the event log into several specialized logs so that a frequent drive event (e.g. undervoltage) does not overwrite a significant event related to meter integrity violation?

R-4.17 ANALYSIS OF CHECKING TIME AND ACCURACY OF ACTIVE ENERGY REGISTERS OF ELECTRICITY METERS AT VARIOUS WAYS OF ADJUSTING INSTRUMENT TRANSFORMERS RATIOS

Author: Djordje DUKANAC

Questions for author:

1. What is the usual practice in the EU (e.g. Germany, France ...) for verifying this class of meters?
2. Have you tried to contact our competent institution regarding the meter verification procedure in the Czech Republic?

R-4.18 COMPARISON OF LABORATORIES FOR CONTROL OF ELECTRICITY METERS IN ODS "EPS DISTRIBUCIJA"

Authors: Tatjana CINCAR VUJOVIĆ, Ivana NARANČIĆ, Dejan RADOSAVLJEVIĆ, Aleksandar NIKOLIĆ, Zoran MAKSIMOVIĆ, Petar DEAK

Question for authors:

1. According to the authors, is it possible to make some improvements in existing procedures or equipment used in order to minimize measurement errors in at least two of the examined laboratories or at least be reduced to similar ones as in other laboratories?



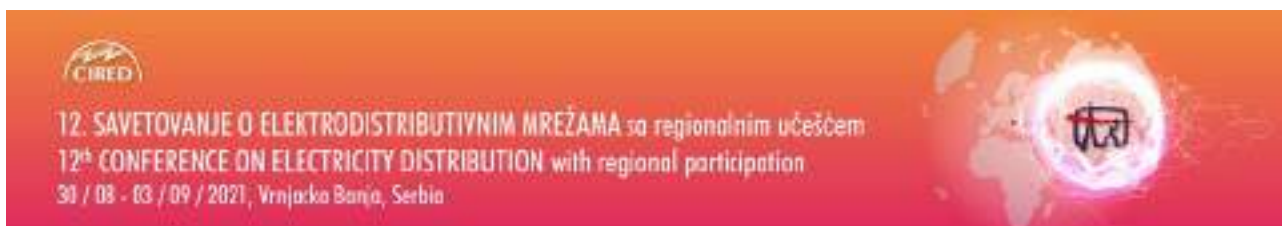
R-4.01

ADVANCES ON LVRT IMPLEMENTATION AT LV NETWORKS IN THE PROSPECT OF MASS PENETRATION OF DERS

Dionissis VOGLITSIS, Aristotelis TSIMTSIOS, Ioannis PERPINIAS, Christos KORKAS, Nick P. PAPANIKOLAOU
Democritus University of Thrace, Xanthi, Greece

This paper summarizes the recent advances on Low Voltage Ride Through (LVRT) implementation at Low Voltage (LV) networks, in the prospect of mass penetration of Distributed Energy Resources (DERs). The reported advances are the outcomes of DGRES-Pro project, focusing on the transformation of typical LV feeders into contemporary flexible electric apparatus, with the use of power electronics conversion units that will be able to accommodate mass penetration of DERs in a safe and effective manner.

Keywords – Low Voltage Ride Through; Distributed Energy Resources; Power Electronics; Distribution Networks



R-4.02

ODREĐIVANJE OPTIMALNOG BROJA I LOKACIJA DISTRIBUIRANIH IZVORA ENERGIJE ZA POBOLJŠANJE POKAZATELJA POUZDANOSTI U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Kristina DŽODIĆ, Jelisaveta KRSTIVOJEVIĆ
Elektrotehnički fakultet, Srbija

Tokom poslednjih decenija uvođenje obnovljivih izvora energije u distributivne mreže, u vidu distribuiranih jedinica relativno male snage, je postavilo niz izazova u upravljanju, projektovanju i planiranju distributivnih sistema. Procena pouzdanosti distributivnih sistema je složen tehničko-ekonomski problem, na koji utiče veliki broj faktora među kojima su intenzitet kvarova, vreme popravke ili zamene komponente, konfiguracija sistema, stepen i promenljivost opterećenja. Priklučenje distribuiranih izvora može potencijalno smanjiti vreme trajanja prekida napajanja određenom broju potrošača nakon kvara u mreži i time poboljšati pouzdanost mreže. To će se desiti ukoliko distribuirani izvor ima tehničke karakteristike koje mu omogućavaju da može da radi u ostrvskom radu, da to dozvoljava stepen automatizacije distributivne mreže, kao i da važeća tehnička regulativa zemlje dozvoljava ostrvski rad. U kojoj meri priklučenje distribuiranog izvora može doprineti poboljšanju pouzdanosti zavisi kako od broja priključenih distribuiranih izvora, njihove snage i vrste, tako i od tačke njihovog priključenja u mreži. U radu je predložen algoritam za određivanje optimalnog broja i lokacija jedinica distribuirane proizvodnje, tako da se postigne najveće unapređenje pouzdanosti sistema. Prilikom

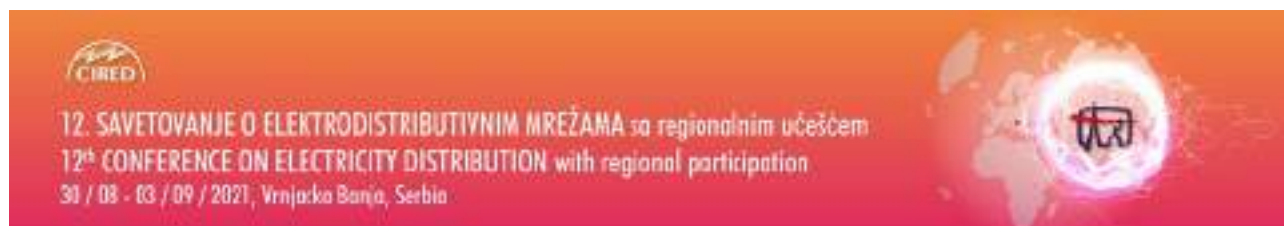
donošenja odluke o optimalnom broju i optimalnim lokacijama distribuiranih izvora posmatrane su vrednosti pokazatelja pouzdanosti distributivnih sistema i analiziran je i uticaj distribuiranih izvora na novčani iznos štete nastale usled prekida napajanja. Tokom proračuna pokazatelja pouzdanosti uvažena je neizvesnost u proceni proizvodnje distribuiranih izvora i snage potrošnje primenom Monte Carlo simulacija (MSC).

Ključne reči: Distribuirani izvori, pokazatelji pouzdanosti, Monte Carlo simulacija

OPTIMAL NUMBER AND PLACEMENT OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES FOR IMPROVEMENT OF RELIABILITY INDICATORS IN THE DISTRIBUTION NETWORK

In recent decades, the introduction of renewable energy resources in distribution networks, in the form of distributed units of relatively small power, has posed many challenges in the distribution system operation, design and planning. Assessing the reliability of distribution systems is a complex technical and economic problem, which is influenced by a number of factors, including failure rate, component repair or replacement times, system configuration, degree and load variability. Integration of a distributed generation unit can potentially reduce the duration of power outage for a certain number of consumers after a network failure, and thus improve network reliability. This could happen if a distributed source has the technical characteristics that enable its island operation, if the degree of automation of the distribution network allows it, and if it is in accordance with the current technical regulations of the country. The extent to which integration of distributed sources can improve reliability depends on the number of connected distributed sources, their power and type, and the point of common coupling. This paper proposes an algorithm for determining the optimal number and location of distributed generation units to achieve the greatest improvement in system reliability. The optimal number and optimal locations of distributed sources were determined based on the values of the reliability indicators of distribution systems and the impact of distributed sources on the total interruption damage cost was analyzed. The uncertainty in the estimation of production of distributed sources and power consumption was taken into account by using Monte Carlo simulations (MSC) for the calculation of the reliability indicators.

Key words: Distributed energy resources, reliability indicators, Monte Carlo Simulation



R-4.03

UPOTREBA ELEKTRIČNIH VOZILA U REGULACIJI FREKVENCIJE

Jelena STOJKOVIĆ, Predrag STEFANOV
Elektrotehnički fakultet - Univerzitet u Beogradu, Srbija

Trend dekarbonizacije energetskog sektora stavio je obnovljive izvore u prvi plan u pogledu proizvodnje električne energije. Međutim, njihova intermitentna i stohastička priroda unela je dodatnu složenost pri balansiranju proizvodnje i potrošnje u sistemu. Kao indikator uravnoteženosti ove dve veličine, frekvencija predstavlja bitan pokazatelj stanja u sistemu i potrebno je da se održava unutar definisanih granica. Integracija obnovljivih izvora energije zahteva povećanje regulacione rezerve koje su tradicionalno pružale konvencionalne proizvodne jedinice što dodatno povećava eksploatacione troškove. S druge strane, klimatske promene i zahtevi za smanjenjem emisije CO₂ su popularizovali električna vozila koja postaju sve više zastupljena u transportu. Treba naglasiti da upotreba električnih automobila jedino ima smisla kada se za njihovo punjenje koristi električna energije dobijena iz obnovljivih izvora. Zbog toga, integracija obnovljivih izvora predstavlja bitan preduslov za korišćenje električnih vozila. S druge strane, baterije električnih vozila mogu da se iskoriste kao važan resurs u energetskom sistemu i mogu da pruže dodatne usluge u pogledu regulacije frekvencije. Sposobnost da kontrolisano preuzimaju, odnosno vraćaju energiju u mrežu i da to rade jako brzo im daje mogućnost da učestvuju u primarnoj regulaciji frekvencije i da na taj način olakšaju dalju integraciju obnovljivih izvora energije. U ovom radu će biti opisana upravljačka strategija kojom električna vozila učestvuju u regulaciji frekvencije bez uticaja na komfor korisnika. Algoritam će biti verifikovan kroz komparativnu analizu kada električna vozila učestvuju i ne učestvuju u regulaciji frekvencije za karakterističan scenario.

Ključne reči: regulacija frekvencije, električna vozila, inteligentne mreže, obnovljivi izvori energije

ELECTRIC VEHICLES CONTRIBUTION FOR FREQUENCY CONTROL

The decarbonization trend of the energy sector has put renewables at the forefront in terms of electricity generation. However, their intermittent and stochastic nature added additional complexity in balancing generation and demand in the system. As an indicator of the balance of these two quantities, frequency is an important system marker and its value must be maintained within

defined limits. The integration of renewable energy sources requires an increase in the regulatory reserves traditionally provided by conventional generation units, which further increases operating costs. On the other hand, climate change and demand to cutback CO₂ emission have popularized electric vehicles. It should be emphasized that the use of electric cars only makes sense when they are using electricity from renewable sources for charging. Therefore, the integration of renewables is an essential prerequisite for using electric vehicles. Electric vehicle batteries, on the other hand, can be used as an important resource in the energy system and can provide additional services in terms of frequency control. The ability to take and return energy to the grid in a controlled manner and the fact that they can do it fast gives them the opportunity to participate in primary frequency control and thus facilitate the further integration of renewable energy. This paper will describe the control strategy by which electric vehicles participate in frequency control without affecting user comfort. The algorithm will be verified through comparative analysis when electric vehicles participate and do not participate in frequency control for a characteristic scenario.

Key words: frequency control, electric vehicles, smart grid, renewable energy



R-4.04

MALE HIDROELEKTRANE SA KINETIČKIM TURBINAMA - PREGLED I UPOREDNA TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA

Vladica MIJAILOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Čačak
Vladimir OSTRACANIN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Kraljevo

U radu je dat detaljan pregled karakteristika hidrokinetičkih turbina, čijom primenom se izbegava izgradnja brana u malim hidroelektranama, a time i negativni efekti na okolinu. Navedeni su ključni eksploatacioni principi i dati su osnovni ekonomski proračuni za realne ulazne podatke.

Ključne reči: Kinetičke turbine, klasifikacija, eksploatacioni aspekti, troškovi nabavke.

SMALL HYDROPOWER PLANTS WITH KINETIC TURBINES - AN OVERVIEW AND COMPARATIVE COST-BENEFIT ANALYSIS

The paper gives a detailed overview of the characteristic of hydrokinetic turbines, whose application avoids the construction of a dam in small hydroelectric power plants, as well as negative effects on the environment. The key principles of exploitation are outlined and basic economic costs for real input data are given.

Key words: Kinetic turbines, classification, exploitation aspects, purchase cost.



R-4.05

PRORAČUN NAPONA OTVORENOG KOLA I STRUJE KRATKOG SPOJA FOTONAPONSKIH PANELA U NIZU POVEZANIH NA INVERTOR

Nikola CVETANOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Odsek Leskovac, Srbija
Ninoslav SIMIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“ Beograd, Srbija
Miroslav DOČIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Odsek Leskovac, Srbija
Aleksandar ANĐELKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Odsek Leskovac, Srbija

Proizvodnja električne energije u solarnim elektranama se odvija fotonaponskom konverzijom Sunčevog zračenja u električnu energiju putem fotonaponskih panela, koji se postavljaju u nizove. Prema dosadašnjim iskustvima potrebno je posvetiti veću pažnju proračunu broja panela u nizu. U ovom radu je, na konkretnom primeru solarne elektrane snage 200 kW, detaljno predstavljen

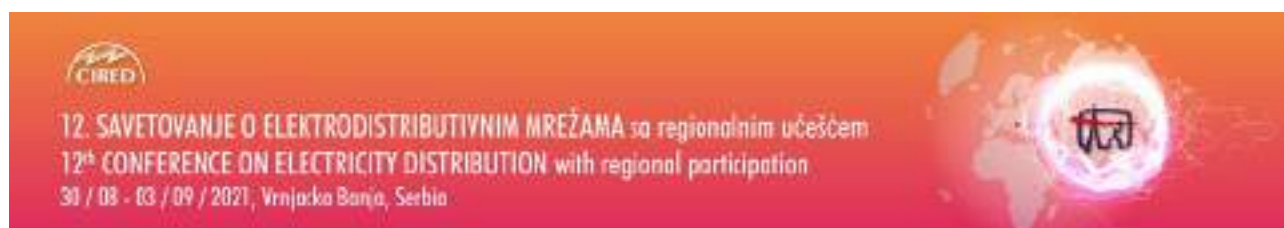
proračun struje kratkog spoja i napona otvorenog kola panela koji su priključeni na invertore. Analiziran je uticaj broja panela u nizu sa stanovišta vrednosti napona u granicama prihvatljivim za pravilan rad invertora i pri tome je razmatran i uticaj temperature ambijenta na vrednost napona panela povezanih u nizove. Dobijene vrednosti napona otvorenog kola u zavisnosti od broja panela i temperature su prikazane tabelarno. Na osnovu proračuna, odnosno minimalne i maksimalne granične vrednosti napona, za datu elektranu je definisan optimalan broj panela u jednom nizu. Cilj rada je da se ukaže na potrebu za detaljnim proračunom broja panela u nizu, sa svrhom izbegavanja ispada ili oštećenja invertora tokom eksploatacije solarne elektrane.

Ključne reči: solarna elektrana, fotonaponski panel, napon otvorenog kola, struja kratkog spoja, inverter.

CALCULATION OF OPEN CIRCUIT VOLTAGE AND CURRENT SHORT CIRCUIT OF PHOTOVOLTAIC PANELS CONNECTED TO THE INVERTER

The production of electricity in photovoltaic power plants is done by photovoltaic conversion of solar radiation into electricity through photovoltaic panels, which connected electrically in series. Based on the past experience, more attention should be paid to calculating the number of panels in a string. In this paper, we present in a detailed calculation of the short-circuit current and open circuit voltage of the panels connected to the inverters, through a specific example of a 200 kW solar power plant. The influence of the number of panels in a string was analyzed from the standpoint of voltage values within the limits acceptable for the proper operation of the inverters. The effect of ambient temperature on the value of the voltage of the panels connected to the series was also considered. The obtained open circuit voltage values, depending on the number of panels and temperature, are shown in tables. We defined the optimal number of panels in a string based on the calculation, that is, the minimum and maximum voltage limit values for the given power plant. The aim of the paper is to point out the need for a detailed calculation of the number of panels in a string, in order to avoid power failures or prevent damage of inverter during the operation of a solar power plant.

Key words: solar power plant, photovoltaic cell, photovoltaic panel, short-circuit current, open circuit voltage, inverter.



R-4.06

PRORAČUN KRATKIH SPOJEVA I TOKOVA SNAGA MIKROMREŽA U OSTRVSKOM REŽIMU I REŽIMU POVEZANOM NA DISTRIBUTIVNU MREŽU

Luka V. STREZOSKI, Nikola G. SIMIĆ
Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

Mikromreža je novi koncept u sklopu elektroenergetskih sistema, definisana od strane Departmana za energetiku Sjedinjenih Američkih Država kao "Grupa povezanih potrošača i distribuiranih energetske resursa (DER) sa jasno definisanim električnim granicama, koja se ponaša kao jedan upravljivi entitet koji može da radi u režimu povezanom na distributivnu mrežu, kao i u ostrvskom režimu". S obzirom na mogućnost mikromreže da radi u oba režima, struje kratkih spojeva se jako razlikuju kada mikromreža pređe iz jednog režima u drugi. U režimu povezanom na distributivnu mrežu, najveći deo struje kvara dolazi iz sistema, dok uticaj DER povezanih na mikromrežu ne prelazi 10-20% od ukupne struje, u zavisnosti od tipa i lokacije DER. S druge strane, u ostrvskom režimu rada, jedini izvori struje kvara jesu DER, pa je zato i ukupna struja u ostrvskom režimu mnogo manja nego u režimu povezanom na distributivnu mrežu. S obzirom da se podešenje i koordinacija relejne zaštite bira direktno u odnosu na proračunatu struju kvara, velike razlike u ovoj struji mogu da izazovu neadekvatno podešenje, odnosno nereagovanje relejne zaštite i samim tim opasnost po zaštitu sistema. Zato je proračun struje kvara u mikromrežama od suštinskog značaja i on mora da bude izuzetno precizan i robusan, nezavisno od toga u kom režimu mikromreža radi. U ovom radu vršeni su proračuni tokova snaga, a zatim i proračuni struje kvara izazvanog različitim tipovima kratkih spojeva, u realnim mikromrežama, u oba režima rada. Testovi su vršeni u softveru koji su autori razvili, a rezultati su verifikovani koristeći se industrijskim "hardware-in-the-loop (HIL)" uređajem, priznatim u svetu kao jednim od najpreciznijih uređaja ovog tipa. Rezultati pokazuju da se struje kvara značajno razlikuju u zavisnosti od režima rada mikromreže, i time u velikoj meri utiču na podešenje relejne zaštite. Da bi se ovaj izazov prevazišao, potrebno je razviti izuzetno precizan metod za proračun struje kvara mikromreže, kao i algoritam za adaptivnu relejnu zaštitu u realnom vremenu, koji bi bio zasnovan na ovom metodu. Na osnovu izvedenih zaključaka, u radu su predloženi pravci za buduća istraživanja.

Ključne reči: Distribuirani energetske resursi, mikromreže, proračun kratkih spojeva, proračun tokova snaga

POWER FLOW AND SHORT-CIRCUIT CALCULATION OF MICROGRIDS IN GRID-CONNECTED AND ISLANDED OPERATION MODES

Microgrid is an emerging concept in power systems, defined by the US Department of Energy as „a group of interconnected loads and distributed energy resources (DERs) with clearly defined electrical boundaries that acts as a single controllable entity with respect to the grid and can connect and disconnect from the grid to enable it to operate in both grid-connected or islanded modes“. Because of the ability of a microgrid to properly operate in both modes, its fault currents differ widely when a microgrid switches from one mode to another. In the grid-connected mode, the most significant fault current source is the utility grid, whereas DERs contribute to the fault current in a range of 10-20%, depending on their type and locations. On the other hand, in the islanded mode, the only fault current sources are DERs and therefore the total fault current is significantly lower compared to the grid-connected mode. As the fault current directly dictates the relay protection setting and coordination in the microgrid, significant differences in fault current magnitudes in two distinct modes of operation can cause inadequate settings and consequently maloperation of the protective equipment. Thus, the fault calculation in the microgrid needs to be very robust and precise and needs to be able to provide accurate results regardless of the microgrid's mode of operation. In this paper we first calculated power flows in the microgrid in two distinct operation modes, and consequently we explored the differences in the fault currents of microgrids in both modes of operation. The test results are obtained with the in-house-made software solution and verified by using industry-grade state-of-the-art hardware-in-the-loop (HIL) device. The results show that the fault currents significantly differ depending on the operating mode, and thus highly influence the protection system. To cope with this significant challenge, a highly precise fault calculation algorithm specially oriented towards microgrid's structure needs to be developed, and consequently, an adaptive relay protection method that would adapt its settings in real time based on the fault calculation results must emerge. These urgent challenges for the future research directions are also comprehensively discussed in the paper.

Key words: Distribution energy resources, microgrids, fault calculation, power flow



R-4.07

UVAŽAVANJE NEIZVESNOSTI POTROŠNJE I PROIZVODNJE U PRORAČUNIMA TOKOVA SNAGA I KRATKIH SPOJEVA

Predrag M. VIDOVIĆ, Marko Z. OBRENIĆ, Luka V. STREZOSKI, Andrija T. SARIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

U distributivnim mrežama nalazi se veliki broj potrošača, kao i obnovljivih distribuiranih resursa – generatora, kao što su solarni, vetro, hidro generatori i drugi. I potrošači i generatori imaju neizvesnu potrošnju, odnosno proizvodnju, respektivno. Često je moguće uspostaviti korelacije između tih potrošnji i proizvodnji. Te korelacije definišu se preko faktora korelacija. Robusni proračuni u distributivnim mrežama moraju da uvažavaju te neizvesnosti koje su neodvojiv deo potrošnje i proizvodnje. U ovom radu data su dva osnovna proračuna distributivnih mreža – tokovi snaga i kratki spojevi, koji uvažavaju neizvesnosti potrošnje i proizvodnje. Rezultati tih proračuna dati su na dve vrste mreža, na test mreži sa 6 čvorova i na realnoj distributivnoj mreži sa 1003 čvora. Rezultati na tim mrežama pokazuju da se predloženi algoritmi mogu koristiti za proračune režima mreža kada postoje neizvesnosti potrošnje i proizvodnje, dok rezultati na realnoj distributivnoj mreži pokazuju da se ti algoritmi mogu koristiti i za velike distributivne mreže.

Ključne reči: distributivna mreža, tokovi snaga, kratki spojevi, neizvesnost, intervali.

UNCERTAINTY CONSIDERATION OF CONSUMPTION AND PRODUCTION IN LOAD FLOW AND SHORT CIRCUIT CALCULATIONS

In distribution networks there are many energy consumers, as well as distributed energy resources – distributed generators, such as: solar, wind, small hydro and many others. Both energy consumers and generators have the uncertain consumption and production, respectively. Correlation between consumption and generation often can be established. The mentioned correlation should be defined with a correlation coefficient. Robust calculations in distribution networks need to consider the uncertainties that are an inseparable part of the consumption and generation. In this paper, two basic calculations in distribution networks are presented – load flow and short circuit calculations, with considered uncertainties of consumption and generation. Results of these calculations are presented on two networks, 6-bus test network and 1003-bus real distribution network. The results show that the proposed algorithms can be used for calculation of regime when uncertainties of the consumption and generation are present, while the results on the real distribution network show that the algorithms can also be performed on large-scale distribution networks.

Key words: distribution network, load flow, short circuits, uncertainty, intervals.



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjačka Banja, Serbia



R-4.08

PRIKLJUČENJE I UPRAVLJANJE DISTRIBUIRANOM PROIZVODNOM – ZAKONSKI OKVIR U REPUBLICI SRBIJI U POREDJENJU SA ZAHTEVIMA EU DIREKTIVE 2009/28 O PROMOCIJI KORIŠĆENJA ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA

Ljiljana. HADŽIBABIĆ, Gopa-intec, Srbija
Velimir STRUGAR, EPCG ad Nikšić, Crna Gora
Nešo MIJUŠKOVIĆ, Omega plus, Srbija

Distribuirana proizvodnja¹ (DP) u Srbiji se razvijala veoma sporo, ali očekuje se povećano interesovanje investitora nakon donošenja paketa energetske zakona u aprilu 2021. godine. Može se očekivati uključivanje značajne snage u distributivni sistem, što zahteva novi pristup u planiranju razvoja i upravljanju distributivnim sistemom.

U okviru projekta IPA (Instrument za prepristupnu pomoć) 2016, koji se finansira sredstvima Evropske unije, u toku je izrada projekta "Studija o modalitetima za uključivanje elektrana koje koriste obnovljive izvore energije u srpsku distributivnu mrežu i pametne mreže". Jedan od zadataka ove studije je i pregled domaćih propisa koji se odnose na priključenje distribuiranih elektrana i upravljanje distributivnim sistemom, kao i prepoznavanje praznina u domaćim propisima u odnosu na zahteve Direktive EU 2009/28 o promociji korišćenja obnovljivih izvora energije.

Autori su analizirali relevantne domaće propise, pre svega Zakon o energetici („Službeni glasnik RS”, br.145/14 i 95/18 - dr. zakon, ZoE), Zakon o izmenama i dopunama ZoE, Zakon o obnovljivim izvorima energije, Zakon o energetskej efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije (sva tri su objavljena u „Službenom glasniku RS”, br.40/2021), kao i niz podzakonskih akata. Utvrđeno je da je veliki broj odredbi iz Direktive 2009/28 već ugrađen u pravni sistem Republike Srbije koji se tiče distribuirane proizvodnje. U ovom radu će biti predložene mere za prevazilaženje ograničenja, kako bi se olakšalo priključenje i integracija distribuirane proizvodnje u distributivni sistem i bolje definisala uloga Operatora distributivnog sistema, u cilju ubrzavanja razvoja i boljeg funkcionisanja distributivnog sistema i tržišta električne energije, na način predviđen Direktivom 2009/28.

Ključne reči: distributivni sistem, distribuirana proizvodnja, priključenje, upravljanje, obnovljivi izvori energije

CONNECTION AND OPERATION OF DISTRIBUTED GENERATION - LEGAL FRAMEWORK IN THE REPUBLIC OF SERBIA COMPARED TO THE REQUIREMENTS OF EU DIRECTIVE 2009/28 ON THE PROMOTION OF THE RENEWABLE ENERGY USE

Distributed generation (DG) in Serbia is developing very slowly, but increased investor interest is expected after the adoption of the energy law package in April 2021. It can be expected significant distributed power, which requires a new approach to managing the distribution system.

As a part of the IPA (Instrument for Pre-Accession Assistance) 2016 project, funded by the European Union, the project "Study on modalities to include electricity from renewable energy sources into the Serbian distribution network and smart grids" is under preparation. One of the tasks of this study is to review domestic regulations relating to the connection of DG and the DS dispatching, as well as identifying gaps in domestic regulations in relation to the requirements of EC Directive 2009/28 on the promotion of the use of renewable energy sources.

The authors have analyzed the relevant domestic regulations, notably the Energy Law ("RS Official Gazette", No. 144/14 and 95/18 - other law), the Law on Amendments to the Law on Energy, Law on Renewable Energy Sources, Law on Energy Efficiency and Rational Use of Energy (all three were published in the "Official Gazette of RS", No. 40/2021), as well as some by-laws. It is concluded that a large number of the EU Directive 2009/28 provisions have already been incorporated into the legal system of the Republic of Serbia concerning DG. Supplementing the regulations, in the manner provided by this Directive, could significantly encourage the development of DG and ensure the placement of their production.

This paper will propose some measures to overcome constraints to facilitate the connection and integration of DG into the DS and to better define the role of the DS Operator in order to accelerate the development and better functioning of the distribution system and the electricity market, in the manner envisaged by EU Directive 2009/28.

Keywords: distribution system, distributed generation, connection, dispatching, renewable energy sources

¹ Distribuirana proizvodnja električne energije, poznata i pod nazivom decentralizovana proizvodnja električne energije, ili distribuirana energija, je proizvodnja električne energije iz malih energetskih izvora priključenih na distributivni sistem.



I-4.09

REKONSTRUKCIJA INFO-KOMUNIKACIONOG SISTEMA ODS – PODIZANJE NIVOA POUZDANOSTI I EFIKASNOSTI

Božidar ĆIRIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Miloš STOJKOVIĆ, ENEL PS, Beograd, Srbija

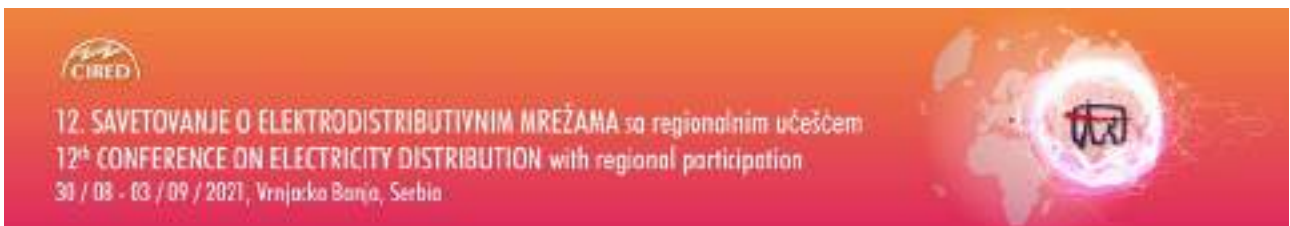
Srce informaciono-komunikacionog sistema ODS su data centri i telekomunikacioni čvorovi širom Srbije. Na ovim lokacijama u produkciji su najvažnije aplikacije za rad elektro-distributivnog sistema, i smestena je oprema za sledeće sisteme: SCADA, GIS, TIS, šalter sale (naplata računa), storidži, telekomunikaciona oprema (za potrebe SCADA-e, WAN mreže ODS-a, ...) PP zaštita, video nadzor, telefonske centrale. Od 2017. do sada su urađene rekonstrukcije u DDC Beogradu, DDC Kragujevcu, DDC Nišu, PDC Somboru, PDC Subotici, PDC Šapcu, PDC Pančevu, ODC Mladenovcu, ODC Krnjači, ODC Obrenovcu, poslovnicu Kalemegdan, poslovnicu Banovo Brdo, TK čvor Indija. Prethodno stanje ovih tehničkih prostorija nije bilo na nivou IKT opreme koja se nalazila unutra. Klimatizacija je trosila ogromne količine energije, a na mnogim mestima besprekidno napajanje se svelo na male rekovske UPS-ove. Rekonstrukcijom je pouzdanost podignuta na nivo Tier III (prema Tier Standardu Uptime Institute-a), a koeficijent efikasnosti data centra u Beogradu PUE (power usage effectiveness) je dostigao 1,5.

Ključne reči: data centar, ikt oprema, efikasnost, pouzdanost, pue

RECONSTRUCTION OF ICT SYSTEM IN ODS - RAISING AVAILABILITY AND EFFICIENCY

The heart of ODS-s ICT system consists of the data center and telecommunication nodes around Serbia. These locations are hosting important applications for the power distribution system, and are also housing the equipment for next systems: SCADA, GIS, TIS, desk centers (billing), storage, telecommunication equipment (serving SCADA, WAN,..) fire protection, video surveillance, phone centrals. From 2017. till present next locations have been reconstructed: DDC Belgrade, DDC Kragujevac, DDC Niš, PDC Sombor, PDC Subotica, PDC Šabac, PDC Pančevo, ODC Mladenovac, ODC Krnjača, ODC Obrenovac, business office Kalemegan, business office Banovo Brdo, TK node Indija. The condition of these locations before wasn't match with the ICT equipment inside. Air conditioning was using a lot of energy, and the UPS units were small rack units with limited autonomy. Reconstruction raised the level of availability to Tier III (according to Tier Standard, Uptime Institute) and the PUE (power usage effectiveness) reached 1,5.

Key words: data center, ict equipment, efficiency, availability, pue



I-4.10

ANALIZA USLOVA RAZVOJA PROJEKTA VETROELEKTRANE ZLATIBOR

Tamara ĐURIĆ, Tina BJEKIĆ, Željko ĐURIŠIĆ
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

U poslednjih nekoliko godina u elektroenergetski sistem Srbije ušli su u pogon značajni proizvodni kapaciteti vetroelektrana, koje su locirane na relativno malom prostoru južnog Banata. U ovom regionu se razvija trenutno još preko 2000 MW projekata vetroelektrana čije se potencijalno priključenje planira do kraja 2030. godine. S obzirom da sve vetroelektrane u ovom regionu imaju sličan vremenski profil proizvodnje, jer se nalaze u istom klimatskom regionu u pogledu vetra, problem balansiranja snage ovih vetroelektrana predstavlja jedan od glavnih problema integracije ovih izvora u perspektivni elektroenergetski sistem. Dalji razvoj projekata vetroelektrana zahteva njihovu disperzivnost u prostornom smislu čime se stižu povoljniji uslovi rada elektroenergetskog sistema i smanjenje potreba za regulacionim kapacitetima. U ovom radu analizirani su osnovni tehnički preuslovi razvoja projekta vetroelektrane na teritoriji Zlatibora. Na osnovu raspoloživih podataka o potencijalu energije vetra, urbanističkim uslovima gradnje, razvijenoj putnoj infrastrukturi i elektroenergetskoj mreži biće definisana potencijalna lokacija vetroelektrane Zlatibor. Na osnovu

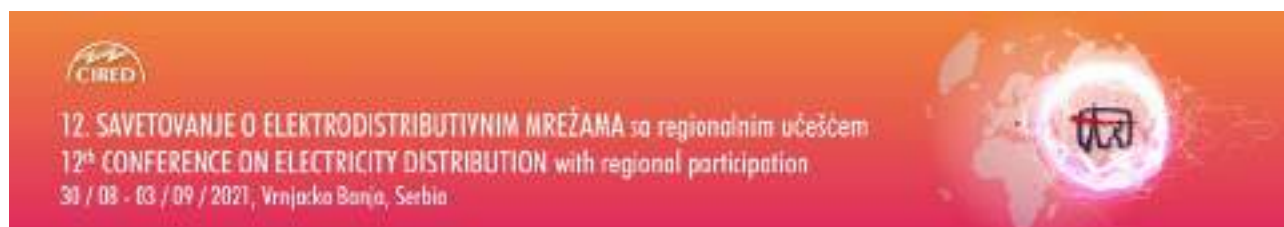
procenjenih parametara vetra biće izvršen preliminarni izbor vetroagregata, definisan prostorni raspored i procenjena očekivana godišnja proizvodnja. Biće dato i idejno rešenje priključenja ove elektrane na elektroenergetski sistem.

Ključne reči: vetroenergetski potencijal, vetroelektrana, idejno rešenje integracija u elektroenergetski sistem

ANALYSIS OF DEVELOPMENT CONDITIONS OF THE ZLATIBOR WIND FARM PROJECT

In the last couple of years, in the electric power system of Serbia, there have been installed significant capacities of wind farms, which are all located in a relatively small area of southern Banat. In this region, currently there are more than 2000 MW of wind farms, that are yet to be installed, potentially by the end of 2030. Because of their location in the same climatic region, and therefore dependence on the same wind profile, one of the main problem of their integration into the future power system is power balancing. Further development of wind farm projects requires their spatial dispersion, which would improve operating conditions of the power system and reduce the need for regulatory capacities. In this paper, the basic technical preconditions for development of possible wind farm project on mountain Zlatibor will be analyzed. Based on available data of wind energy potential, urban planning conditions, existing road infrastructure and power grid, the potential location of future wind farm Zlatibor will be defined. Preliminary choice of wind turbine, its spatial arrangement and annual estimated production (AEP) will be given according to assessed parameters of the wind. The conceptual design of connection of this power plant to the power system will be given.

Key words: wind energy potential, wind farm, conceptual design, integration to power system



I-4.11

ANALIZA ISPLATIVOSTI PRIMENE SOFTVERSKOG OGRANIČENJA SNAGE PRILIKOM PRIKLJUČENJA VETROELEKTRANE NA DISTRIBUTIVNI SISTEM

Vladan RISTIĆ, Miljan ŽIKIĆ
AD Elektromreža Srbije, Beograd, Srbija

U skladu sa Zakonom o energetici Republike Srbije i odgovarajućim Tehničkim preporukama ODS „EPS Distribucija“, malim elektranama, čije se priključenje može razmatrati na distributivnom naponskom nivou, smatraju se elektrane čija instalisana snaga ne premašuje 10 MW. Kako bi se, na adekvatan način, sagledala i potencijalna ograničenja elemenata distributivnog sistema, u radu je pretpostavljeno da je investitor pokušao da prijavi projekat priključenja vetroelektrane instalisane snage jednake 10 MW, ali da je njegova prijava odbijena, uz obrazloženje da, na odabranoj lokaciji, zbog ograničenja samog sistema, snaga razmatranog generatorskog kapaciteta ne sme biti veća od 7 MW. Stoga, temu rada sačinjava energetska i ekonomska analiza, prilikom koje su razmatrane dve moguće odluke investitora, ukoliko isti ne bi odustao od projekta: da smanji instalisanu snagu elektrane na vrednost od 7 MW ili da u svoj projekat uvede izvesno softversko ograničenje pomoću koga bi se obezbedilo da snaga proizvodnje elektrane instalisane snage od 10 MW ni u jednom trenutku ne pređe iznos od 7 MW, što bi svakako zahtevalo veće početne investicije, ali bi takođe moglo garantovati i veće prihode nego prva navedena opcija. Da bi se analiza sprovedla, proračuni su rađeni na vremenskom horizontu od godinu dana, pri čemu je snaga kojom vetroelektrana raspolaže u svakom satu definisana na osnovu merenih vrednosti brzine vetra, nakon čega je, za svaku od sagledanih varijanti, određena stvarna snaga proizvodnje elektrane u tom satu. Sumiranjem snaga na godišnjem nivou dobijena je ukupna energija koja se iz elektrane plasira u sistem, koja je, potom, kvantifikovana u novčana sredstva množenjem odgovarajućom jediničnom cenom. Pošto se ekonomski parametri smatraju ključnim za investitora u projekat, na samom kraju je, uz uvažavanje poznavanja početnih ulaganja u vetroelektranu, za svaku od razmatranih opcija određen i period otplate investicija, te je sprovedena i uporedna analiza rešenja bazirana na ovom kriterijumu i, zatim, izdvojena povoljnija opcija.

Ključne reči: integracija obnovljivih izvora, softversko ograničenje snage, period otplate investicije, priključenje vetroelektrane, smanjenje rizika od preopterećenja

ANALYSIS OF THE COST-EFFECTIVENESS OF SOFTWARE POWER LIMITER'S APPLICATION FOR WIND POWER PLANT'S CONNECTION TO THE DISTRIBUTION SYSTEM

In line with the Law on Energy of the Republic of Serbia and the appropriate Technical Recommendations of DSO „EPS Distribucija“, the power plant can be connected to the distributive voltage level if its installed capacity does not exceed 10 MW. In order for the potential limitations of the elements of the distribution network to be taken into account, it was presumed that the investor had attempted to apply for the connection of the wind power plant with the installed capacity equal to 10 MW, but that his application was denied, with the explanation that, due to the system limitations, power of the generation capacity on the chosen

location cannot be greater than 7 MW. Therefore, the subject of this paper is the analysis that encompasses both technical and economical aspects, in which two possible decisions of the investor were included: that he could reduce the installed power of the plant to 7 MW or that he could use a certain type of software limiter that could guarantee that the generation power of the plant with the installed capacity of 10 MW would never go beyond 7 MW, which would require more expenses, but could also mean higher profit than the first option. In this analysis, the calculations were performed for the year-long time horizon, with the available power of the plant determined based on the measured wind speeds. After that, the generation power in each hour was specified for both scenarios, followed by the summing of these values to obtain yearly energy production, which was multiplied by the unit energy price to be converted to profit for the investor. In the end, the return of investment period, which is seen as the essential information for the plant's investor, was calculated for both options, allowing the possibility of their comparative analysis.

Key words: renewable sources integration, software power limiter, return of investment period, wind power plant connection, mitigation of overload risks



I-4.12

DINAMIČKO ODREĐIVANJE REAKTIVNE MOGUĆNOSTI SINHRONOG GENERATORA U 110 KV MREŽI

Jasna DRAGOSAVAC, Žarko JANDA, Jelena PAVLOVIĆ, Sava DOBRIČIĆ, Zoran ĆIRIĆ
Elektrotehnički institute "Nikola Tesla", Srbija
Jelena NIKOLIĆ, Zlatko SIMEUNOVIĆ, Dejan ŽUKOVSKI, JP EPS, TE "Kostolac", Srbija

Sa priključivanjem distribuirane proizvodnje na distributivnu mrežu javlja se potreba za promenom načina regulacije napona u distributivnoj mreži. Priključenjem distribuirane proizvodnje menjaju se tokovi aktivnih i reaktivnih snaga, raspodela napona u mreži i dinamika promene napona u mreži. Javljuju se novi izazovi i to su regulacija napona u tački koja nije na krajevima generator jer je neophodno uzeti i uticaj aktivnih tokova na veličinu napona u tački priključenja na mrežu i dinamiku promene aktivne i reaktivne snage distribuiranih generatora čija je proizvodnja zavisna od prisustva energenta. Klasični izvori, hidro i termo, imaju mogućnost poravnanja nivoa generisane aktivne i reaktivne snage u cilju održavanja željenih frekventnih i naponskih prilika. To je prilika da se kroz ostvarivanje dodatnih funkcionalnosti klasičnih izvora realizuju nove usluge koje mogu da doprinesu povećanju ekonomičnosti rada klasičnih izvora. Digitalizacijom upravljanja napona na 110 kV koja je ostvarena u TE "Kostolac" realizovana je softverska alatka za određivanje dinamičke reaktivne mogućnosti generator povezanog na mrežu. Ova alatka ostvaruje dva cilja: ograničava rad generator u okviru njegovih tehničkih ograničenja uz puno korišćenje mogućnosti do dostizanja ograničenja i komunikacionim putem prenosi informaciju u nacionalni dispečerski centar tako da operater prenosnog sistema u svakom trenutku raspolaze informacijom o rezervi reaktivne snage koju može upotrebiti za regulaciju napona u mreži. Poteškoće u određivanju dinamičke rezerve na generatorima priključenim na 110 kV mrežu potiču od velike vrednosti reaktanse mreže kod koje se otpornost ne može zanemariti, snažnog uticaja nivoa generisane aktivne i reaktivne snage na nivo napona u tački priključenja koji povratno nameće ograničenja na proizvodnoj jedinici. U radu će biti opisan način realizacije određivanja rezerve reaktivne snage na proizvodnoj jedinici s obzirom na nivo generisane aktivne i reaktivne snage, napona na krajevima generator i napona u tački priključenja. Takođe će biti razmatrane varijante za realizaciju naponske zavisnosti pogonske karte s obzirom na merenja koja se koriste i njihovu tačnost. Rezultati poređenja će biti prikazani. Konačni rezultat primene alatke je raspolaganje tačnim granicama dopuštenog sigurnog rada proizvodnih jedinica povezanih na prenosnu mrežu koje učestvuju u regulaciji napona.

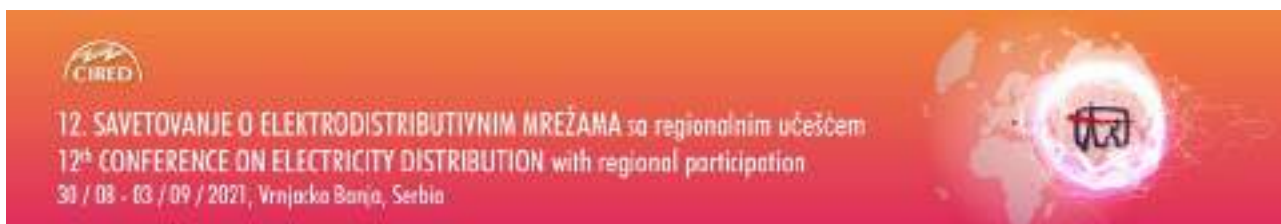
Ključne reči: proizvodna jedinica, regulacija napona, impedansa mreže, reaktivna rezerva

REAL-TIME ESTIMATION OF SYNCHRONOUS GENERATOR IN 110 kV NETWORK

With the connection of distributed production to the distribution network, there is a need to change the way voltage regulation in the distribution network. The connection of distributed production changes the flows of active and reactive power, the distribution of voltages in the network and the dynamics of change of voltages in the network. New challenges are emerging, namely the regulation of voltage at the point not at the ends of the generator, since it is necessary to take into account the influence of active flows on the magnitude of the voltage at the point of connection to the grid and the dynamics of change of active and reactive power of distributed generators whose production depends on the presence of energy. Classic sources, hydro and thermo, have the ability to align the levels of generated active and reactive power in order to maintain the desired frequency and voltage conditions. This is an opportunity to realize, through the implementation of additional functionalities of classic sources, new services that can be billed and contribute to increasing the efficiency of operation of classical sources. With the digitalization of the 110 kV voltage control, which was realized at TPP "Kostolac", a software tool for determining the dynamic reactive capability of the generator connected to the

network was realized. This tool achieves two goals: limiting the operation of the generator within its technical limitations with full use of the capability to reach the limits and communicating via communication to the national dispatch center so that the transmission system operator has at all times information on the reserve of reactive power it can use for voltage regulation in the network. Difficulties in determining the dynamic reserve of generators connected to a 110 kV network are due to the high reactance of the non-negligible network, the strong influence of the level of generated active and reactive power on the new voltage at the connection point, which imposes constraints on the production unit. The paper will describe the way of realizing the reactive power reserve at the production unit with respect to the level of generated active and reactive power, the voltage at the ends of the generator and the voltage at the connection point. Variants for realizing the voltage dependence of the drive map will also be considered, given the measurements used and their accuracy. The results of the comparison will be displayed. The end result of the application of the tool is the disposition of the exact limits of the permitted safe operation of the generating units connected to the transmission network involved in voltage regulation.

Keywords: production unit, voltage regulation, network impedance, reactive reserve



R-4.13

ИЗАЗОВ БУДУЋНОСТИ – ПАМЕТНЕ МРЕЖЕ

Драгослав ЈОВАНОВИЋ, ЦИРЕД Србија

Говорећи о појму Smart Grid можемо говорити о томе да ће границе између дистрибуције и преноса бити све порозније и флексибилније. Учешће дистрибутивних генератора (ДГ), складишта енергије и топлотних пумпи ће и даље расти и наметати не само нове могућности већ и правила. Временска и просторна неизвесност ће се све више повећавати. Мењаће се начини управљања мрежом и потрошњом, планирање као и начини трговине електричном енергијом. Укратко, промениће се све.

Кључне речи: паметне мреже, дистрибутивни генератори, управљање

CHALLENGE OF THE FUTURE – SMART GRID

Talking about Smart Grid, we can talk about facts that limit between distribution and network will be more and more flexible and porous. Contributions of DERs, heat pumps and energy storages will be increased and imposed new rules and possibilities. Time and space unpredictability will be increased. Network control, demand management, planning and trading will be changed. In a word, all will be changed.

Key words: Smart Grid, distribution generation, controlling



R-4.14

PRIMENA DC PORTOVA KAO UPRAVLJAČKIH RESURSA ZA OPTIMIZACIJU RADA DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Dejan IVIĆ, Predrag STEFANOV
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Republika Srbija

Primena uređaja energetske elektronike u distributivnim elektroenergetskim mrežama značajno doprinosi lakšoj integraciji obnovljivih izvora i usavršavanju procedura operativnog upravljanja za njihovo efikasnije eksploataisanje. Jedan od reprezentativnih primera primene uređaja energetske elektronike u savremenim distributivnim mrežama je primena DC portova (DC Soft Open Points – DCSOP) kojima se omogućava rad distributivne mreže sa petljastom topologijom. Pored već poznate koristi koje donosi zatvaranje

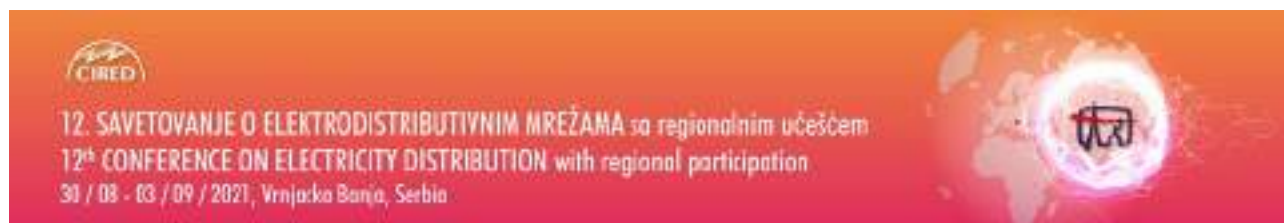
petlji u distributivnoj mreži, DC portovima sa kontrolabilnim konvertorskim uređajima na svim priključcima za AC mrežu, mogu se dodatno značajno smanjiti gubici u mreži, popraviti pokazatelji vezani za iskorišćenje obnovljivih izvora, kao i pokazatelji vezani za isporuku električne energije potrošačima. U radu je opisana primena DC porta u aktivnoj srednjenaponskoj distributivnoj mreži sa obnovljivim izvorima. Upravljačka strategija predložena u ovom radu obuhvata dva slučaja: prvi slučaj kada je dostupna adekvatna centralizovana upravljačka infrastruktura, kada se rad DC porta zasniva na proračunima optimalnih tokova snaga (Optimal Power Flow – OPF) kojima se određuju optimalna podešenja upravljačkih varijabli DC porta i drugi slučaj kada postoji potpuna ili delimična neraspoloživost komunikacione infrastrukture tako da rezultati proračuna optimalnih tokova snaga u mreži iz nekog razloga nisu dostupni. Tada se rad DC porta zasniva na lokalnoj obradi raspoloživih podataka - izmerenih karakterističnih veličina u mreži, pomoću algoritma zasnovanog na neuralnim mrežama. Predložena upravljačka strategija je implementirana i testirana na IEEE 33 distributivnoj test mreži sa dodatim distribuiranim generatorima. Rezultati simulacija, opisani u ovom radu, zajedno sa izvedenim zaključcima mogu da posluže ne samo kao osnova za dalje naučno istraživanje već i kao baza za praktičnu implementaciju kontrolera zasnovanog na predloženom algoritmu, u realnim distributivnim mrežama.

Ključne reči: DC portovi, neuralne mreže, optimalni tokovi snaga, optimizacija i upravljanje u distributivnim mrežama

APPLICATION OF DC SOFT OPEN POINTS (DCSOP) AS MANAGEMENT RESOURCES FOR OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION NETWORKS OPERATION

Development of power electronic devices and their implementation in power distribution networks significantly improve not only the easier integration of distributed generation into distribution networks but also the further refinement of control algorithms specialized in the application of power management procedures in distribution systems. Implementation of DC Soft Open Points (DCSOP) for closing loops in distribution networks could serve as one of the most representative examples of the use of power electronics devices as a management resources in modern distribution networks. The paper describes the possibilities of application of DCSOP used for loops closure and power flow control in medium voltage distribution networks with integrated distributed generators. Considering all benefits of loops closure and the controllability of the DCSOP, DCSOP has been considered as a management resources capable of achieving the desired/optimal state in the distribution network. The management strategy proposed in this paper covers two cases: the first case where adequate communication infrastructure is available, when all DCSOP operation is based on Optimal Power Flow (OPF) calculations, and the second case when OPF results are unavailable for some reason (most often due to communication interruptions) and DCSOP operation is based on processing available data using neural network based algorithm. The proposed management strategy has been implemented and tested on the IEEE 33 distribution test network with integrated distributed generators. The simulation results, described in this paper, can serve not only as a basis for further scientific research, but also as a basis for the practical implementation of real controller based on proposed algorithm and its application in practice, in real distribution networks.

Key words: DC soft open points (DCSOP), neural networks, optimal power flow (OPF), optimization in distribution network



I-4.15

ELEKTRIČNA VOZILA, NAČINI PUNJENJA, UTICAJ PUNJAČA ELEKTRIČNIH VOZILA NA ELEKTROENERGETSKE OBJEKTE

Goran ŽIVKOVIĆ, Dejan PETROVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Aranđelovac, Srbija
Aleksandar JANJIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Aranđelovac-Pogon Topola, Srbija

U svetu je sve veći broj električnih odnosno hibridnih vozila, što iziskuje potrebu za što većim brojem punjača. Autoindustrija električnih vozila ima dva osnovna cilja, da maksimalno poveća domet sa jednim punjenjem baterija, odnosno da što više smanji vreme punjenja baterija. Brzina punjenja baterija je direktno srazmerna snazi punjača, što dugoročno gledano može imati uticaj na elektroenergetski sistem. U radu je dat osvrt na pojam električnih i hibridnih vozila, obrađeni su načini punjenja vozila, i karakteristike punjača. Obrađen je i uticaj punjača na elektroenergetski sistem.

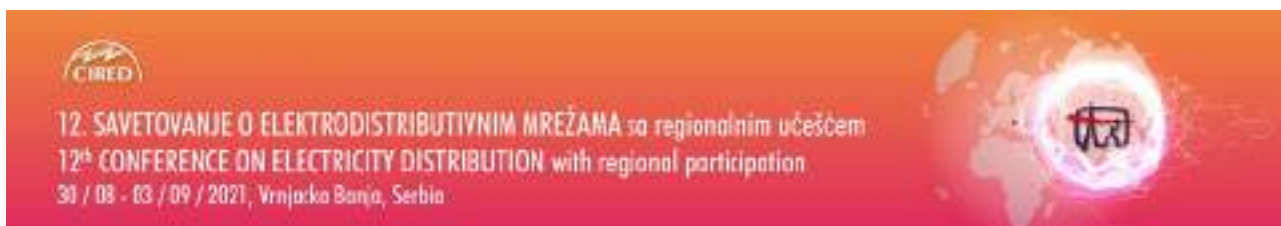
Ključne reči: Električno vozilo, Punjač, Elektroenergetski objekti

ELECTRIC VEHICLES, CHARGING METHODS, IMPACT OF ELECTRIC VEHICLE CHARGERS ON POWER FACILITIES

There are a growing number of electric and hybrid vehicles in the world, which necessitates the need for as many chargers as possible. The automotive industry has two main goals, to maximize the reach of a single battery charge, or to reduce the battery

charging time as much as possible. Battery charging speed is directly proportional to the power of the charger, which can have a long-term impact on the power system. The paper gives an overview of the concept of electric and hybrid vehicles, discusses ways of charging vehicles, and charger characteristics. The impact of the charger on the power system was also addressed.

Keywords: Electric vehicle, Charger, Power facilities



I-4.16

PRIMENA FUNKCIJE DNEVNIK DOGAĐAJA U OTKRIVANJU NEOVLAŠĆENE POTROŠNJE

Nikola ŠLJUKIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo – ogranak ED Požarevac
Dejan SAVIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo – DP Kragujevac
Branko OBRADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo – ogranak ED Požarevac

Trofazna elektronska brojila električne energije su namenjena za merenje aktivne i reaktivne električne energije I snage neizmene struje trofaznog sistema sa 4 provodnika (Aronova veza sa 3 provodnika), nominalne frekvencije 50Hz. Ovakva brojila imaju veliki broj funkcija, pri čemu u radu analiziramo podatke dobijene iz funkcije Dnevnik događaja (Eventlog) u cilju otkrivanja neovlašćene potrošnje. Dnevnik događaja omogućuje memorisanje svih bitnih događaja za brojilo kao što su nestanak i dolazak napajanja, brisanje profila, narušavanje integriteta merenja, izmena parametara i slično. Korišćenjem ove funkcije uz upoređivanje podataka iz funkcije Profil dnevnih vrednosti (Daily profil) možemo utvrditi da li je meri uređaj bio izložen uticaju uređaja sa RF elektromagnetnim poljem (Šokeru). Naime, šokiranje predstavlja dejstvo jakog elektromagnetnog polja na meri uređaj usled koga meri uređaj ulazi u stanje takozvanog šoka odnosno hibernacije. Prilikom ovakvog spoljnog uticaja na meri uređaj, funkcija Dnevnik događaja ne registruje nestanak napajanja. Dužina trajanja hibernacije zavisi od same jačine spoljnog uticaja odnosno od jačine šokera. U stanju hibernacije funkcija Profil dnevnih vrednosti ne registruje profile u zadato vreme. Inicijalno je to vreme u 00 časova. Prilikom resetovanja (izlaska iz hibernacije) koje može biti samostalno ili eksterno, prekidom i uspostavljanjem napajanja, brojilo se vraća u normalan rad. Dnevnik događaja u tom trenutku beleži dolazak napajanja, dok funkcija Profil dnevnih vrednosti u tom trenutku vrši očitavanje i pamćenje zadatih profila. Kada analizom izveštaja iz funkcije Dnevnik događaja uočimo postojanje intervala kada imamo registrovan dolazak napajanja, a da pritom nije registrovan nestanak istog, ovakav podatak upoređujemo sa izveštajem iz funkcije Profil dnevnih vrednosti. Izveštaj iz funkcije Profil dnevnih vrednosti sadrži informaciju da li je u predmetnom intervalu ova funkcija registrovala zadate profile u inicijalnom vremenu (00 časova). Ako utvrdimo da u predmetnom intervalu ova funkcija nije registrovala zadate profile u inicijalno vreme, već u trenutku kada je u izveštaju iz Dnevnika događaja registrovan dolazak napajanja, možemo zaključiti da je brojilo bilo u stanju hibernacije i da nije merilo utrošenu električnu energiju. Ukoliko je moguće izvršiti daljnje očitavanje brojila, na osnovu gonjih analiza, moguće je ograničiti kontrolu ovakvog brojila dok je u stanju hibernacije što ujedno predstavlja neovlašćeno korišćenje električne energije.

Ključne reči: dnevnik događaja, pametna brojila, neovlašćena potrošnja, profil dnevnih vrednosti

APPLICATION OF THE FUNCTION EVENT LOG IN DISCLOSURE OF UNAUTHORIZED CONSUMPTION

Three-phase electronic energy meters are designed to measure active and reactive electricity and AC power of a three-phase, 4-conductor system (Aron connection with 3 conductors), with a nominal frequency of 50Hz. Such meters have a large number of functions, in which we analyze the data obtained from the Event log (Event log) function in order to detect unauthorized consumption. The event log allows storing all important events for the meter such as power failure and arrival, deleting profiles, impaired measurement integrity, parameter changes and the like. Using this function, by comparing the data from the Daily Profile function, we can determine whether the measuring device has been exposed to a device with RF electromagnetic field (Shocker). Namely, shocking is the effect of a strong electromagnetic field on the measuring device due to which the measuring device enters a state of so-called shock, ie hibernation. With this external effect on the measuring device, the Event Log does not record a power failure. The length of hibernation depends on the strength of the external influence or the shocker. In Hibernation mode, the Daily Profile feature does not register profiles at the specified time. Initially, that time is at 00 hours. When resetting (exiting Hibernation), which can be standalone or external, by interrupting and restoring power, the meter returns to normal operation. The event log at that moment records the arrival of power, while the Daily Profile function reads and memorizes the default profiles at that point. When analyzing reports from the Event Log function, we notice that there is an interval when we have a registered arrival of the power supply without registering a power failure, we compare this data with the report from the Daily Profile function. The report from the Daily Profile function contains information on whether at this interval this function has registered the default profiles at the initial time (00 hours). If we find that at this interval this function did not register the default profiles at the initial time, but at the moment when the arrival of the power log was recorded in the report, we can conclude that the meter was in hibernation mode and did not measure

the electricity consumed. If it is possible to carry out remote meter reading based on their analysis, it is possible to organize control of such meter while in hibernation mode which also represents unauthorized use of electricity.

Key words: event log, smart meter, daily profile, unauthorized consumption



R-4.17

АНАЛИЗА ВРЕМЕНА ПРОВЕРЕ РЕГИСТАРА АКТИВНЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ И ГРЕШКЕ ОЧИТАВАЊА ЕЛЕКТРИЧНИХ БРОЈИЛА ПРИ РАЗЛИЧИТИМ НАЧИНИМА ПОДЕШЕЊА ПРЕНОСНИХ ОДНОСА МЕРНИХ ТРАНСФОРМАТОРА У БРОЈИЛИМА

Ђорђе ДУКАНАЦ, Акционарско друштво „Електро mreжа Србије“, Београд, Србија, djordje.dukanac@ems.rs

У овом раду разматраће се трофазна електрична бројила која подлежу законској контроли за четворожични прикључак са три мерна система, класе тачности 0,2 S, назначеног међуфазног напона 110 V и за назначену струју 1 A за прикључење преко мерних струјних и напонских трансформатора. Бројила електричне енергије класе 0,2 S високе су тачности и користе се у разводним постројењима, трансформаторским станицама и електранама. Време провере регистара ових бројила, приликом прве, ванредне или периодичне контроле и овере, према важећим прописима повећано је почев од 23.12.2016. То је посебно изражено за случај када су ова бројила подешена за показивање измерене активне електричне енергије у kWh, израчунате на основу напона и струја са секундарних страна напонских и струјних мерних трансформатора, респективно. Тада су израчуната времена провере регистара најдужа. При томе, мисли се на електрична бројила код којих не постоји могућност пребацивања на испитни режим рада за привремени приказ активне електричне енергије са резолуцијом на више од три децималних места. На многим мерним местима у различитим постројењима у Републици Србији има доста монтираних и старих и нових електричних бројила без испитног режима за скраћење времена испитивања тачности показивања бројила. На тај начин доста је повећано и укупно време испитивања бројила класе 0,2 S чиме је такође повећано и укупно време рада контролног особља и мерне опреме, односно повећани су трошкови првог, периодичног и ванредног контролосања таквих електричних бројила. Поред тога, уопште при употреби електричних бројила у раду у постројењу подешених за показивање активне енергије са секундарне стране са тачношћу на три децимална места у kWh, постојаће додатна грешка при читавању активне електричне енергије и надаље при прорачуну енергије губитака.

У овом раду анализирају се мане подешавања електричних бројила за показивање секундарне активне електричне енергије у kWh са гледишта времена њиховог испитивања у лабораторији и појаве грешке у читавању при њиховом коришћењу у постројењима и образлаже се разумнији приступ.

Кључне речи: електрично бројило, провера регистра, грешка читавања, активна енергија, мерни трансформатори.

ANALYSIS OF TIME OF CHECKING OF ACTIVE ELECTRICAL ENERGY REGISTERS AND READING ERRORS OF ELECTRICITY METERS AT DIFFERENT WAYS OF SETTINGS THE INSTRUMENT TRANSFORMERS RATIOS IN THE METERS

In this paper, it will consider three-phase electricity meters for four-wire connection with three measuring systems of accuracy class 0.2 S that are subject to legal control, rated line voltage 110 V and for rated current 1 A for connection via current and voltage instrument transformers. 0.2 S class electricity meters are of high accuracy and are used in in switchyards, transformer substations and power plants. The time of checking the registers of these meters, during the first, extraordinary or periodic control and verification, according to the valid regulations, has been increased starting from December 23, 2016. This is especially pronounced for the case when these meters are set to show the measured active electrical energy in kWh calculated on the basis of voltages and currents from the secondary sides of voltage and current measuring transformers, respectively. Then the calculated times of checking the registers are the longest. This refers to electric meters for which there is no possibility of switching to the test mode for temporary display of active electrical energy with a resolution of more than three decimal places. At many measuring points in various plants in the Republic of Serbia, there are a lot of installed old and new electric meters without a test regime to shorten the time of testing the accuracy of meter readings. In this way, the total testing time of the meters of class 0.2 S has been significantly increased, which also increased the total working time of control staff and measuring equipment, i.e. the costs of the first, periodic and extraordinary control of such electric meters have been increased. In addition, in general, when using electric meters in operation in the plant, set to show active energy from the secondary side with an accuracy of three decimal places in kWh, there will be an additional error in reading active electricity and further in the calculation of energy losses.

This paper analyzes the shortcomings of adjusting electric meters for indicating secondary active electrical energy in kWh from the point of view of the time of their testing in the laboratory and the occurrence of reading errors during their use in plants and explains a more reasonable approach.

Key words: electricity meter, register check, reading error, active energy, instrument transformers.



R-4.18

POREĐENJE LABORATORIJA ZA KONTROLISANJE BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE U „ELEKTRODISTRIBUCIJI SRBIJE”

Tatjana CINCAR – VUJOVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije” d.o.o. Beograd, Srbija
Ivana NARANČIĆ, Dejan RADOSAVLJEVIĆ, Aleksandar NIKOLIĆ,
Zoran MAKSIMOVIC, Petar DEAK, „Elektrodistribucija Srbije” d.o.o. Beograd, Srbija

U radu su prikazani rezultati poređenja laboratorija za kontrolisanje brojila električne energije u „Elektrodistribuciji Srbije”. Cilj sprovedenih aktivnosti ispitivanja osposobljenosti je bio obezbeđenje uslova za potvrđivanje mernih mogućnosti kontrolisanja brojila električne energije kao i provera tehničke kompetentnosti resursa laboratorija prema standardu SRPS ISO/IEC 17020.

U ovom poređenju jednakih, jedna od 16 laboratorija u „Elektrodistribuciji Srbije” izabrana je za dogovorenu, referentnu vrednost, a za evaluaciju rezultata merenja korišćen je E_n broj.

Statističkom procenom uporedivosti rezultata merenja dobijenih u različitim laboratorijama, obezbeđeno je prepoznavanje i prihvatanje rezultata merenja, koji imaju veći značaj od pojedinačnog rezultata, a nesigurnost ovog tipa merenja okarakterisano je kao laboratorijsko merenje većeg značaja.

Razvijanjem tehničke i merne sposobnosti laboratorija za kontrolisanje brojila električne energije u „Elektrodistribuciji Srbije” one postaju manje osjetljive na tehnološku evoluciju i potvrđivanjem pouzdanosti merenja dokazuju valjan rezultat.

Ključne reči: ispitivanje osposobljenosti, merna nesigurnost, evaluacija rezultata

COMPARISON OF THE LABORATORIES FOR INSPECTION OF ELECTRICITY METERS IN ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE LTD BELGRADE

The paper presents the results of the interlaboratory comparison of the laboratories for inspection of electricity meters in Elektrodistribucija Srbije Ltd. Belgrade. The aim of the conducted proficiency testing activities was to provide conditions for confirming the measurement possibilities for inspection of electricity meters as well as checking the technical competence of resources in laboratories according to the SRPS ISO / IEC 17020 standard.

In this comparison of equals, one of the 16 laboratories in Elektrodistribucija Srbije Ltd. Belgrade was chosen as the agreed, reference value, and E_n number was used to evaluate the measurement results.

Statistical evaluation of the comparability of measurement results obtained in different laboratories, provides recognition and acceptance of measurement results, which are more important than the individual result, and the uncertainty of this type of measurement is characterized as laboratory measurement of greater importance.

Developing of technical and measuring possibility of laboratories for inspection of electricity meters in Elektrodistribucija Srbije Ltd. Belgrade, they become less sensitive to technological evolution, confirm the reliability of measurement and they prove a valid result.

Key words: proficiency testing, measurement uncertainty, evaluation of results



Stručna komisija 5
PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH SISTEMA

Predsednik komisije: dr Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

U okviru STK 5, prispelo je 16 radova i informacija, i obuhvaćeno je 9 preferencijalnih tema. Visok nivo radova i aktuelnost obrađenih tema potvrdile su značaj nacionalnog komiteta CIRED-a za planiranje distributivnih mreža. Pregled radova po preferencijalnim temama, sa priloženim recenzijama dat je u nastavku.

Preferencijalna tema 1:

Karakteristike opterećenja pojedinih kategorija potrošača / Load characteristics of particular consumer categories

Stručni izvestilac: Mirko LUKOVIĆ, JP EPS

R-5.01 KRATKOROČNA PROGNOZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PUTEM MODIFIKOVANOG KNN ALGORITMA I ARIMA STATISTIČKOG MODELA

Autori: Vladimir UROŠEVIĆ (Srbija), Željko MARKOVIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko tačnost vremenske prognoze utiče na tačnost rezultata?
2. Zašto je potrebna prognoza za 2 dana unapred?

R-5.02 IZRADA STUDIJE RAZVOJA I POVEĆANJA KAPACITETA GRADSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE U SKLADU SA PREDVIĐENIM RAZVOJEM GRADSKIH SREDINA I REGULACIONIM INFRASTRUKTURNIM PLANOM - PRIMER GRADA DOHA, KATAR

Autor: Jelena POPOVIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način je pri analizama uzet u obzir faktor jednovremenog opterećenja, kao i kapaciteti povezanih vodova transformatorskih stanica?
2. Da li je bilo više varijanti razvoja? Ako jeste koji kriterijumi su korišćeni za izbor najpovoljnije?
3. Koji je bio kriterijum za predlog kolika rezerva treba da bude u instalisanim kapacitetima na kraju srednjoročnog perioda?

Preferencijalna tema 5:

Strukture mreža za prihvatanje distribuirane proizvodnje

Stručni izvestilac: Mirko LUKOVIĆ, JP EPS

R-5.03 REKONFIGURACIJA DISTRIBUTIVNE MREŽE I OTOČNA KOMPENZACIJA UZ PRISUSTVO VETRO GENERATORA

Autori: Branko STOJANOVIĆ (Srbija), Tomislav RAJIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Za proračun tokova snaga autori su koristili Njutnov algoritam i opravdanje za to nalaze u činjenici da je on prisutan u MATPOWER okruženju. Da li je mogao da se koristi Shirmohammadi-jev iterativni algoritam, koji je veoma efikasan za mreže konfiguracije kao test mreža u radu?
2. Za određivanje optimalnog rešenja korišćena je metoda simuliranog kaljenja. Zašto su se autori odlučili za ovu metodu, a ne za neku drugu heurističku, odnosno metaheurističku metodu? Kako je određena vrednost od 0.15 za godišnju stopu cene ugrađenih kondenzatorskih baterija kod formiranja funkcije cilja.
3. Da li je realna situacija da se pri proračunu koji je rađen u radu varira položaj vetrogeneratora u odnosu na slučaj da se unapred izabere njihova lokacija u skladu sa meteorološkim uslovima?

Preferencijalna tema 6:
Uticaj novih ICT tehnologija na strukturu mreža
Stručni izveštilac: mr Miroslav DOČIĆ, Elektrostrucija Srbije

I-5.04 PRIMJENA SAVREMENIH IT ALATA ZA EFIKASNIJE UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U OPERATORU DISTRIBUTIVNOG SISTEMA

Autori: Selma KOVAČEVIĆ (Bosna i Hercegovina), Amer AŠČERIĆ (Bosna i Hercegovina)

Pitanja za diskusiju:

1. Kada se otpočelo sa primjenom MS Project servera u EP BiH, prije ili nakon uvođenja programa SAP?
2. Da li EP BiH ima ili planira uspostaviti Asset Management u narednom periodu poslovanja?
3. Da li opisani softverski paketi i rješenja koja se interno primjenjuju u poslovanju EP BiH mogu obezbjediti statističke izvještaje poput broja intervencija na pojedinoj opremi karakterističnih kvarova, potrošnje pojedinih materijala po skladištima, generisanje poruka o nedostatku pojedinih materijala na skladištima ili sl?

Preferencijalna tema 4 :

Povećanje pouzdanosti distributivne mreže

Stručni izveštilac: dr Darko ŠOŠIĆ, Univerzitet u Beograd, Elektrotehnički fakultet

R-5.05 OPTIMALNO KREIRANJE OSTRVA U RADIJALNIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SA DISTRIBUTIVNIM GENERATORIMA KORIŠĆENJEM PRISTUPA ZASNOVANOG NA UPRAVLJANJU RIZIKOM

Autori: Željko POPOVIĆ (Srbija), Stanko KNEŽEVIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Na osnovu čega su određeni fazi brojevi proizvodnje i potrošnje u primeru, i kakvo je autorovo mišljenje o određivanju ovih granica u realnim uslovima?
2. Neke od naših distribucija su imale primere kreiranja ostrva. Da li ste koristili i njihova praktična iskustva u formiranju kriterijuma i ograničenja?

R-5.06 ANALIZA OPRAVDANOSTI ULAGANJA U PODMORSKU VEZU OTOKA ŠOLTE I OTOKA DRVENIKA VELI

Autori: Ivan ANDRIĆ (Hrvatska), Hrvoje JELIĆ (Hrvatska), Roko MIŠE (Hrvatska)

U radu su predstavljeni problemi koji se javljaju u snabdevanju električnom energijom ostrva Drvenik Veli i Drvenik Mali u blizini Trogira u Hrvatskoj. Distributivni sistem oba ostrva je sa kopnenim delom trenutno povezan sa dva podmorska kabla, kao i međusobno sa još jednim. Međutim, kompletno područje je vezano na jedan radijalni nadzemno-podzemni izvod 10 kV. U slučaju pojave kvara na bilo kojoj deonici, celokupan konzum ostaje bez napajanja. Iz tog razloga, autori predlažu izgradnju nove podmorskse veze od ostrva Šolta koje se napaja iz druge napojne tačke do ostrva Drvenik Veli. Ovom investicijom bi se ostvario N-1 kriterijum sigurnosti napajanja u mreži 10 kV što je preduslov za dalji razvoj turizma kao osnovne privredne grane ovog područja.

Pitanja za diskusiju:

1. U cilju bržeg određivanja deonice u kvaru na izvodu 10 kV „Vinišće“ iz TS 35/10 kV „Marina“, da li je na predmetnom izvodu ugrađena oprema za njegovo automatsko sekcionisanje (npr. riklouzeri, sekcionalizeri i sl.)?
2. Nakon realizacije podmorske veze „Šolta – Drvenik Veli“ neke postojeće deonice će i dalje ostati manje pouzdane. Da li se razmišlja o zameni stare podmorske veze „KK Drvenik Veli 2 – KK Drvenik Mali 2“? Da li se planira povećanje preseka provodnika na nadzemnim deonicama izvoda „Vinišće“ i „Maslinica“?
3. Imajući u vidu da je razvoj turizma osnovna privredna grana ovog područja, da li se dugoročno planira izgradnja drugog voda 35 kV za napajanje TS 35/10 kV „Marina“?

R-5.07 UTICAJ BATERIJSKIH SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PARAMETRE POUZDANOSTI RADA GRUPE MALIH DISTRIBUIRANIH GENERATORA

Autori: Katarina KOVAČEVIĆ (Crna Gora), Miljana MLADENOVIĆ (Crna Gora)

Sistemi za skladištenje energije sve više nalaze primenu u distributivnoj mreži. U radu se analizira rad grupe malih hidroelektrana na severu Crne Gore i uticaj koji priključeni sistem za skladištenje energije ima na pouzdanost njihovog rada. Definisani su najvažniji parametri pouzdanosti proizvodnog sistema, urađen programski model, a zatim na realnoj distributivnoj mreži data analiza uticaja priključene baterije na pokazatelje pouzdanosti. Konstatovano je da se priključenjem baterije značajno smanjuje broj dana kada proizvodni kapaciteti ne mogu dostići vršno opterećenje u godini.

Pitanja za diskusiju:

1. Pri priključenju baterije snage 1,4 MW i 1,5 MW imaju se iste vrednosti parametara LOLE i LOLP. Kako autori ovo objašnjavaju?
2. Uvažavajući cene baterija, koje bi vreme kada proizvodni kapaciteti ne mogu dostići vršno opterećenje u toku godine bilo prihvatljivo za proizvođača?
3. Da li su autori testirali uticaj priključenja baterije na jedan distributivni izvod srednjeg napona na kome nema priključenih malih elektrana na pokazatelje pouzdanosti?

R-5.08 OPTIMALNO MESTO I VREME UGRADNJE UREĐAJA ZA AUTOMATIZACIJU DISTRIBUTIVNE MREŽE

Autori: Kristina DŽODIĆ (Srbija), Darko ŠOŠIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Optimizacija je rađena pod pretpostavkom da su snage potrošača konstantne tokom cele godine. Koliko to uprošćenje utiče na tačnost rezultata?
2. Koji solver je korišćen za rešavanje MILP problema i koliko je vreme nalaženja optimalnog rešenja?

Preferencijalna tema 3:

Metode za predviđanje opterećenja u malim područjima

Stručni izvestilac: dr Saša ĐEKIĆ, Elektrodistribucija Doboje, Republika Srpska

R-5.09 SATNA PROCENA GUBITAKA ENERGIJE KORIŠĆENJEM TEHNIKA KLASTEROVANJA

Autori: Lazar SLADOJEVIĆ (Srbija), Aleksandar JANJIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko promena konfiguracije mreže (koja se, na primer radi, u cilju smanjenja gubitaka) utiče na tačnost predloženog pristupa?
2. Kako varijabilnost u proizvodnji distributivnih generatora utiče na tačnost predloženog pristupa?
3. Koja veličina distributivne mreže je razmatrana u radu i da li veličina konzuma utiče na tačnost predloženog pristupa?

R-5.10 PROCENA MESEČNE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE KRAJNJIH KUPACA DVOSTEPENIM METODOM PROSEKA I METODOM LINEARNE REGRESIJE – STUDIJA SLUČAJA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU ZEDP „ELEKTRO-BIJELJINA“

Autori: Dragan RIKIĆ (Bosna i Hercegovina), Tihomir DABOVIĆ (Bosna i Hercegovina), Željko MARKOVIĆ (Srbija), Borislav VOJNOVIĆ (Bosna i Hercegovina)

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je prognoza vršena i za druge mesece, a ne samo za mart?
2. Da li je ovaj način izdavanja računa bolji od ranijeg određivanja akontacija (šestomesečni prosek, npr.)?
3. Da li je srednja mesečna temperatura validan ulazni podatak?

Preferencijalna tema 7:

Kriterijumi planiranja distributivnog sistema

Stručni izvestilac: Nada Vrcelj, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla" Beograd

I-5.11 ANALIZA RIZIKA NAPAJANJE TUNELSKJE PUTNE INFRASTRUKTURE

Autori: Miodrag ZDRAVKOVIĆ (Srbija), Aleksandar JANJIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Opisano približavanje koštanja izgradnje nadzemnih i podzemnih vodova sve češće opredeljuje ODS za izgradnjom podzemne kablovske mreže. Kakav bi generalni stav autori predmetnog rada mogli dati po tom osnovu uvažavajući analize opisane u dijelu rada od 2.1. do 2.5. i iskustva stečena na konkretnom primjeru izloženom u radu?

I-5.12 KONCEPTUALNE PRIPREME DISTRIBUTIVNE MREŽE ZA MASOVNIJU INTEGRACIJU ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA I DISTRIBUIRANIH OIE

Autor: Saša ĐEKIĆ (Bosna i Hercegovina)

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je strategija razvoja energetike Republike Srpske prepoznala električna vozila kao bitne elemente potrošnje u narednim godinama?
2. Koji bi model naplate energije za punjenje, po mišljenju autora bio najpovoljniji za primenu u regionu?

Preferencijalna tema 9:

Priprema planova razvoja i izgradnje sistema, analiza rizika

Stručni izvestilac: Nada VRCELJ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla" Beograd

R-5.13 PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA OTPORNIH NA EKSTREMNE VREMENSKE NEPOGODE: MATEMATIČKI MODEL I REZULTATI

Autori: Neven KOVAČKI (Srbija), Željko POPOVIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko je računarski zahtevna predložena metoda, budući da se proverava veliki broj kombinacija mogućih stanja?
2. Za koju vrstu stubova je formiran model lomljenja u zavisnosti od brzine vetra?
3. Da li ima smisla unapred odrediti položaj mobilnih generatora za narednih 20 godina?

Potrebno je proveriti ulazne podatke i diskutovati ih na prezentaciji rada. Na primer, na osnovu čega je odabrana cena od 5 dolara po satu korišćenja generatora (to odgovara količini od samo 5 litara dizela, npr.)

Neke oznake u formulama nisu navedene u tabeli oznaka i skraćenica na početku teksta (veliko lambda, veliko pi, veliko gama, na primer) pa ih je potrebno objasniti na prezentaciji.

R-5.14 PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA OTPORNIH NA EKSTREMENE VREMENSKE NEPOGODE: FORMULACIJA PROBLEMA

Autori: Željko POPOVIĆ (Srbija), Neven KOVAČKI (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. U čemu je prednost intervalne aritmetike u odnosu na proverene metode simulacije, tipa Monte Carlo?
2. Da li je razmatran i drugi uzrok prekida koji je karakterističan za druge regione u Srbiji (snežne oluje, lomljenje stubova usled leda...)?

Bilo bi poželjno da se tokom prezentacije rada usaglasi terminologija. U radu se spominje lomljivost (krhkost) komponenti, ali se to u radu uglavnom odnosi na stubove, gde prekid napajanja može da usledi i usled drugih razloga.

U radu nema zaključka, tako da je poželjno da se na prezentaciji sažeto navedu zaključna razmatranja o prednostima i upotrebljivosti predložene metode.

I-5.15 PLANIRANJE ZAMENE ENERGETSKOG TRANSFORMATORA - ANALIZA PRAKTIČNOG PRIMERA ET 110/10/10 kV

Autori: Ivan SAVČIĆ (Srbija), Draško VIČIĆ (Srbija), Ivan STOJANOVIĆ (Srbija)

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je remont energetskog transformatora bilo možda jednostavnije izvršiti u toku leta, s obzirom da je 95% konzuma TS Divlje Polje iz kategorije domaćinstava i da je opterećenje transformatora u toku leta niže? (Objasnite zašto je uzet baš taj period koji je uzet...)
2. S obzirom da se predlaže da čitav proces bude neka vrsta obrasca koji treba slediti u sličnim situacijama u ostalim ograncima, potrebno je prikazati i stopu rentabilnosti kada se uzmu u obzir i troškovi transporta mobilne TS, ukoliko nije na raspolaganju u distribuciji, već je potrebno da se dopremi sa druge lokacije.

Preferencijalna tema 10:

Organizacioni i finansijski faktori u izradi planova

Stručni izvestilac: mr Miroslav DOČIĆ, Elektrotribucija Srbije

R-5.16 PLAN IMPLEMENTACIJE NAPREDNIH MERNIH SISTEMA U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU

Autori: Biljana TRIVIĆ (Srbija), Aca VUČKOVIĆ (Srbija)

U radu je obrazložena potreba za implementacijom pametnih sistema merenja i put kako doći do efikasnog tehničkog rešenja uz poštovanje preporuka, uredbi i regulativa koje su usvojene kako od strane država članica Evropske Unije (EU) tako i onih koje su transponovane u zakonske okvire Republike Srbije.

Dat je jasan pregled tih regulativa sa naznačenim delovima koji se odnose pametne sisteme merenja. Navedene su osnovne funkcionalnosti sistema koje su u potpunosti ili parcijalno usvojene od EU članica kao i stepen realizacije već usvojenih planova za implementaciju sistema. Poseban akcenat je na neophodnim elementima i koracima za izradu plana za implementaciju, neophodnoj tehnno-ekonomskoj analizi koja prethodi izradi plana kao i ulogama i obavezama aktera u procesu realizacije a to su operator distributivnog sistema, Agencija za energetiku i Ministarstvo rudarstva i energetike.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu se navodi:
„Celokupan proces od izrade plana do davanja mišljenja na plan zahteva izradu odgovarajućih tehnno-ekonomskih analiza kako od strane operatora sistema, tako i od strane Agencije“
Da li se od strane Agencije za energetiku planira analiza ili je već urađena, i kakav je trenutni stav Agencije po ovom pitanju?
2. „Pre početka izrade, veoma je važno dobro definisati sadržaj plana implementacije naprednih mernih sistema, kako bi Ministarstvo rudarstva i energetike i Agencija mogli da objektivno sagledaju plan i daju svoja mišljenja“.
Da li je obzirom na navedenu zakonsku obavezu distributera da izradi plan implementacije naprednih mernih sistema došlo do saradnje sa agencijom oko definisanja minimalnog sadržaja plana za implementaciju? Ako nije kako autori smatraju da saradnja treba da se odvija kako bi se došlo do što efikasnijeg plana za implementaciju?
3. Autori su naveli deset osnovnih funkcionalnosti sistema koje su države članice EU selektivno usvajale i propisale kao obavezujuće.
Da li je u Republici Srbiji definisan osnovni skup funkcionalnosti i koje telo bi po mišljenju autora trebalo da definiše i usvaja određene funkcionalnosti kao obavezujuće?



**Session 5:
DISTRIBUTION SYSTEMS PLANNING**

Chairman: Dr. Aleksandar JANJIĆ, Faculty of Electronics, Niš, Serbia

Within EC 5, 16 papers and information were received, and 9 preferential topics were covered. The high level of papers and the topicality of the topics covered confirmed the importance of the CIRED National Committee for Distribution Network Planning. An overview of papers on preferential topics, with attached reviews is given below.

Preferential Subject 1:

Load characteristics of particular consumer categories

Expert reporter: Mirko Luković, PE EPS

R-5.01 SHORT-TERM FORECAST OF ELECTRICITY CONSUMPTION THROUGH MODIFIED KNN ALGORITHM AND ARIMA STATISTICAL MODEL

Authors: Vladimir UROŠEVIĆ (Serbia), Željko MARKOVIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. How much does the accuracy of the weather forecast affect the accuracy of the results?
2. Why is a forecast needed 2 days in advance?

R-5.02 PREPARATION OF THE STUDY FOR DEVELOPING AREAS (ZONES) NAND MASTER PLANS & DISTRIBUTION NETWORK DESIGN & CAPACITY IMPROMNET - EXAMPLE CITY OF DOHA, QATAR

Author: Jelena POPOVIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. In what way was the simultaneous load factor taken into account in the analysis, as well as the capacities of the connecting lines of transformer stations?
2. Were there multiple development variants? If so, which criteria were used to select the most favourable one?
3. What was the criterion for proposing how many reserves should be in the installed capacities at the end of the medium term?

Preferential Subject 5:

Structures of networks for accepting distributed production

Expert reporter: Mirko LUKOVIĆ, PE EPS

R-5.03 DISTRIBUTION NETWORK RECONFIGURATION AND CAPACITOR SWITCHING IN THE PRESENCE OF WIND GENERATORS

Authors: Branko STOJANOVIĆ (Serbia), Tomislav RAJIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. To calculate power flows, the authors used Newton's algorithm and the justification for this is found in the fact that it is present in the MATPOWER environment. Could Shirmohammadi's iterative algorithm, which is very efficient for configuration networks as a test network in operation, have been used? Could Shirmohammadi's iterative algorithm, which is very efficient for configuration networks as a test network in operation, have been used? Za
2. The method of simulated hardening was used to determine the optimal solution. Why did the authors opt for this method and not for some other heuristic or metaheuristic method? How is the value of 0.15 determined for the annual price rate of the built-in capacitor banks when forming the target function.
3. Is it a realistic situation that during the calculation made in the work, the position of the wind generators varies in relation to the case when their location is chosen in advance in accordance with the meteorological conditions?

Preferential Subject 6:

Impact of new ICT technologies on network structure

Expert reporter: Miroslav DOČIĆ, M.Sc., Elektrostrubucija Srbije

I-5.04 APPLICATION OF MODERN IT TOOLS FOR EFFICIENT PROJECT MANAGEMENT IN DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR ELEKTROPRIVREDA BIH

Authors: Selma KOVAČEVIĆ (Bosna i Hercegovina), Amer AŠČERIĆ (Bosna i Hercegovina)

Questions for discussion:

1. When did the application of MS Project server in EP BiH start, before or after the introduction of the SAP programme?
2. Does EP BiH have or plan to establish Asset Management in the next business period?
3. Can the described software packages and solutions that are internally applied in the business of EP BiH provide statistical reports such as the number of interventions on individual equipment with characteristic failures, consumption of certain materials in warehouses, generating messages about the lack of certain materials in warehouses or similar?

Preferential Subject 4:

Increasing the reliability of the distribution network

Expert reporter: Dr. Darko ŠOŠIĆ, University of Belgrade, Faculty of Electrical Engineering

R-5.05 OPTIMAL ISLAND PARTITIONING OF RADIAL DISTRIBUTION NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATORS USING RISK BASED APPROACH

Authors: Željko POPOVIĆ (Serbia), Stanko KNEŽEVIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. On the basis of what are the determined phases of production and consumption numbers in the example, and what is the author's opinion on determining these limits in real conditions?
2. Some of our distributions have had examples of island creation. Have you also used their practical experience in forming criteria and constraints?

R-5.06 ANALYSIS OF INVESTMENT IN SUBMARINE CABLE BETWEEN THE ISLAND ŠOLTA AND THE ISLAND OF DRVENIK VELI

Authors: Ivan ANDRIĆ (Croatia), Hrvoje JELIĆ (Croatia), Roko MIŠE (Croatia)

The paper presents the problems that occur in the electricity supply of the islands of Drvenik Veli and Drvenik Mali near Trogir in Croatia. The distribution system of both islands is currently connected to the mainland by two submarine cables, as well as to each other by another one. However, the entire area is connected to one radial overhead-underground connection of 10 kV. In the event of a fault on any section, the entire consumption remains without power. For that reason, the authors propose the construction of a new submarine connection from the island of Solta, which is supplied from another power point to the island of Drvenik Veli. This investment would achieve the N-1 criterion of power supply security in the 10 kV network, which is a prerequisite for further development of tourism as the basic economic branch of this area.

Questions for discussion:

1. In order to more quickly determine the faulty section on the 10 kV "Vinišće" terminal from TS 35/10 kV "Marina", is the equipment for its automatic sectioning (eg riklouzers, sectionalizers, etc.) installed on the terminal in question?
2. After the realization of the submarine connection "Solta - Drvenik Veli", some existing sections will still remain less reliable. Are you thinking about replacing the old submarine connection "KK Drvenik Veli 2 - KK Drvenik Mali 2"? Is it planned to increase the cross-section of conductors on the overhead sections of the "Vinišće" and "Maslinica" outlets?
3. Having in mind that the development of tourism is the basic economic branch of this area, is the construction of the second 35 kV line for the supply of TS 35/10 kV "Marina" planned in the long run?

R-5.07 BATTERY STORAGE SYSTEMS ON OPERATION RELIABILITY OF THE GROUP OF SMALL DISTRIBUTED GENERATORS

Authors: Katarina KOVAČEVIĆ (Montenegro), Miljana MLADENOVIĆ (Montenegro)

Energy storage systems are increasingly being used in the distribution network. The paper analyzes the operation of a group of small hydropower plants in the north of Montenegro and the impact that the connected energy storage system has on the reliability of their operation. The most important parameters of the reliability of the production system are defined, a software model is made, and then an analysis of the influence of the connected battery on the reliability indicators is given on the real distribution network. It was stated that the connection of the battery significantly reduces the number of days when the production capacities cannot reach the peak load in the year.

Questions for discussion:

1. When connecting a 1.4 MW and 1.5 MW battery, the values of the LOLE and LOLP parameters are the same. How do the authors explain this?
2. Considering the prices of batteries, what time when production capacities cannot reach the peak load during the year would be acceptable for the manufacturer?
3. Did the authors test the influence of the battery connection on one medium voltage distribution terminal where there are no small power plants connected on the reliability indicators?

R-5.08 OPTIMAL TIME AND LOCATION FOR AUTOMATION DEVICES INSTALLATION IN DISTRIBUTION NETWORK

Authors: Kristina DŽODIĆ (Serbia), Darko ŠOŠIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. Optimisation is done under the assumption that consumer loads are constant throughout the year. How much does this simplification affect the accuracy of the results?
2. Which solver was used to solve the MILP problem and how long does it take to find the optimal solution?

Preferential Subject 3:

Methods for predicting loads in small areas

Expert reporter: Dr. Saša ĐEKIĆ, Elektrodistribucija Doboj, Republic of Srpska

R-5.09 HOURLY ENERGY LOSSES ESTIMATION BY POLYNOMIAL FITTING AND K-MEANS CLUSTERING

Authors: Lazar SLADOJEVIĆ (Serbia), Aleksandar JANJIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. How much does the change in network configuration (which, for example, is done in order to reduce losses) affect the accuracy of the proposed approach?
2. How does variability in the production of distributive generators affect the accuracy of the proposed approach?
3. What size of distribution network is considered in the paper and does the size of consumption affect the accuracy of the proposed approach?

R-5.10 ESTIMATION OF MONTHLY ELECTRICITY CONSUMPTION OF END CUSTOMERS BY TWO-STAGE METHOD OF AVERAGE CONSUMPTION AND BY THE METHOD OF LINEAR REGRESSION - CASE STUDY IN THE DISTRIBUTION AREA OF ZEDP "ELEKTRO-BIJELJINA"

Authors: Dragan RIKIĆ (Bosnia & Hercegovina), Tihomir DABOVIĆ (Bosnia & Hercegovina), Željko MARKOVIĆ (Serbia), Borislav VOJNOVIĆ (Bosnia & Hercegovina)

Questions for discussion:

1. Was the forecast made for other months, and not only for March?
2. Is this way of issuing invoices better than the previous determination of advance payments (six-month average, for example)?
3. Is the mean monthly temperature a valid input?

Preferential Subject 7:

Distribution System Planning Criteria

Expert reporter: Nada VRCELJ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade

I-5.11 RISK ANALYSIS OF TUNNEL INFRASTRUCTURE ENERGY SUPPLY

Authors: Miodrag ZDRAVKOVIĆ (Serbia), Aleksandar JANJIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. The described approximation of the cost of construction of overhead and underground lines increasingly determines the DSO for the construction of the underground cable network. What general position could the authors of the present paper give on that basis, taking into account the analyses described in the part of the paper from 2.1. to 2.5. and experiences gained on a concrete example presented in the paper?

I-5.12 CONCEPTUAL PREPARATIONS OF THE DISTRIBUTION NETWORK FOR MASSIVE INTEGRATION OF ELECTRIC VEHICLES AND DISTRIBUTED RES

Author: Saša ĐEKIĆ (Bosnia & Hercegovina)

Questions for discussion:

1. Has the energy development strategy of the Republic of Srpska recognised electric vehicles as important elements of consumption in the coming years?
2. Which charging energy charging model, in the author's opinion, would be the most favourable for application in the region?

Preferential Subject 9:

Preparation of system development and construction plans, risk analysis

Expert reporter: Nada VRCELJ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade

R-5.13 RESILIENT DISTRIBUTION NETWORK PLANNING AGAINST THE SEVERE WEATHER CONDITIONS: MATHEMATICAL MODEL AND RESULTS

Authors: Neven KOVAČKI (Serbia), Željko POPOVIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. How computationally demanding is the proposed method, since a large number of combinations of possible conditions are checked?
2. For which type of poles is the fracture model formed depending on the wind speed?

3. Does it make sense to pre-determine the position of mobile generators for the next 20 years?

It is necessary to check the input data and discuss them at the presentation of the paper. For example, based on which the price of \$ 5 per hour of generator use was selected (this corresponds to a quantity of only 5 liters of diesel, e.g.)

Some labels in the formulae are not listed in the table of labels and abbreviations at the beginning of the text (large lambda, large pi, large gamma, for example), so they need to be explained in the presentation.

R-5.14 RESILIENT DISTRIBUTION NETWORK PLANNING AGAINST THE SEVERE WEATHER CONDITIONS: PROBLEM FORMULATION

Authors: Željko POPOVIĆ (Serbia), Neven KOVAČKI (Serbia)

Questions for discussion:

1. What is the advantage of interval arithmetic over proven simulation methods, such as Monte Carlo?
2. Has another cause of interruption that is a characteristic of other regions in Serbia (snowstorms, breaking of pillars due to ice ...) been considered?

It would be desirable to harmonize the terminology during the presentation of the paper. The paper mentions the brittleness (fragility) of components, but this is mainly related to poles, where power failure can occur due to other reasons.

There is no conclusion in the paper, so it is desirable to summarize the concluding remarks on the advantages and usability of the proposed method..

I-5.15 ENERGY TRANSFORMER REPLACEMENT PLANNING - PRACTICAL CASE OF ET 110/10/10 kV REPLACEMENT ANALYSIS

Authors: Ivan SAVČIĆ (Serbia), Draško VIČIĆ (Serbia), Ivan STOJANOVIĆ (Serbia)

Questions for discussion:

1. Was it perhaps easier to overhaul the power transformer during the summer, considering that 95% of the consumption of TS Divlje Polje is from the household category and that the load of the transformer during the summer is lower? (Explain why the same period was taken ...)
2. Given that it is proposed that the whole process be a kind of pattern to be followed in similar situations in other branches, it is necessary to show the rate of profitability when taking into account the transport costs of mobile TS, if not available in distribution, but needed to be shipped from another location.

Preferential Subject 10:

Organisational and financial factors in making plans

Expert reporter: Miroslav DOČIĆ, M.Sc., Elektrotribucija Srbije

R-5.16 PLAN FOR SMART METERING ROLL-OUT IN THE DISTRIBUTION SYSTEM

Authors: Biljana TRIVIĆ (Serbia), Aca VUČKOVIĆ (Serbia)

The paper explains the need for the implementation of smart metering systems and the way to reach an efficient technical solution in compliance with the recommendations, legislation and regulations adopted by the EU member states (EU) and those transposed into the legal framework of the Republic of Serbia.

A clear overview of these regulations is given with designated parts relating to smart metering systems. The basic functionalities of the system that are fully or partially adopted by the EU member states are listed, as well as the degree of realisation of the already adopted plans for the implementation of the system. Special emphasis is placed on the necessary elements and steps for drafting the implementation plan, the necessary techno-economic analysis that precedes the drafting of the plan, as well as the roles and obligations of actors in the implementation process, namely the distribution system operator, Energy Agency and Ministry of Mining and Energy.

Questions for discussion:

2. The paper states:
3. "The entire process from drafting the plan to giving an opinion on the plan requires the preparation of appropriate techno-economic analyses by both the system operator and the Agency."
4. Is an analysis planned by the Energy Agency or has it already been done, and what is the current position of the Agency on this issue?
5. "Before starting the development, it is very important to well define the content of the plan for the implementation of advanced measurement systems, so that the Ministry of Mining and Energy and the Agency can objectively review the plan and give their opinion."
6. Given the stated legal obligation of the distributor to develop a plan for the implementation of advanced metering systems, has there been cooperation with the agency on defining the minimum content of the implementation plan? If not, how do the authors believe that cooperation should take place in order to reach the most efficient implementation plan?
7. The authors listed ten basic functionalities of the system that the EU member states selectively adopted and prescribed as binding.
8. Is the basic set of functionalities defined in the Republic of Serbia and which body, in the opinion of the author, should define and adopt certain functionalities as binding?



R-5.01

KRATKOROČNA PROGNOZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PUTEM MODIFIKOVANOG KNN ALGORITMA I ARIMA STATISTIČKOG MODELA

Vladimir UROŠEVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Generali Development, Srbija
Željko MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija

Prognoza potrošnje električne energije predstavlja prvi i najvažniji korak u upravljanju potrošnjom, donošenju investicionih odluka u trgovini električnom energijom i planiranju sistema u uslovima liberalizovanog tržišta električne energije. U zavisnosti od vremenskog horizonta na kom se vrši prognoza, prognozi se pristupa putem različitih metoda od jednostavnih algoritma za klasifikaciju i predviđanje, različitih statističkih metoda regresije, „fuzzy“ logike, neuronskih mreža, do hibridnih sistema koji kombinuju više pristupa.

U radu se ispituju dva metodološka pristupa. U okviru prvog pristupa razmatra se klasičan KNN (k-Nearest Neighbors) algoritam čiji je ulaz samo prognozirana temperatura. Potom se ispituje predlog modifikovanog KNN (k-Nearest Neighbors) algoritma koji osim temperature uzima i ostvarene dijagrame potrošnje iz bliske prošlosti. Drugi pristup podrazumeva primenu ARIMA statističkog modela. Ova dva pristupa se koriste za kratkoročnu prognozu satne potrošnje električne energije, na nivou dva dana unapred, na konzumu Republike Srbije. U radu se, na osnovu konkretnih rezultata, obrazlažu prednosti i nedostaci svakog od izabranih modela.

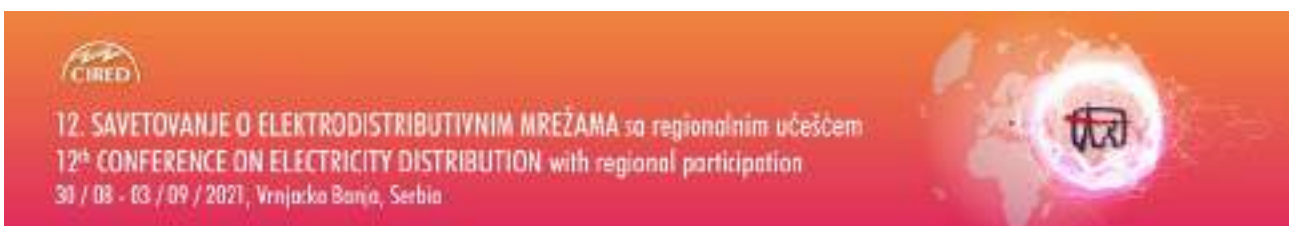
Ključne reči: Prognoza potrošnje električne energije, KNN, ARIMA

SHORT-TERM FORECAST OF ELECTRICITY CONSUMPTION THROUGH MODIFIED KNN ALGORITHM AND ARIMA STATISTICAL MODEL

Forecasting of electricity demand is the first and the most important step in energy management, investment decisions in electricity trading, and planning of electrical systems in a liberalized electricity market. Depending on the forecast time horizon, the different methods are in use: from simple classification and prediction algorithms, different statistical regression methods, fuzzy logic, neural networks, to hybrid systems that combine multiple approaches.

This paper examines two methodological approaches. The first approach considers the classical KNN (k-Nearest Neighbors) algorithm whose input is only the predicted temperature. Then the proposal of the modified KNN (k-Nearest Neighbors) algorithm is examined, which, in addition to temperature, takes into account the actual consumption diagrams from the recent past. The second approach involves applying the ARIMA statistical model. These two approaches are used for the short-term forecast of hourly electricity consumption, at the level of two days ahead, for the electricity demand of the Republic of Serbia. Based on concrete results, the paper, discusses the advantages and disadvantages of each of the selected models.

Key words: Electricity Demand Forecast, KNN, ARIMA



R-5.02

IZRADA STUDIJE RAZVOJA I POVEĆANJA KAPACITETA GRADSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE U SKLADU SA PREDVIĐENIM RAZVOJEM GRADSKIH SREDINA I REGULACIONIM INFRASTRUKTURNIM PLANOM – PRIMER GRADA DOHA, KATAR

Jelena POPOVIĆ, Energoprojekt Entel a.d., Bulevar Mihajla Pupina 12, Beograd

Jedan od glavnih izazova koji se javljaju u urbanizovanim i gusto naseljenim gradskim sredinama je problem razvoja infrastrukturnih servisnih instalacija, među kojima i razvoj distributivne mreže.

Studija koja je rađena za distributera električne energije u Dohi, Katar, na osnovu koje će biti urađen i referat, prikazuje jedan od načina predviđanja potrošnje električne energije i analizu stanja postojećeg distributivnog sistema. Na osnovu prethodno urađene

analize predloženi su i načini za njegovo unapređenje. Takođe, analizirana je i starost pojedinih elemenata distributivnog elektroenergetskog sistema i predložena je zamena onih elementa za koje je utvrđeno da će u skorije vreme postati nepouzdana sa stanovišta operativnosti i bezbednosti zaposlenih u lokalnoj elektro distribuciji.

Kao osnova za estimaciju potrošnje, poslužili su plan prostornog razvoja grada Dohe, sa uključenim planom infrastrukture za održavanje Svetskog prvenstva u fudbalu 2022 i drugih važnijih infrastrukturnih projekata. Rast potrošnje je analiziran u srednjoročnom (do 2022. godine) i dugoročnom vremenskom periodu (do 2030. godine). Kao usvojeni metod za proračun opterećenja je izabrana kombinacija modelinga mreže sa aspekta krajnjih korisnika, prostornog i ekonometrijskog modelinga. Takođe, uzeta je u obzir i raznolikost u kategorijama potrošača i to domaćinstva, komercijalne i stambene zgrade i laka industrija.

Kao konačan zaključak studije, predložene su promene u distributivnom sistemu kroz dodavanje novih primarnih transformatorskih stanica naponskih nivoa 132/11kV i (ili) 66/11kV, novih kablovskih linija 132kV i 66kV, kao i preraspodela sredjenaponskih 11kV kablovskih izvoda. Takođe, predloženo je i povećanje kapaciteta nekih od postojećih transformatorskih stanica 132/11kV i (ili) 66/11kV kroz dodavanje novih, ili zamenu starih transformatora novima veće nominalne snage.

Ključne reči: kategorije potrošača, prostorno planiranje (spatial planning), srednjoročna i dugoročna prognoza, distributivna mreža.

PREPARATION OF THE STUDY FOR DEVELOPING AREA (ZONES) AND MASTER PLANS & DISTRIBUTION NETWORK DESIGN & CAPACITY IMPROVEMENT – EXAMPLE: CITY OF DOHA, QATAR

One of the main challenges in urban and conjoined areas is the development of the service installation, and among all of them development of the distribution network.

The study, which is developed for the electricity operator in Doha, Qatar, which will be used as a base for this paper, is showing one of the load forecasting methods and existing distribution system analysis. Based on the performed analysis the system is proposed to be upgraded. Also, the elements of distribution system were analysed considering the equipment age and some of them, which are considered as unreliable and unsafe, are proposed for replacement.

Doha Master Plan, including infrastructure development plans for the purpose of the football world cup 2020 and other important infrastructure plans, was the main input for load forecasting study. Load growth has been analysed for the medium term (up to 2022) and long term (up to 2030) period. Adopted load forecast network modeling method is combination of end user category, spatial method and econometric method. Also, different categories of end users has been considered such as houses, commercial and residential and light industry consumers.

As a final conclusion, it has been proposed to modify distribution system by adding new primary substations of voltage levels 132/11 kV and (or) 66/11 kV, new cable lines 132 kV and 66 kV voltage levels, and rerouting of outgoing 11 kV feeders. Also, it has been proposed to upgrade some of the transformer substations by adding new, or replacement of existing old transformers with new of higher capacity.

Key words: consumer categories, spatial planning, medium and long term forecast, distribution network.



R-5.03

REKONFIGURACIJA DISTRIBUTIVNE MREŽE I OTOČNA KOMPENZACIJA UZ PRISUSTVO VETRO GENERATORA

Branko STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar, Srbija
Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija

U radu je predstavljena rekonfiguracija distributivne mreže sa istovremenom otočnom kompenzacijom kada su joj, u startu, pridodati vetro generatori, metodom simuliranog kaljenja. Analizirana je mreža Baran-a i Wu-a sa 33 čvora, uključujući i balansni, i 37 grana od kojih svaka može da komutuje, poseduje komutacioni uređaj. Uvedene su i sledeće pretpostavke: potrošnja u čvorovima mreže menja se po Gauss-ovoj normalnoj raspodeli a snaga vetro generatora po Weibull-ovoj, postoje dva vetro generatora maksimalne snage 200 kW svaki, koji mogu biti u startu pridodati bilo kojem čvoru mreže sem balansnom. Kondenzatorske baterije se generišu tako što se takođe dodeljuju bilo kom čvoru mreže sem balansnom. Problem ovakvog uključivanja generatora i baterija treba rešiti automatizacijom. Kondenzatorske baterije se postavljaju tako da ulazni faktor snage mreže bude veći od 0.95 jer je veliki broj konfiguracija po potrošnji takav da je ulazni faktor snage već veći, na samom startu, od 0.85. Drugo ograničenje je da mreža ne bude prekompenzovana. Program je automatizovan tako što generiše proizvoljan broj puštanja i beleži cenu konfiguracije, generisane baterije i ulazne podatke, aktivnu i reaktivnu potrošnju u čvorovima i snage kao i čvorove gde su postavljeni vetro generatori i konačno uštede po satima. Vetro generatori dodeljuju se čvorovima po uniformnoj raspodeli i pretpostavka je da im je snaga samo aktivna i da zavisi jedino od snage vetra (menja se po Weibull-ovoj raspodeli). Rezultati su prikazani tabelarno za prvih

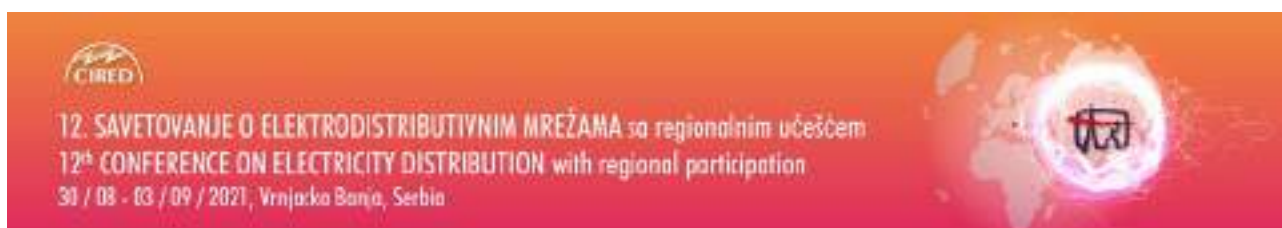
10 sati rada vetro generatora (pretpostavka je da vetro generatori rade 100 sati, u svakom satu različito) i izvršena je njihova analiza na osnovu 100 puštanja programa.

Ključne reči: rekonfiguracija, kondenzatorske baterije, vetro generatori, Gauss-ova raspodela, Weibull-ova raspodela, simulirano kaljenje

DISTRIBUTION NETWORK RECONFIGURATION AND CAPACITOR SWITCHING IN THE PRESENCE OF WIND GENERATORS

In this paper, distribution network reconfiguration with simultaneous capacitor switching, in the presence of wind generators, by SA is presented. Baran and Wu network is analyzed which has 33 nodes including slack one and 37 branches, all of which can commute. Following assumptions are made: load in nodes is changed according to Gauss distribution and wind generator power with Weibull one, there are two wind generators of 200 kW maximum power each and can be allocated to any node but the slack one. The same is valid for the capacitor banks regarding allocation. This switching logic is to be performed by automation procedure. Input power factor is to be greater than 0.95 in order to allocate capacitor banks as it is in start greater for majority of configurations than 0.85. Another constraint is that network should not be overcompensated. The programme is automated and notes the price of configuration, generated banks and input data, active and reactive load and power and location of wind generators and savings which change on hour basis. The wind generators are uniformly distributed in accordance to nodes and generate only active power complying with Weibull distribution. Tabled results are presented for ten hour operation (operation in one hundred hours, every hour different) and analysis is done for one hundred hour work.

Key words: reconfiguration, capacitor banks, wind generators, Gauss distribution, Weibull distribution, SA



I-5.04

PRIMJENA SAVREMENIH IT ALATA ZA EFIKASNIJE UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U OPERATORU DISTRIBUTIVNOG SISTEMA JP ELEKTROPRIVREDA BIH

Selma KOVAČEVIĆ, JP Elektroprivreda BiH d.d.-Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
Amer AŠČERIĆ, JP Elektroprivreda BiH d.d.-Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Procesi upravljanja elektrodistributivnim sistemima su kompleksni i zavise od različitih povezanih podprocesa. Bez primjene adekvatnih IT alata, ne bi bilo moguće postići zadovoljavajući nivo povezanosti procesa niti njihovu efikasnost.

Cilj ovog referata je da prikaže primjenu MS Project servera u JP Elektroprivreda BiH, kao softverskog alata za upravljanje projektima u distributivnoj djelatnosti. Inicijalno, Project server je implementiran sa ciljem upravljanja projektima ulaganja u elektrodistributivne sisteme, ali se vremenom njegova primjena proširila i na upravljanje procesom priključenja, tačnije složenim priključcima.

Referat će pokazati na koji način se softver koristi za transparentnije i efikasnije upravljanje projektnim zadacima, dokumentacijom, ali i resursima samog projekta (ljudi, troškovi, materijali).

Posebno će se opisati integracioni interfejsi Project servera sa drugim informacionim sistemima sa kojim se razmjenjuju potrebni podaci: baza ulaganja od koje se preuzimaju odobreni investicioni projekti, baza podataka za priključenja krajnjih kupaca i proizvođača na distributivnu mrežu, te informacioni sistem za upravljanje finansijama (SAP FMIS).

Ključne riječi: eds, project server, ods, baza ulaganja

APPLICATION OF MODERN IT TOOLS FOR EFFICIENT PROJECT MANAGEMENT IN DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR ELEKTROPRIVREDA BIH

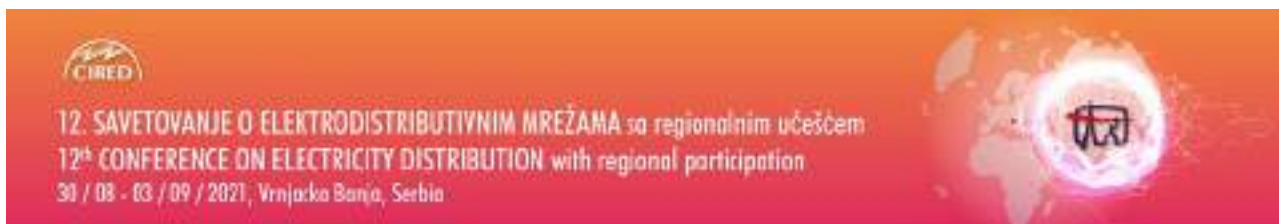
Managing the power distribution system is very complex and depends on various related subprocesses. Without having appropriate IT systems, it would be impossible to achieve a satisfying level of interconnections between processes and their efficiency.

The main goal of this paper is to demonstrate the use of the MS Project server as a software tool for managing projects in the Distribution System Operator (DSO) of Public Enterprise Elektroprivreda B&H (EP B&H). Initially, the Project server was implemented to manage investment projects in the DSO, but over time it's application expanded to manage the connections to the power distribution system (PDS).

This paper considers how the software is used for more transparent and efficient management of project tasks, documentation and resources of the project (human resources, cost, materials).

A special overview is given regarding interfaces for data exchange with other databases such as a database for project initiatives, database for connections to PDS, financial database SAP, and others.

Keywords: power distribution system (pds), project server (ps), distribution system operator (dso)



R-5.05

OPTIMALNO KREIRANJE OSTRVA KORIŠĆENJEM PRISTUPA ZASNOVANOG NA UPRAVLJANJU RIZIKOM

Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija

Pouzdanost napajanja je izuzetno važna za korisnike u distributivnim mrežama i zbog toga je unapređenje pouzdanosti postao jedan od osnovnih ciljeva u distributivnim kompanijama. Kreiranje ostrva u slučaju trajnih kvarova, korišćenjem daljinski kontrolisanih rasklopnih uređaja (reklozera, sklopka-rastavljača), može značajno da unapredi pouzdanost u radijalnim distributivnim mrežama sa distributivnim generatorima. U ovom radu je prikazana procedura za određivanje optimalnog kreiranja ostrva (mikro-mreža) u automatizovanim radijalnim distributivnim mrežama sa distributivnim generatorima uvažavajući neizvesnost u potrošnji i proizvodnji. Predloženi pristup je zasnovan na konceptu fazi skupova, fazi mešovitom celobrojnom programiranju i na analizi rizika. On obezbeđuje generisanje (dobijanje) velikog broja različitih scenarija za kreiranje ostrva. Najbolji među njima se bira na osnovu kriterijuma za merenje i upravljanje rizikom zasnovanog na maksimalnoj očekivanoj dobiti. Na ovaj način predloženi pristup omogućuje donosiocu odluke da izabere onaj scenarijo kreiranja ostrva koji na najefektniji način odgovara na neizvesnost opterećenja (potrošnje) i proizvodnje distributivnih generatora, odnosno scenario koji minimizira rizik od neuspešnog kreiranja ostrva u prisustvu neizvesnosti proizvodnje i potrošnje.

Ključne reči: distributivna mreža, kreiranje ostrva, neizvesnost, analiza rizika

OPTIMAL ISLAND PARTITIONING OF RADIAL DISTRIBUTION NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATORS USING RISK BASED APPROACH

Distribution network reliability becomes essential for customer satisfaction and thus improving service reliability becomes the major concern for distribution utilities. Intentional islanding can increase the reliability in radial networks with distributed generation in the case of sustained faults by creating one or more islands in the network using remotely controlled switches (reclosers, sectionalizing switches). This paper proposes an approach for optimal island partitioning in automated radial distribution networks with distributed generators considering load and generation uncertainty. The proposed approach is based on fuzzy set concept, fuzzy mixed integer linear programming, and risk analysis. It enables obtaining a number of different islanding scenarios. The best among them is selected by employing the maximal expected monetary value criterion for measuring and managing risk. In this way, the proposed approach provides a decision-maker with a means of determining the islanding scenario that responds to load and generation uncertainty in the most effective way, i.e., that minimizes the risk of unsuccessful islanding in the presence of load and generation uncertainty.

Key words: distribution network, island partitioning, uncertainty, risk analysis



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-5.06

ANALIZA OPRAVDANOSTI ULAGANJA U PODMORSKU VEZU O. ŠOLTA – O. DRVENIK VELI

Ivan Andrić, Hrvoje Jelić, Roko Miše
HEP ODS d.o.o. Elektrodalmacija Split, Hrvatska

U ovom radu analizira se isplativost ulaganja u 20 kV podmorski kabel između otoka Šolta i otoka Drvenika Veli. Naime otočna skupina Drvenik Veli i Drvenik Mali se napajaju dvostrano s istog 10 kV vodnog polja Vinišće napajano iz TS 35/10 kV Marina koja je i sama radijalna, a kao vitalni objekt marinskoga područja nema zadovoljen N-1 kriterij. Postojeći konzum šireg područja otoka Drvenika Velog i Drvenika Malog predstavlja ukupno sedam trafostanica, te tri kabel kućice, ukupne instalirane snage 1770 kVA. Izgradnjom TS 20(10)/0.4 kV Drvenik Veli 6 (Krknjaši) na otoku Drvenik Veli otvara mogućnost povezivanja TS 20(10)/0.4 kV Maslinica 2 sa TS 20(10)/0.4 kV Drvenik Veli 6. Energetske prilike na otoku Drvenik Veli i Drvenik Mali nisu dobre, a problemi u napajanju javljaju se u sezoni i van nje.

Ključne riječi: Podmorski kabel, N-1 kriterij, vršno opterećenje

ANALYSIS OF INVESTMENT IN SUBMARINE CABLE BETWEEN THE ISLAND ŠOLTA AND THE ISLAND OF DRVENIK VELI

This paper analyzes cost effectiveness of investing in a 20 kV submarine cable between the island of Šolta and the island of Drvenik Veli. The island group Drvenik Veli and Drvenik Mali are two-sidedly supplied from the same outgoing feeder Vinišće from SS 35/10 kV Marina which is radial connected and as a vital object of the area of Marina, the N-1 criteria is not achieved. Existing consumption of the area of islands Drvenik Mali and Drvenik Veli present seven substations and three cable houses with a total installed power of 1770 kVA. After building the SS 20(10)/0.4 kV Drvenik Veli 7 (Krknjaši) on the island Drvenik Veli there is a possibility of connection between SS 20(10)/0.4 kV Maslinica 2 (which is located on the island of Šolta) with SS 20(10)/0.4 kV Drvenik Veli 6. Energy opportunities on the island of Drvenik Veli and Drvenik Mali are in not good conditions, problems with power supply are present during the summer season and after it.

Key words: Submarine cable, N-1 criteria, peak load



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-5.07

UTICAJ BATERIJSKIH SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PARAMETRE POUZDANOSTI RADA GRUPE MALIH DISTRIBUIRANIH GENERATORA

Katarina KOVAČEVIĆ, Crnogorski elektrodistributivni sistem DOO, Crna Gora
Saša MUJOVIĆ, Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora
Miljana MLADENović, Crnogorski elektrodistributivni sistem DOO, Crna Gora

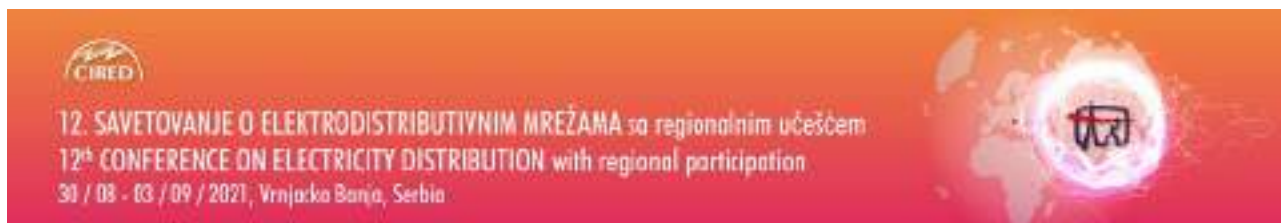
U svijetlu sve veće upotrebe obnovljivih izvora električne energije i njihove integracije u elektroenergetski sistem, a imajući u vidu njihovu promjenjivost i snažnu zavisnost od vremenskih prilika, pitanje pouzdanosti rada elektroenergetskog sistema postaje od esencijalnog značaja. S tim u vezi, ovim radom je posmatrana grupa malih hidroelektrana i razmatrano je kako bi implementacija baterijskih sistema za skladištenje električne energije (BSSE) doprinijela većoj pouzdanosti njihovog rada, a time i pouzdanosti pripadajućeg elektroenergetskog sistema. Posmatrani su ključni parametri pouzdanosti i na bazi razvijenog programa u MATLAB-u dobijeni su rezultati koji potvrđuju pozitivan uticaj BSSE i povećanje parametara pouzdanosti u slučaju njihove primjene.

Ključne riječi: male hidroelektrane, skladište električne energije, baterije, parametri pouzdanosti, modelovanje sistema

BATTERY STORAGE SYSTEMS ON OPERATION RELIABILITY OF THE GROUP OF SMALL DISTRIBUTED GENERATORS

In the light of ever-increasing application of renewable electrical energy sources and their integration in electric power systems, and considering their changeability and strong dependence on weather, a question of operation reliability of the electric power system became essential. In this regard, by this paper, a group of small hydropower plants was studied and it was considered how would the implementation of battery systems for storage of electrical energy (BSSE) contributes to the greater operation reliability, following the greater reliability of electric power system. The key parameters of reliability were studied, and based on developed MATLAB program, results were obtained which confirm the positive influence of BSSE and increase of reliability parameters in the case of their application.

Key words: small hydropower plants, energy storage, batteries, parameters of reliability, system modeling



R-5.08

ОПТИМАЛНО МЕСТО И ВРЕМЕ УГРАДЊЕ УРЕЂАЈА ЗА АУТОМАТИЗАЦИЈУ ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ

Кристина ЏОДИЋ, Електротехнички факултет, Србија
Дарко ШОШИЋ, Електротехнички факултет, Србија

Основни циљ оператора дистрибутивног система је да управља дистрибутивном мрежом на ефикасан начин, испоручујући електричну енергију прописаног квалитета крајњим корисницима на најекономичнији начин уз прихватљив ниво поузданости. Економичност и поузданост су два аспекта, најчешће наспрамна један у односу на други у процесу планирања и пројектовања дистрибутивних мрежа. Уградња опреме за аутоматизацију дистрибутивне мреже је једна од најефективнијих мера којима се утиче на унапређење поузданости кроз смањење трајања прекида испоруке електричне енергије, као и броја погођених корисника. С друге стране, због ограничених расположивих средстава, неопходно је у процесу планирања одабрати најбољи број и локације расклопне опреме како би се постигло највеће унапређење поузданости снабдевања крајњих потрошача. У овом раду је предложен модел, заснован на мешовитом целобројном линеарном програмирању, за одређивање оптималног броја и локације реклозера за аутоматизацију средњенапонских дистрибутивних мрежа у оквиру десетогодишњег плана развоја дистрибутивне мреже, уважавајући ограничене материјалне ресурсе који ће бити на располагању.

Кључне речи: Оптимално постављање реклозера, мешовито целобројно линеарно програмирање, ограничени новчани ресурси

OPTIMAL TIME AND PLACEMENT OF AUTOMATION DEVICES IN DISTRIBUTION NETWORK

The main goal of the distribution system operator is to manage the distribution network in an efficient manner, delivering electricity of the required quality to end users in the most economical way with an acceptable level of reliability. Cost– effectiveness and reliability are two aspects, most often opposite to each other in the process of planning and designing distribution networks. Installation of automation equipment for the distribution network is one of the most effective measures that affects the improvement of reliability by reducing the duration of interruption of electricity supply, as well as the number of affected customers. On the other hand, due to the limited resources available, it is necessary to select the best number and locations of switching equipment in the planning process in order to maximize the reliability of end– user supply. This paper proposes a mixed integer linear programming model for determining the optimal number and location of reclosers in a medium voltage distribution network within a 10 year distribution network development plan, taking into account the limited material resources that will be available.

Key words: Optimal recloser placement, Mixed Integer Linear Programming (MILP), limited financial resources



R-5.09

SATNA PROCENA GUBITAKA ENERGIJE KORIŠĆENJEM TEHNIKA KLASTEROVANJA

Lazar SLADOJEVIĆ, Elektronski Fakultet u Nišu, Srbija
Aleksandar JANJIĆ, Elektronski Fakultet u Nišu, Srbija

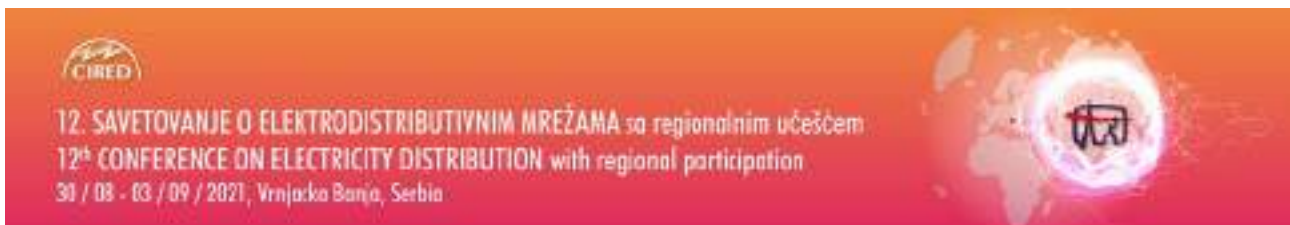
Ovaj rad predstavlja novi pristup za procenu i prognozu gubitaka u distributivnoj elektroenergetskoj mreži na osnovu podataka koje su najčešće dostupni operateru mreže. Metoda se može koristiti za određivanje satnih gubitaka tokom proteklih meseci ali i za procenu satnih gubitaka za naredna dvadeset i četiri časa, za potrebe tržišta. Predloženi pristup koristi metodu za minimizaciju sume najmanjih kvadrata kako bi se izračunali koeficijenti potrebni za procenu gubitaka. Pored optimizacije, uvedena je i tehnika mašinskog učenja za grupisanje koeficijenata u nekoliko sezona. Količina podataka koja se koristi u proračunima je veoma velika zbog činjenice da se električna energija meri na svakih petnaestak minuta. Dobijeni rezultati prilično su tačni i mogu se koristiti za klasifikaciju gubitaka kao i za procenu budućih gubitaka.

Ključne reči: gubici energije, prognoza, klasterovanje

HOURLY ENERGY LOSSES ESTIMATION BY POLYNOMIAL FITTING AND K-MEANS CLUSTERING

This paper represents a new approach for the estimation and forecast of losses in a distribution power grid from data that are normally collected by the grid operator. The method is useful for determining hourly losses for past months but also for estimation of hourly losses during the following twenty-four hours period. The proposed approach utilizes the least squares optimization method in order to calculate the coefficients needed for the estimation of losses. Besides optimization, a machine learning technique is introduced for the clustering of coefficients into several seasons. The amount of data used in calculations is very large due to the fact that electrical energy injected in the distribution grid is measured every fifteen minutes. Therefore, this approach is classified as big data analysis. Obtained results are fairly accurate and can be used for losses classification as well as future losses estimation.

Keywords: energy losses, forecast, k-means clustering



R-5.10

PROCENA MESEČNE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE KRAJNJIH KUPACA DVOSTEPENIM METODOM PROSEKA I METODOM LINEARNE REGRESIJE – STUDIJA SLUČAJA NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU ZEDP „ELEKTRO-BIJELJINA“

Dragan RIKIĆ, ZEDP „Elektro-Bijeljina“, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
Tihomir DABOVIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
Željko MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija
Borislav VOJNOVIĆ, ZEDP „Elektro-Bijeljina“, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
Milan LUKIĆ, ZEDP „Elektro-Bijeljina“, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

Primena protiv-epidemijskih mera za suzbijanje pandemije virusa COVID-19, onemogućila je redovno očitavanje brojila električne energije kupaca u martu 2020. godine. Da bi se obezbedio stabilan i pouzdan rad distributivnog elektroenergetskog sistema u ovakvim, izmenjenim okolnostima, elektrodistributivna preduzeća su se našla pred izazovom da obezbede nesmetan priliv finansijskih sredstava na osnovu računa za potrošenu električnu energiju krajnjih kupaca. Stoga se, u cilju redovnog izdavanja računa, pristupilo proceni mesečne potrošnje u martu 2020. godine za sve krajnje kupce, kod kojih nije bilo moguće utvrditi očitavanu potrošnju električne energije, npr. putem daljinskog očitavanja.

U situaciji kada je bila potrebna brza reakcija i razvoj algoritma sa što jednostavnijom strukturom zbog brzine njegove implementacije, autori ovog rada su razvili dvostepenu metodu za procenu mesečne potrošnje električne energije krajnjih kupaca,

koja se u prvom koraku zasniva na proseku istorijski poznate potrošnje u istom mesecu u šest prethodnih godina i prethodna dva meseca, za mesec za koji se procenjuje potrošnja, a koji se u drugom koraku koriguje sa korekcionim faktorom koji je proračunat na osnovu poznate ukupne potrošnje elektrodistributivnog konzuma. U radu se dalje dobijeni rezultati upotrebom predloženog algoritma upoređuju sa rezultatima procene mesečne potrošnje električne energije krajnjih kupaca koja je izvršena putem linearnog regresionog modela, dobijenog na bazi istorijski poznate potrošnje i u zavisnosti od ostvarenih srednjih mesečnih temperatura. Na kraju, na osnovu konkretnih rezultata, autori obrazlažu prednosti i nedostatke svakog od izabranih algoritama.

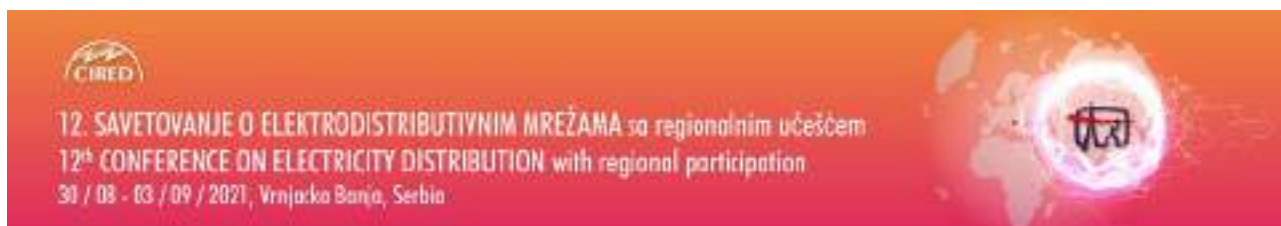
Ključne reči: COVID-19, Procena potrošnje krajnjih kupaca, Dvostepena metoda, Linearna regresija, merenje električne energije

ESTIMATION OF MONTHLY ELECTRICITY CONSUMPTION OF END CUSTOMERS BY TWO-STAGE METHOD OF AVERAGE CONSUMPTION AND BY THE METHOD OF LINEAR REGRESSION - CASE STUDY IN THE DISTRIBUTION AREA OF ZEDP "ELEKTRO-BIJELJINA"

The anti-epidemic measures against the COVID-19 pandemic are made reading of the electricity meters of consumers on the regularly basis, in March 2020, very difficult. In order to ensure stable and reliable operation of the electricity distribution system in such changed circumstances, electricity distribution companies have faced the challenge of providing stable income based on the electricity bills of end-customers. Therefore, in order to provide regular invoicing, the forecast of monthly consumption in March 2020 was executed for each consumer, where it was not possible to meter electricity consumption, e.g. via remote metering.

In a situation where a quick response and development of an algorithm with a simple structure was required, due to the speed of its implementation, the authors of this paper developed a two-stage method for estimating monthly electricity consumption of end-customers. This method is in the first stage based on the determination of the average of historically known consumption in the same month in previous six years, as well as, previous two months, for the estimated month, and then in the second stage, the obtained result is corrected with a correction factor calculated on the known total electricity consumption of the part of distribution system. The paper further compares the obtained results using the proposed algorithm with the results of estimating the monthly electricity consumption of consumers, using a linear regression model, based on the historically known consumption and dependence on the achieved average monthly temperatures. Finally, based on concrete results, the authors explain the advantages and disadvantages of each of the selected algorithms.

Key words: COVID-19, Consumption forecast of end-customers, Two-stage method, Linear regression, Electricity metering



I-5.11

ANALIZA RIZIKA NAPAJANJA TUNELSKJE PUTNE INFRASTRUKTURE

Miodrag ZDRAVKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Vranje
Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet

Poslednjih godina su značajno povećane aktivnosti u izgradnji putne infrastrukture, ali se prilikom izrade planova njihovog napajanja električnom energijom javljaju i određene poteškoće, naročito pri napajanju tunela. U srpskim standardima i tehničkim preporukama Elektrodistribucije Srbije nije definisan način polaganja u ovakvim slučajevima. Za potrebe napajanja električnom energijom objekata putne infrastrukture (tunela, naplatnih stanica, tunelskog operativnog centra, osvetljenja i dr), godine 2019. je izgrađen kablovski vod od TS 35/10 „Vladičin Han 1“ do TS 35/10 „Momin Kamen“, čija se trasa pruža kroz tunel Manajle u dužini od 1800m. Izgradnja ovog tunela bila je glavni motiv za analizu različitih pristupa planiranju. U ovom radu je izvršena analiza mogućih rizika za različite varijante napajanja u smislu: dubine polaganja, ukrštanja i paralelnog vođenja u odnosu na druge instalacije u tunelu, kao i održavanje samog voda. Data je i tehnoekonomska analiza i uporedne cene troškova ovog voda u odnosu na odgovarajući nadzemni vod istog naponskog nivoa

Ključne reči: analiza rizika, napajanje tunela, tehnoekonomska analiza

RISK ANALYSIS OF TUNNEL INFRASTRUCTURE ENERGY SUPPLY

Activities in the construction of road infrastructure have increased significantly in recent years, but there are also some difficulties in drawing up plans for their electricity supply, especially when powering tunnels. The Serbian Standards and Technical Recommendations of the Electricity Distribution of Serbia do not define the manner of laying in such cases.

For the purposes of electricity supply to the facilities of road infrastructure (tunnels, toll stations, tunnel operating center, lighting, etc.), in 2019 a cable line was constructed from TS 35/10 "Vladičin Han 1" to TS 35/10 "Momin Kamen". whose route extends

through the Kržince tunnel in the length of 1800m. The construction of this tunnel was a major motive for analyzing different approaches to planning.

This paper analyzes the possible risks for different power variants in terms of depth of laying, crossing and parallel guidance with respect to other installations in the tunnel, as well as maintaining the conduit itself. Techno-economic analysis and comparative cost prices of this line with respect to the corresponding overhead line of the same voltage level are also given.

Key words: risk analysis, tunnel energy supply, technoeconomic analysis



I-5.12

KONCEPTUALNE PRIPREME DISTRIBUTIVNE MREŽE ZA MASOVNIJU INTEGRACIJU ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA I DISTRIBUIRANIH OIE

Saša ĐEKIĆ, Elektroprivreda Republike Srpske ZP „Elektro Doboј“ a.d. Doboј, RS/BiH

Ako se integrišu i dopunjuju na pametan način, električni automobili mogu značajno smanjiti ispuštanje CO₂, čađi i ostalih zagađenja u atmosferu, te doprinjeti primjeni i korištenju obnovljivih izvora energije u proizvodnji električne energije i distribuiranju iste putem elektrodistributivne mreže. Možemo smatrati da će masovnija primjena električnih automobila i pritisak na smanjenje zagađenja životne sredine omogućiti ubranu integraciju obnovljivih izvora energije i pružiti dodatne usluge povezane s mrežom. Direktiva EU 2014/94 o alternativnim gorivima za održivu mobilnost obavezuje države članice da razviju nacionalne politike u ovom polju i pruže neki oblik podrške vlasnicima električnih automobila, podstičući više električnih automobila i stvarajući puno posla nadležnima za osiguranje odgovarajuće infrastrukture. Polazne tačke predmetnog rada jesu trenutni nizak nivo elektromobilnosti, nedostatak državnih subvencija za električne automobile u regiji, niska cijena električne energije za domaćinstva u odnosu na industriju, nepostojanje karbonskih taksi za proizvedenu električnu energiju u regiji, te nepripremljenost elektrodistributivne mreže za buduću masovnu primjenu električnih automobila i pratećih električnih punjača.

Ključne riječi: električni automobili, elektromobilnost, obnovljivi izvori energije

CONCEPTUAL PREPARATIONS OF THE DISTRIBUTION NETWORK FOR MASSIVE INTEGRATION OF ELECTRIC VEHICLES AND DISTRIBUTED RES

If integrated and supplemented in a smart way, electric cars can significantly reduce the release of CO₂, soot and other pollutants into the atmosphere, as an initiative to apply renewable energy in electricity generation. We can think that the application of electromobility and the pressure to reduce pollution will facilitate the accelerated integration of renewable energy sources and provide additional network-related services. EU Directive 2014/94 on alternative fuels for sustainable mobility obliges member states to develop national policies in this area and offer some form of support to owners of EVs, encouraging more EVs and creating lots of work for municipalities to provide the proper infrastructure. The starting points of this paper are the low level of electric cars, the lack of state subventions the low cost of electricity for households in relation to industry, the absence of carbon taxes for electricity produced in the region, and the unpreparedness of the electricity distribution network for future mass use of electric cars and associated electric chargers.

Key words: electric cars, electromobility, renewable energy sources



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-5.13

PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA OTPORNIH NA EKSTREMNE VREMENSKE NEPOGODE: MATEMATIČKI MODEL I REZULTATI

Neven KOVAČKI, Željko POPOVIĆ
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

U ovom radu je prikazan matematički model za planiranje razvoja distributivnih mreža otpornih na ekstremne vremenske nepogode (oluje). Predloženim matematičkim modelom određuje se skup nadzemnih vodova koje treba fizički pojačati, uvažavajući i mogućnost prelaska sa nadzemnih na kablovske vodove (mrežu), kako bi se smanjila verovatnoća njihovog ispada tokom ekstremnih oluja, broj i lokacija reklozera koje treba ugraditi u distributivnoj mreži, kako bi se smanjila mogućnost propagacije kvara, kao i broj i lokacija rastavljača i mobilnih generatora koje treba postaviti u distributivnoj mreži, a koji se koriste za kreiranje ostrva i privremeno napajanje potrošača nakon oluja. Kao kriterijumska funkcija postavljena je minimizacija troškova koji obuhvataju: investicione i operativne troškove ugrađenih/pojačanih elemenata i opreme, troškove prekida napajanja korisnika distributivne mreže zbog štete prouzrokovane olujama i troškove popravki elemenata distributivne mreže i restauracije napajanja nakon oluja. Predloženi matematički model je veoma kompleksan i za njegovo rešavanje je razvijen hibridni algoritam na bazi simuliranog kaljenja i mešovito-celobrojnog linearnog programiranja. Predloženi pristup je testiran na primeru IEEE test mreže koja sadrži 33 čvora, a dobijeni rezultati su prikazani i komentarisani u radu.

Ključne reči: Otpornost (žilavost), ojačavanje, restauracija napajanja, simulirano kaljenje, mešovito-celobrojno linearno programiranje,

RESILIENT DISTRIBUTION NETWORK PLANNING AGAINST THE SEVERE WEATHER CONDITIONS: MATHEMATICAL MODEL AND RESULTS

This paper presents mathematical model for resilient distribution network planning against the severe weather conditions (storms). The proposed mathematical model determines the set of overhead lines to be hardened, including transition from overhead to underground lines (network), in order to withstand the extreme weather conditions, the number and location of interrupting devices (reclosers) in order to decrease the probability of failure propagation as well as the number and location sectionalizing devices (disconnectors) and mobile generators to be installed in the network to enable creation of islands, which are created during the supply restoration process after the storms. The objective function is set to minimize the costs which encompass: costs of new/hardened elements and equipment, cost of non-supplied energy due to interruptions during the storms, and cost of repairs and supply restoration after the storms. The proposed mathematical model is computationally complex, and thus this paper proposes hybrid algorithm based on simulated annealing and mixed-integer linear programming to obtain the solution in the tractable time. The proposed approach is verified on IEEE 33-bus test system and the results are presented and discussed in the paper.

Key words: Resilience, hardening, supply restoration, simulated annealing, mixed-integer linear programming



R-5.14

PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA OTPORNIH NA EKSTREMNE VREMENSKE NEPOGODE: FORMULACIJA PROBLEMA

Željko POPOVIĆ, Neven KOVAČKI
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

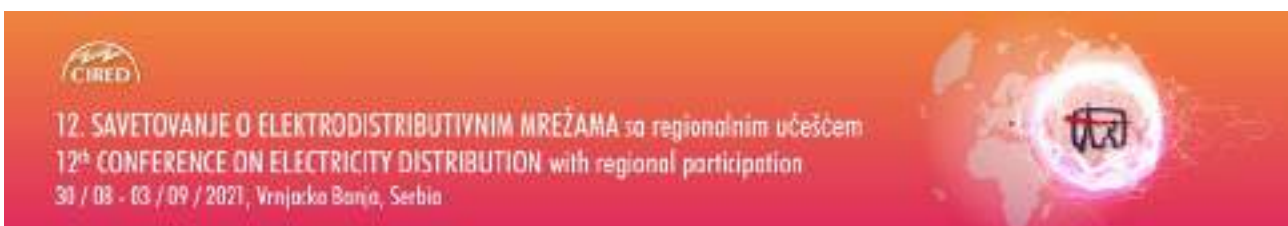
U radu je predložen pristup, zasnovan na upravljanju rizikom, za planiranje distributivnih mreža otpornih na ekstremne vremenske uslove (oluje). Predloženi pristup je zasnovan na konceptu intervalnih brojeva, intervalnoj RDM (Relative Distance Measure) aritmetici, mešovito celobrojnom lineranom programiranju i alatu za ocenu rizika. On omogućava dobijanje velikog broja različitih planova otpornih (žilavih) distributivnih mreža uzimajući u obzir zavisnosti koje postoje među sledećim neizvesnim veličinama (parametrima): maksimalnoj brzini vetra, trajanju oluje i njenoj učestanosti pojavljivanja, lomljivosti (krhkosti) komponenti u mreži (provodnika i stubova), dužini trajanja popravki, prognoziranom opterećenju i proizvodnji iz obnovljivih izvora (generatora). Da bi se unapredila efikasnost predloženog pristupa, u radu je predložen hibridni algoritam baziran na simuliranom kaljenju i mešovito celobrojnom lineranom programiranju. Najbolji plan otporne distributivne mreže se bira korišćenjem kriterijuma minimalnog rizika (Minimax kriterijum). Na taj način predloženi pristup omogućuje donosiocu odluke da odabere onaj plan otporne mreže koji minimizira rizik od značajnih troškova usled ekstremnih oluja.

Ključne reči: Otpornost (žilavost), ojačavanje, kreiranje ostrva, neizvesnost, intervalna aritmetika, analiza rizika

RESILIENT DISTRIBUTION NETWORK PLANNING AGAINST THE SEVERE WEATHER CONDITIONS: PROBLEM FORMULATION

This paper proposes a risk-based approach for planning resilient radial distribution networks to severe windstorms. The proposed approach is based on the concept of interval analysis, Relative Distance Measure (RDM) interval arithmetic, mixed integer linear programming, and risk analysis. It enables obtaining a number of different resilient network plans taking into account dependence among the following uncertain inputs: maximum wind speed, storm duration and its annual frequency of occurrence, fragility of network components, repair duration, forecasted load and generation from renewable generators. In order to improve the computational efficiency of the proposed approach a hybrid simulated annealing and mixed integer linear programming algorithm is introduced. The best resilient plan is selected by employing the Minimal risk (Minimax) criterion for measuring and managing risk. In this way, the proposed approach provides a decision-maker with a means of determining the resilient network plan that minimizes the risk of significant costs due to severe windstorms.

Key words: Resilience, Hardening, Island partitioning, Uncertainty, Interval arithmetic, Risk analysis



I-5.15

PLANIRANJE ZAMENE ENERGETSKOG TRANSFORMATORA – ANALIZA PRAKTIČNOG PRIMERA ET 110/10/10 kV/kV/kV

IVAN SAVČIĆ, DRAŠKO VIČIĆ, IVAN STOJANOVIĆ, MIKA KOVAČEVIĆ, NATAŠA NIKOLIĆ
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Ogranak Kragujevac, Srbija

U ovom radu dat je primer postupka planiranja i realizacije zamene transformatora u TS 110/10/10 kV/kV/kV "Divlje Polje" radi kompletnog remonta i produženja radnog veka navedenog transformatora snage 31,5 MVA u cilju održavanja distributivne mreže stabilnom. Referat obrađuje problematiku zamene ET u TS 110/10/10 kV/kV/kV KG005 Divlje polje u uslovima kada u EEO ne postoji drugi ET u pogonu već je potrebno obezbediti prebacivanje kompletnog napajanja svih TS na alternativno i isključenje ET u cilju ostvarivanja uslova njegove zamene. Pomenuti transformator je bio u eksploatacij punih 40 godina i bilo je krajnje vreme da se

izvrši fabrički remont. Vremenski trenutak realizacije je zbog sticaja okolnosti bio nepovoljan (zimsko doba) tako da je sam postupak bio izuzetno komplikovan i zahtevao je dosta priprema i predradnji koje je trebalo uzeti u obzir i predvideti u planiranju. Na osnovu detaljnih analiza bila je potrebna podela procesa rada u više ekipa kao i realizacija svih radova koja su moguća bez isključenja u periodu pre prelaska na alternativno napajanje kako bi se rizik od prekida u napajanju krajnjih korisnika sistema sveo na minimum. Radom je takodje obradjen algoritam za određivanje kritičnih tačaka u cilju pronalaska rešenja za prenapajanjem i ostvarivanje uslova za zamenu ET koji se može koristiti prilikom sličnih situacija rezerviranja napajanja. Postupak je uspešno završen, bez većih problema, kupci (trećina gradskog i prigradskog konzuma Grada Kragujevca) nisu trpeli. Pored toga što nije bilo neisporučene energije, benefit je da je na osnovu ovog složenog postupka moguća primena na buduće slične potrebne poslove kao uhodani algoritam.

Ključne reči: fabrički remont, složeni postupak, planiranje, zamena transformatora, realizacija

ENERGY TRANSFORMER REPLACEMENT PLANNING - PRACTICAL CASE OF ET 110/10/10 kV/kV/kV REPLACEMENT ANALYSIS

This paper gives an example of the procedure of planning and realization of replacement of transformer in TS 110/10/10 kV/kV/kV 31.5 MVA "Divlje Polje" for complete overhaul and extension of its life in order to keep the distribution network stable. The paper deals with the problem of replacement of ET when there is no other ET in operation but it is necessary to ensure switching of complete power supply of all TS to alternative and switching off ET in order to fulfill the conditions of its replacement. The mentioned transformer has been in operation for 40 years and it was time for the complete overhaul. Due to the circumstances, the timing of the realization was unfavorable (winter time), so the procedure itself was extremely complicated and required a lot of preparations and reworks that had to be taken into account and foreseen in the planning. On the basis of detailed analyzes, it was necessary to divide the work process into several teams as well as to realize all the work that can be done without switching off in the period before switching to alternative power supply in order to minimize the risk of interruption in power supply to the end users of the system. The paper also elaborates an algorithm for determining critical points in order to find an overvoltage solution and to create conditions for ET replacement that can be used in similar power backup situations. The process was successfully completed, without major problems, customers (one third of the city and suburban consumers of the City of Kragujevac) did not suffer. In addition to the lack of energy supply, the benefit of this complex process is that it can be applied to future similar jobs as a well-established algorithm.

Keywords: factory overhaul, complex process, design, transformer replacement, implementation



R-5.16

PLAN IMPLEMENTACIJE NAPREDNIH MERNIH SISTEMA U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU

Biljana TRIVIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Elektrotehnički fakultet Beograd, Republika Srbija
Aca VUČKOVIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Republika Srbija

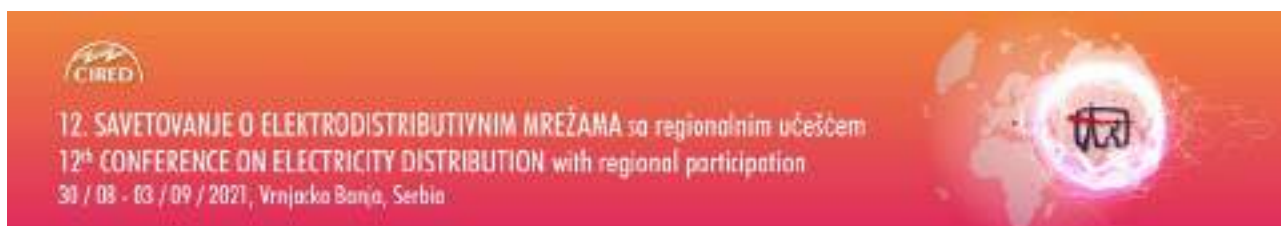
Operator distributivnog sistema u skladu sa Zakonom o energetici [1] izrađuje plan implementacije ekonomski opravdanih oblika naprednih mernih sistema i dostavlja ga Ministarstvu rudarstva i energetike i Agenciji radi davanja mišljenja. Ovaj plan je sastavni deo plana razvoja distributivnog sistema, na koji Agencija daje saglasnost. U radu će biti predstavljeni osnovni principi i preporuke kojih bi se operator distributivnog sistema trebao držati prilikom izrade ovog plana, kao što su: analiza troškova i koristi, zaštita interesa potrošača, smanjenje gubitaka, unapređenje efikasnosti u operativnom radu, omogućavanje priključenja većeg broja obnovljivih izvora električne energije koji se priključuju na distributivni sistem, kao i uvođenje inovativnih naprednih servisa u sektor električne energije. Pored toga, prikazaće se predlog sadržaja plana implementacije naprednih mernih sistema, kao i mogući koraci u njegovoj izradi. Takođe, biće dat i pregled podloga i podataka koje će služiti kao materijal na osnovu kojih će Agencija davati svoje mišljenje na ovaj plan, a indirektno i saglasnost na njega kroz davanje saglasnosti na plan razvoja distributivnog sistema. Osnova za izradu plana implementacije naprednih mernih sistema jesu i regulative koje postoje u ovoj oblasti, a koje će biti predstavljene u radu, odnosno daće se pregled pravnog i regulatornog okvira u oblasti naprednih mernih uređaja kako za Republiku Srbiju tako i za zemlje članice EU. Pored navedenog opisaće se glavne funkcionalnosti naprednih mernih sistema koji su trenutno u upotrebi u zemljama članicama EU ili je propisano da bi trebalo da budu u upotrebi. Takođe, biće dat pregled implementacije naprednih mernih sistema u zemljama članicama EU u ovoj oblasti.

Ključne reči: napredni merni sistem, plan implementacije, operator distributivnog sistema

PLAN FOR SMART METERING ROLL-OUT IN THE DISTRIBUTION SYSTEM

The distribution system operator shall, in accordance with the Energy Law [1], develop the plan for the implementation of economically justifiable advanced metering systems and deliver this plan to the Ministry of Mining and Energy and to the Energy Agency of the Republic of Serbia for the giving an opinion. This plan is part of the distribution system development plan, upon which the Agency gives its consent. In this paper the basic principles and instructions which the distribution system operator can use in the process of preparation this plan will be present, such as: cost-benefit analysis, consumer interests protection, losses reduction, operational efficiency improving, facilitating the connection of a distributed energy resources and introducing innovative advanced in the electricity sector. In addition, a proposal for the content of the smart metering roll out, as well as possible steps in its development will be described. Also, an overview of the data which Agency will use in the process of giving its opinion on the smart metering roll out plan will be proposed. The basis for the development of the smart metering roll out plan are the regulations in this area.. An overview of the legal and regulatory framework in the field of advanced measuring devices for both the Republic of Serbia and the EU member states will be presented in the paper. In addition, the main functionalities of advanced metering systems which are in use in the EU Member States will be described and an overview of the implementation of metering systems in EU Member States will be given.

Key words: advanced metering device, distribution system operator, roll out plan



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
- Dr Savo DJUKIĆ, Univerzitet u Novom Sadu
- Ratko ROGAN, EPS Distribucija, Koordinator DP Novi Sad
- Marko JANKOVIĆ, EMS, Direktor direkcije za tržište električne energije

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 7 radova u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje referata:

1. Praksa i iskustva sa otvaranjem tržišta električne energije i restrukturiranjem elektroprivrede u regionu
2. Praksa i iskustva sa primenom nove regulacije
3. Učesnici tržišta električne energije, snabdevači i modeli isporuke potrošačima
4. Distribuirani izvori energije u konkurentnim uslovima otvorenog tržišta

Članovi komisije su izvršili recenzije prijavljenih referata i u nastavku su data zapažanja, komentari i pitanja autorima za diskusiju na savetovanju.

Preferencijalna tema 1:

Praksa i iskustva sa otvaranjem tržišta električne energije i restrukturiranjem elektroprivrede u regionu

R-6.01 LIBERALIZACIJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRPSKOJ – ANALIZA STANJA U 2020. GODINI I PROJEKCIJA BUDUĆIH TRENDOVA

Autori: Dunja MIRJANIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, BiH, Željko MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija, Tihomir DABOVIĆ, Siniša GLIŠIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, BiH

Stručni izvestilac: dr Nenad KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Šta autor ističe kao glavnu prepreku za brži razvoj kompetitivnog tržišta električne energije i koja bi bila rešenja za prevazilaženje takve prepreke?
2. Koji su preostali koraci za postizanje potpune liberalizacije i usklađenosti sa zahtevima Energetske zajednice?

Preferencijalna tema 2 :
Praksa i iskustva sa primenom nove regulacije

R-6.02 METODOLOGIJA RADA OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA PRI GUBITKU PRAVA KORIŠĆENJA REZERVNOG SNABDEVANJA

Autori: Branislav RADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, Sektor PTiSG, Slobodan STOJKOV, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, Ogranak Elektrodistribucija Zrenjanin, Dragan SUDŽUM, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, Sektor PTiSG

Stručni izvestilac: Dr Savo DJUKIĆ, Univerzitet u Novom Sadu

U radu se razmatraju i obrađuju aktivnosti koje sprovodi operator distributivnog sistema u slučajevima kada korisnik sistema izgubi pravo korišćenja rezervnog snabdevanja. Navedene su obaveze, dužnosti i aktivnosti operatora distributivnog sistema u vezi sa rezervnim snabdevanjem i predložen način vođenja, kontrolisanja i sistemskog praćenja odvijanja celokupnog procesa u slučajevima kada korisnik sistema izgubi pravo rezervnog snabdevanja. Takođe, radom se predlaže nekoliko tipizacija postupanja operatora distributivnog sistema u vezi sa predmetnim procesom i aktivnostima.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori rada smatraju da bi se celokupan proces obustave rezervnog snabdevanja mogao na neki način pojednostaviti? S obzirom da u samom procesu učestvuje nekoliko aktera (rezervni snabdevač, sektor, ogranak, tehnički centar), da li se u praksi javljaju problemi sa rokovima izvršenja obustave (da se obustava ne može postići u predviđenom roku)?
2. Da li su autori sagledali eventualne razlike u načinu postupanja u procesu obustave rezervnog snabdevanja u drugim sektorima ODS-a?

R-6.03 RIZIK SMANJENJA PRIHODA OD PRISTUPA DISTRIBUTIVNOM SISTEMU USLED PRIVREMNOG SMANJENJA ODOBRENE SNAGE

Autori: Milana LOLIĆ, Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet, Eps Distribucija d.o.o. Beograd, Zorana KOSTIĆ, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Niš, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Savo DJUKIĆ, Univerzitet u Novom Sadu

U radu je analiziran rizik smanjenja prihoda operatora distributivnog sistema usled privremenog smanjenja odobrene snage. Opisane su kategorije korisnika distributivnog sistema i tarifni elementi, te prezentovani ostvareni prihodi po osnovu pristupa za distributivno područje Novi Sad u 2019. godini. Analizirana je dinamika privremenog smanjenja odobrene snage za period 2014. – 2019, za kategorije srednji i niski napon. Takođe, izvršen je proračun smanjenja prihoda od pristupa usled privremenog smanjenja odobrene snage u 2019. godini, kao i procena rizika budućeg smanjenja prihoda po ovom osnovu.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori mogu dati komentar na razliku u broju (procentu) mernih mesta za kategorije srednji i niski napon za koje je zahtevano privremeno smanjenje odobrene snage - koji bi mogli biti razlozi zbog kojih je taj procenat nekoliko puta veći za kategoriju srednji napon?
2. Da li u okviru predmetne analize ima smisla uzeti u obzir i uticaj očekivane promene broja mernih mesta, odnosno da li taj faktor može značajnije uticati na zaključke o očekivanom smanjenju (promeni) prihoda ODS-a po osnovu pristupa distributivnom sistemu?

I-6.04 PRIMENA GARANCIJA POREKLA U SNABDEVANJU ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U SRBIJI

Autori: Bratislav DŽOMBIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija

Stručni izvestilac: Marko JANKOVIĆ, EMS, Direktor direkcije za tržište električne energije

U radu je na jasan način objašnjen primenjeni koncept izdavanja garancija porekla u Republici Srbiji. Autor rada je napravio dobru distinkciju od mera podsticaja za OIE (feed-in tarife), ali bi trebalo napomenuti da sistem garancija porekla ne predstavlja šemu podsticaja, već je to pre stimulacija za učesnike na tržištu (pre svega proizvođače i snabdevače), odnosno dodatna mogućnost za ostvarivanje dodatnih prihoda učešćem na novim tržištima, kao i doprinos podizanju svesti o očuvanju životne sredine. Očekuje se da autor u budućim radovima na ovu temu razmotri moguće mere podsticaja za krajnje kupce u Srbiji koji bi kupovali "zelenu energiju", odnosno predstavi potencijal trgovanja nacionalnim garancijama porekla na evropskim tržištima.

Pitanja za diskusiju:

1. Autor je u radu naveo da je sistem izdavanja garancija porekla jedan vid podsticaja za učesnike na tržištu. Da li je autor prilikom izrade rada vršio određene analize tržišta garancija porekla zemalja u regionu i Evropi sa aspekta podsticaja i ako jeste da li može da navede konkretne benefite za učesnike (krajnje kupce, snabdevače, proizvođače).
2. Informisanje zainteresovanih strana prilikom uspostavljanja svakog novog procesa je od izuzetne važnosti. Na koji način je JP EPS, kao dominantni vlasnik garancija porekla i dominantni snabdevač krajnjih kupaca u Srbiji, informisao krajnje kupce o novom produktu i kakve su bile reakcije krajnjih kupaca u Srbiji?
3. EMS AD Beograd je u septembru 2019. godine stekao status punopravnog člana AIB asocijacije. Dostavljanjem odgovarajućeg osiguranja AIB asocijaciji (predviđeno u III kvartalu 2020), EMS će obezbediti da se nacionalnim garancijama porekla trguje u svim zemljama članicama AIB, kao i da garancije iz drugih zemalja budu priznate u Srbiji. Da li je autor rada analizirao tržišta

garancija porekla u Evropi i potencijal za trgovanje nacionalnim garancijama porekla na evropskom tržištu i da li se očekuje uvoz garancija porekla na srpsko tržište?

Preferencijalna tema 3:

Učesnici tržišta električne energije, snabdevači i modeli isporuke potrošačima

R-6.05 ANALIZA PRAVNIH, REGULATORNIH I TEHNIČKIH USLOVA ZA SNABDEVANJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA – PRIMER PRIMENJENE REGULATIVE U EU I PREDLOG PLANA ZA REPUBLIKU SRBIJU

Autori: Dragana BARJAKTAREVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Željko MARKOVIĆ, Deloitte d.o.o. Beograd, Božur RADIVOJEVIĆ, ENEL PS d.o.o. Beograd, Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Beograd

Rad je veoma aktuelan i na ovu temu treba još dosta da se radi kako bi se pronašli svi odgovori koje nameće sve veća upotreba EV.

Pitanja za diskusiju

1. Da li cena za snabdevanje EV treba da bude regulisana ili slobodna?
2. Obzirom na efekte koje punjenje EV ima na mrežu, da li treba uvesti cenovne signale koji bi uticali na vreme punjenja EV?

R-6.06 MODELI SNABDEVANJA ELEKTRIČNIH VOZILA

Autori: Bratislav DŽOMBIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija

Stručni izvestilac: Ratko ROGAN, EPS Distribucija, Koordinator DP Novi Sad

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autoru poznati neki primeri instaliranih punjača kod nas i u svetu?
2. Kupac je dužan, nezavisno od modela punjenja, da planira utrošak EE i pruzme sve obaveze koje podrazumeva snabdevanje. - Da li baš svaki kupac?

I-6.07 OTKRIVANJE NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE POMOĆU STATISTIČKOG METODA POKRETNIH SREDINA

Autori: Josif SPIRIĆ, honorarni konsultant, Leskovac, Slobodan STANKOVIĆ, Tehnički centar Niš, EPS, Srbija

Stručni izvestilac: Ratko ROGAN, EPS Distribucija, Koordinator DP Novi Sad

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je negde u svetu razvijen i implementiran program ili aplikacija koji obrađuju potrošače ovakvom metodom?
2. Da li ima saznanja o broju otkrivenih neovlašćenih potrošnji električne energije primenom ove metode?
3. Jedan od uslova ove metode su procenjeni tehnički gubitci. Da li autori imaju saznanja, kako se ovi gubitci operativno računaju?



Session 6 Report

Session 6

Electricity market and unbundling

Chairman: Dr. Nenad KATIĆ, Faculty of Technical Sciences Novi Sad, Serbia

Committee members and expert reporters:

- Dr. Gordan TANIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade
- Dr. Savo DJUKIĆ, University of Novi Sad
- Ratko ROGAN, EPS Distribucija, Coordinator DP Novi Sad
- Marko JANKOVIĆ, EMS, Director of electricity market directorate

Within the deadline for submission of papers and after consideration by reviewers and expert reporters, 7 papers were accepted in accordance with the preferential topics from the call for papers:

1. Practice and experiences with the opening of the electricity market and the restructuring of the electricity industry in the region
2. Practice and experience with the application of the new regulations
3. Electricity market participants, suppliers and delivery models to consumers
4. Distributed energy sources in competitive open market conditions

The members of the committee reviewed the submitted papers and the following are observations, comments and questions to the authors for discussion at the conference.

Preferential Subject 1:

Practice and experiences in opening of electricity market and restructuring of electricity sector in the region

R-6.01 LIBERALIZATION OF THE ELECTRICITY MARKET IN THE REPUBLIC OF SRPSKA - ANALYSIS OF THE SITUATION IN 2020 AND PROJECTION OF FUTURE TRENDS

Authors: Dunja MIRJANIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ plc Trebinje, Republika Srpska, B&H, Željko MARKOVIĆ, University of Belgrade – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija, Tihomir DABOVIĆ, Siniša GLIŠIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ plc Trebinje, Republika Srpska, B&H

Expert reporter: Dr. Nenad KATIĆ, Faculty of Technical Sciences Novi Sad,

Questions for discussion:

1. What does the author emphasize as the main obstacle for the faster development of competitive electricity market, and what would be a solution to overcome such obstacles?
2. What are remaining steps to reach the full liberalization and compliance with requirements of Energy Community?

Preferential Subject 2:

Practice and experiences in use of new regulation

R-6.02 METHODOLOGY OF OPERATION OF A DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR IN THE CASE OF TERMINATION OF LAST RESORT SUPPLY

Authors: Branislav RADOVIĆ, Elektro distribucija Srbije d.o.o. Belgrade, Serbia, Sector PT&SG, Slobodan STOJKOV, Elektro distribucija Srbije d.o.o. Belgrade, Serbia, Branch Elektro distribucija Zrenjanin, Dragan SUDŽUM, Elektro distribucija Srbije d.o.o. Belgrade, Serbia, Sector PT&SG

Expert reporter: Dr Savo DJUKIĆ, University of Novi Sad

The paper discusses and deals with the activities carried out by the distribution system operator in cases when the system user loses the right to use the backup supply. The obligations, duties and activities of the distribution system operator in relation to the backup supply are stated and the method of managing, controlling and systematically monitoring the progress of the entire process in cases when the system user loses the right to backup supply is proposed. Also, the paper proposes several typifications of the actions of the distribution system operator in relation to the subject process and activities.

Questions for discussion:

1. Do the authors of the paper believe that the whole process of stopping the backup supply could be simplified in some way? Given that several actors are involved in the process itself (reserve supplier, sector, branch, technical center), are there problems in practice with the deadlines for the suspension (that the suspension cannot be achieved within the prescribed period)?
2. Did the authors consider possible differences in the way of acting in the process of suspension of reserve supply in other sectors of the DSO?

R-6.03 RISK OF LOSS OF REVENUE FROM GRID ACCESS CAUSED BY TEMPORARY REDUCTION OF APPROVED PEAK DEMAND

Authors: Milana LOLIĆ, University of Niš, the Faculty of Economics, Eps Distribucija Ltd., Belgrade, Zorana KOSTIĆ, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, Niš, Serbia

Expert reporter: Dr. Savo DJUKIĆ, University of Novi Sad

The paper analyzes the risk of reduced revenues of distribution system operators due to a temporary reduction in approved power. The categories of users of the distribution system and tariff elements are described, and the realized revenues based on access for the distribution area of Novi Sad in 2019 are presented. The schedule of the temporary reduction of the approved power for the period 2014-2019, for the categories of medium and low voltage, was analyzed. Also, a calculation of the reduction of access revenues due to the temporary reduction of approved power in 2019 was performed, as well as an assessment of the risk of future reduction of revenues on this basis.

Questions for discussion:

1. Can the authors make comments on the difference in the number (percentage) of measuring points for the medium and low voltage categories for which a temporary reduction of the approved power is required - what could be the reasons why this percentage is several times higher for the medium voltage category?
2. Does it make sense to take into account in the analysis the impact of the expected change in the number of metering points, i.e. whether this factor can significantly affect the conclusions about the expected reduction (change) of DSO revenues based on access to the distribution system?

I-6.04 APPLYING GUARANTEES OF ORIGIN IN ELECTRICITY SUPPLY IN SERBIA

Authors: Bratislav DŽOMBIĆ, Electric Power Industry of Serbia, Serbia

Expert reporter: Marko JANKOVIĆ, EMS, Director of electricity market directorate

The paper clearly explains the applied concept of issuing guarantees of origin in the Republic of Serbia. The author of the paper made a good distinction from incentive measures for RES (feed-in tariffs), but it should be noted that the system of guarantees of origin is not an incentive scheme, but rather an incentive for market participants (primarily producers and suppliers), or additional opportunity to generate additional income by participating in new markets, as well as the contribution to raising awareness of environmental protection. In the future papers on this topic, the author is expected to consider possible incentive measures for end customers in Serbia who would buy "green energy", i.e. to present the potential of trading in national guarantees of origin on European markets.

Questions for discussion:

1. The author stated in the paper that the system of issuing guarantees of origin is a type of incentive for market participants. During the preparation of the paper, did the author perform certain analyses of the market of guarantees of origin of countries within the region and Europe from the aspect of incentives, and if so, can he state the specific benefits for the participants (end customers, suppliers, producers).
2. Informing stakeholders when establishing each new process is of utmost importance. How did PE EPS, as the dominant owner of origin guarantees and the dominant supplier of end customers in Serbia, inform the end customers about the new product and what were the reactions of the end customers in Serbia?
3. In September 2019, EMS PLC Belgrade acquired the status of a full member of the AIB Association. By providing appropriate insurance to the AIB Association (foreseen in the third quarter of 2020), EMS will ensure that national guarantees of origin are traded in all AIB member countries, as well as that guarantees from other countries are recognized in Serbia. Has the author of the paper analyzed the markets for guarantees of origin in Europe and the potential for trading in national guarantees of origin on the European market, and are imports of guarantees of origin expected to be imported into the Serbian market?

Preferential Subject 3:

Participants in open electricity market, electricity providers and supply models

R-6.05 ANALYSIS OF LEGAL, REGULATORY AND TECHNICAL CONDITIONS FOR THE SUPPLY OF ELECTRIC CARS - AN EXAMPLE OF THE APPLIED EU REGULATION AND A PROPOSAL OF ROADMAP FOR THE REPUBLIC OF SERBIA

Authors: Dragana BARJAKTAREVIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia, Željko MARKOVIĆ, Deloitte Ltd., Belgrade, Božur RADIVOJEVIĆ, ENEL PS Ltd. Belgrade, Aca MARKOVIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia

Expert reporter: Dr. Gordan TANIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade

The paper is very current and there is still a lot of work to be done on this topic in order to find all the answers imposed by the increasing use of EV.

Questions for discussion:

1. Should the supply price of EVs be regulated or free?
2. Given the effects that EV charging has on the network, should price signals be introduced that would affect EV charging time?

R-6.06 ELECTRIC VEHICLE SUPPLY MODELS

Author: Bratislav DŽOMBIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija

Expert reporter: Ratko ROGAN, EPS Distribucija, Koordinator DP Novi Sad

Questions for discussion:

1. Are the author aware of any examples of installed chargers in our country and in the world?
2. The buyer is obliged, regardless of the charging model, to plan the consumption of EE and assume all the obligations involved in the supply. - Is it every customer?

I-6.07 ELECTRICITY FRAUD DETECTION USING STATISTICAL METHOD OF MOVING AVERAGE

Authors: Josif SPIRIĆ, Honorary Consultant, Leskovac, Slobodan STANKOVIĆ, Technical Centre Niš, EPS, Serbia

Expert reporter: Ratko ROGAN, EPS Distribucija, Koordinator DP Novi Sad

Questions for discussion:

1. Is a programme or application that processes consumers using this method developed and implemented somewhere in the world?
2. Is there any knowledge about the number of detected unauthorized electricity consumption using this method?
3. One of the conditions of this method is the estimated technical losses. Do the authors have knowledge of how these losses are calculated operationally?



LIBERALIZACIJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRPSKOJ – ANALIZA STANJA U 2020. GODINI I PROJEKCIJA BUDUĆIH TRENDOVA

Dunja MIRJANIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, BiH
Željko MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija
Tihomir DABOVIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, BiH
Siniša GLIŠIĆ, MH „Elektroprivreda Republike Srpske“ a.d. Trebinje, Republika Srpska, BiH

Liberalizacija tržišta električne energije u zemljama članicama Evropske Unije je proces koji je okončan, što se ne može reći i za zemlje zapadnog Balkana, gdje se mogu uočiti različiti stepeni otvorenosti tržišta električne energije od zemlje do zemlje, pa čak i unutar zemlje, što se vidi na primjeru Bosne i Hercegovine. U Republici Srpskoj, formalno-pravni uslovi za otpočinjanje procesa liberalizacije tržišta električnom energijom su se stekli stupanjem na snagu Zakona o električnoj energiji, krajem 2007. godine i Pravilnikom o snabdijevanju kvalifikovanih kupaca i postupku promjene snabdjevača, koji je stupio na snagu krajem 2014. godine. Ipak do otpočinjanja stvarnog procesa otvaranja tržišta električne energije nije došlo sve do stupanja na snagu Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o snabdijevanju kvalifikovanih kupaca i postupku promjene snabdjevača, koji je stupio na snagu u martu 2019. godine.

U radu se najprije ispituju i analiziraju do sada sprovedene aktivnosti na liberalizaciji tržišta električnom energijom, i daje ocjena u pogledu dosadašnjih rezultata. Dalje se analiziraju potrebni uslovi i pitanja koja se nameću pred sprovođenje daljeg otvaranja tržišta električne energije u Republici Srpskoj. Na kraju, u tekstu se analiziraju najvažnije aktivnosti koje očekuju sve relevantne činioce, u prvom redu Vladu RS, potom resorno ministarstvo i RERS, snabdjevače kao i privredne subjekte koji aktivno učestvuju u oblikovanju tržišta električne energije u cilju pripreme tržišta za dalju liberalizaciju i ostvarenja uslova za njeno uspješno okončanje.

Ključne reči: Liberalizacija tržišta električne energije, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, Elektroprivreda Republike Srpske, Unutrašnje tržište električne energije

LIBERALIZATION OF THE ELECTRICITY MARKET IN THE REPUBLIC OF SRPSKA - ANALYSIS OF THE SITUATION IN 2020 AND PROJECTION OF FUTURE TRENDS

Liberalization of the electricity market has been completed in the member states of the European Union. The same cannot be said for the countries of the Western Balkans, where different levels of liberalization of the electricity market can be observed from country to country and even within the country, which can be seen in Bosnia and Herzegovina. In the Republic of Srpska, the legal conditions for starting the process of liberalization of the electricity market were acquired with the entry into force of the Law on Electricity at the end of 2007 and the Rulebook on Supplying Qualified Customers and the Procedure for Changing Suppliers, which entered into force at the end of 2014. However, the actual process of opening the electricity market did not begin until the Rulebook on Amendments to the Rulebook on the Supply of Qualified Customers and the Procedure for Changing Suppliers came into force, and entered into force in early 2019.

The paper first examines and analyses the activities that are carried out so far on the liberalization of the electricity market, and provides an assessment in terms of current results. The necessary conditions and issues that arise before the further opening of the electricity market in the Republic of Srpska are further analysed. Finally, the text analyzes the most important activities that await all relevant stakeholders, first the RS Government, and then the Ministry of Energy and regulatory body – RERS, as well as all companies that actively participate in shaping the electricity market in order to prepare the market for further liberalization and conditions for its successful completion.

Key words: Liberalization of the electricity market, Internal electricity market, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, Electrical Industry of Republic of Srpska



12. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA sa regionalnim učešćem
12th CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION with regional participation
30 / 03 - 03 / 04 / 2021, Vrnjaska Banja, Serbia



R-6.02

METODOLOGIJA RADA OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA PRI GUBITKU PRAVA KORIŠĆENJA REZRVNOG SNABDEVANJA

Branislav RADOVIĆ, Slobodan STOJKOV, Dragan SUDŽUM
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

U radu se razmatraju i obrađuju aktivnosti koje sprovodi operator distributivnog sistema (u daljem tekstu ODS) u slučajevima kada korisnik sistema izgubi pravo korišćenja rezervnog snabdevanja. Gubitak prava korišćenja usluge rezervnog snabdevanja nastaje usled nepotpisivanja ugovora o rezervnom snabdevanju od strane kupca ili zbog isteka prava na korišćenje usluga rezervnog snabdevanja. U radu su navedene obaveze i dužnosti ODSa i rezervnog snabdevača u vezi sa rezervnim snabdevanjem, sa akcentom na početak i prestanak prava korišćenja rezervnog snabdevanja. U skladu sa aktuelnom organizacijom ODSa celovito su sagledane i precizirane aktivnosti koje se odvijaju na nivou sektora i na novou ogranka ODSa. Predložen je način vođenja, kontrolisnja i sistemskog praćenja odvijanja celokupnog procesa koji započinje prijemom informacije ODSa od rezervnog snabdevača do realizacije obustave ili prestanka postojanja razloga za obustavom. Predložena je tipizacija postupanja ODSa: rezultata provere ispravnosti navoda rezervnog snabdevača, zatim razloga neizvršavanja obustave isporuke i razloga zbog kojih je prestao osnov za realizaciju obustave isporuke. Predložena je konkretna forma vođenja i nadzora celokupnih aktivnosti ODSa koja se primenjuje u Sektoru Novi Sad i ograncima u Vojvodini, a u skladu sa iznetim konceptom rada ODSa.

Iznet je predlog da se postojeća regulativa koja se odnosi na neovlašćenu potrošnju dopuni i precizira za slučaj nedozvoljavanja realizacije obustave od strane korisnika sistema nakon gubitka prava korišćenja usluge rezervnog snabdevanja.

Ključne reči: Operator distributivnog sistema, snabdevač, rezervno snabdevanje, obustva isporuke snabdevanja

METHODOLOGY OF OPERATION OF A DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR IN THE CASE OF TERMINATION OF LAST RESORT SUPPLY

The paper discusses and processes the actions taken by Distribution System Operator, EPS Distribucija d.o.o. Beograd (henceforth: DSO) in cases the final customer of electricity is not entitled to last resort supply. Such a situation occurs in the case that the final customer fails to conclude the agreement on last resort supply, or in case of termination of the agreement on last resort supply. The paper lists the duties and obligations of the DSO and the last resort supplier, with regards to the last resort supplying, with a focus on the start and termination of it. In accordance with the current structure organization of the DSO, sector - and branch - level activities of the DSO were reviewed and specified in their entirety. A method of management, control, and system tracking of the entire process of suspending electricity supply is put forward, starting with the last resort supplier informing the DSO, and ending with either the suspending electricity supply or determination of the basis for the suspension of electricity supply. A DSO procedure typification is also put forward: of the results of the verification of the reserve supplier's claim, the excuses of non-suspending electricity supply, and the reasons for termination of the basis for the suspending of electricity supply. The paper also presents a concrete form of management and tracking of the totality of the DSO activities in the Sector Novi Sad, as well as the branches of the Sector Novi Sad distribution area. A proposal is put forward, to amend and clarify the existing legislation pertaining to unauthorized consumption, to cover the cases of the user disallowing to suspend electricity supply, when the last resort supplying is terminated.

Key words: distribution system operator, supplier, last resort supply, suspend electricity supply



RIZIK SMANJENJA PRIHODA OD PRISTUPA DISTRIBUTIVNOM SISTEMU USLED PRIVREMNOG SMANJENJA ODOBRENE SNAGE

Milana LOLIĆ, Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet, Elektrodistribucija d.o.o. Beograd, Srbija
Zorana KOSTIĆ, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Niš, Srbija

Prihod od pristupa distributivnom sistemu je osnovni poslovni prihod EPS Distribucije d.o.o. Beograd (ODS) i kao takav utiče na finansijski rezultat, odnosno uspešnost poslovanja. U radu se razmatra postojanje rizika smanjenja prihoda od pristupa distributivnom sistemu usled privremenog smanjenja odobrene snage za kategorije srednjeg i niskog napona. Sagledana je dinamika broja mernih mesta sa smanjenom odobrenom snagom i vrednost umanjene odobrene snage u periodu od 2014. do 2019. godine. Analize su rađene na osnovu ostvarenog bilansa isporuke električne energije za 2019. godine za distributivno područje Novi Sad. Za sve analize primenjen je cenovnik usluge pristupa sistemu za distribuciju električne energije od 8.11.2019. godine. Utvrđen je nivo prihoda od pristupa distributivnom sistemu i nivo cene za svaku kategoriju potrošnje. U radu je utvrđen iznos smanjenja prihoda od pristupa usled umanjivanja odobrene snage sa stanjem na dan 1.1.2020. godine. U cilju sagledavanja rizika smanjenja prihoda od pristupa distributivnom sistemu izvršena je analiza maksimalno mogućeg smanjenja posmatranog prihoda, ukoliko bi sva merna mesta, na srednjem i niskom naponu, umanjila odobrenu snagu do nivoa maksimalno izmerene snage u 2019. godini. To predstavlja, uslovno rečeno, teoretski maksimalno moguće smanjenje prihoda od pristupa distributivnom sistemu usled smanjenja odobrene snage. Radi realnijeg sagledavanja pomenutog rizika u dugom roku, izvršen je proračun smanjenja prihoda na osnovu analize odnosa odobrene snage, privremenog smanjenja odobrene snage i maksimalno izmerene snage za merna mesta sa umanjenom odobrenom snagom u januaru 2020. godine. Na kraju, dat je predlog izmene načina planiranja odobrene snage u godišnjim bilansima isporuke ODS-a u cilju realnijeg planiranja poslovnog prihoda, što indirektno utiče i na iznos tarifa za pristup ODS-a.

Ključne reči: energetska menadžment, tržište električne energije, rizik, poslovni prihod, odobrena snaga

RISK OF THE LOSS OF INCOME RESULTING FROM GRID ACCESS CAUSED BY TEMPORARY REDUCTION OF APPROVED PEAK DEMAND

The income derived from grid access fees forms the basis of EPS Distribucija LLC Belgrade (DSO) operating revenue, and it is reflected in the financial performance of the company. This paper considers the risk of a drop in grid access fee revenue that could potentially be caused by temporary reductions of approved peak demand for medium and low voltage category consumers. It has taken into consideration the fluctuation of the number of meter points with reduced approved peak demand as well as the value of the approved peak demand reduction for the period from 2013 to 2019. The analysis was conducted and based on the delivered energy balance of the Novi Sad distribution area for 2019. The prices were taken from the grid access pricing sheet released on 8.11.2019. The paper determines the grid access revenue, and considers the share of various price rate components, with respect to the different consumer categories. In addition, the drop in grid access income due to a reduction in approved peak demand, concluding with 1.1.2020, was also determined. In order to assess the risk of a potential loss of revenue caused by approved peak demand reduction, the maximum possible income drop was calculated, for the scenario of all medium and low voltage meter points reducing their peak demand to their 2019 peak recorded demand. Conditionally speaking, it represents the theoretical maximum drop in grid access revenue caused by the reductions of approved peak power demand. For a more realistic long term view, revenue drop was also calculated based on the ratio of approved peak demand, temporary reduction of approved peak demand, and the peak recorded demand for meter points with reduced approved peak demand in January 2020. This paper also suggests changes in the approach to planning approved demand in the yearly balances of the DSO, with the goal to achieve more realistic planning of corporate revenue, which has an indirect impact on the grid access rates of the DSO.

Key words: energy management, electricity market, risk, operating revenue, approved power



I-6.04

PRIMENA GARANCIJA POREKLA U SNABDEVANJU ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U SRBIJI

Bratislav Džombić, Elektroprivreda Srbije, Srbija

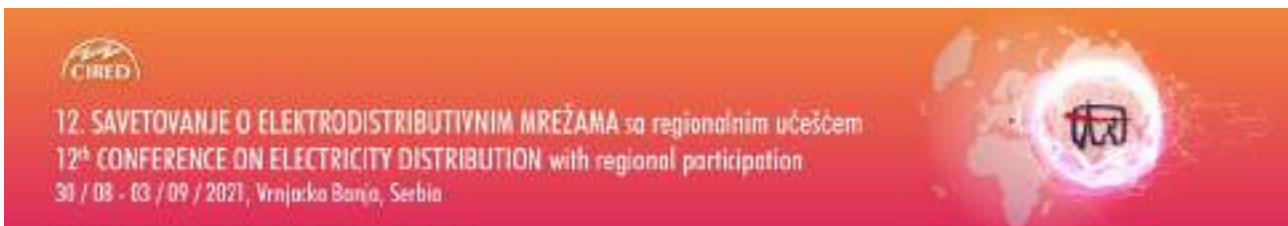
Prvi ugovor o snabdevanju električnom energijom koja vodi poreklo isključivo iz obnovljivih izvora zaključen je u Srbiji u novembru 2018. godine. Ovim je otvoreno novo poglavlje u delatnosti snabdevanja električnom energijom u Republici Srbiji, poglavlje u kojem kupci dobijaju mogućnost da aktivnije odlučuju o očuvanju životne sredine, izborom čistije električne energije. Ovakav vid snabdevanja je omogućen uvođenjem sistema garancija porekla, odnosno definisanjem regulatornog okvira za primenu, određivanjem uloga i implementiranjem odgovarajućih funkcionalnih alata. Garancije porekla energije iz obnovljivih izvora dokazuju poreklo obnovljive energije na transparentan način i pružaju kupcima električne energije potrebnu pouzdanost. Do danas se broj kupaca koji se odlučuju za energiju iz obnovljivih izvora povećao i očekivanja su da će još rasti. Ovaj rad prikazuje iskustva snabdevača električnom energijom u Srbiji u primeni garancija porekla na maloprodajnom tržištu.

Ključne reči: obnovljivi izvori, garancije porekla, snabdevanje

APPLYING GUARANTEES OF ORIGIN IN ELECTRICITY SUPPLY IN SERBIA

The first electricity supply contract originating exclusively from renewable sources was concluded in Serbia in November 2018. This opens a new chapter in the field of electricity supply in the Republic of Serbia, a chapter in which customers are given the opportunity to more actively decide on the conservation of the environment by choosing cleaner electricity. This type of supply is made possible by the introduction of a system of guarantees of origin, regarding defining a regulatory framework for implementation, defining roles and implementing appropriate functional tools. Guarantees of origin for energy from renewable sources prove the origin of renewable energy in a transparent manner and provide the customers with the necessary reliability. To date, the number of customers opting for renewable energy has increased and it is expected to continue to grow. This paper presents the experience of electricity supplier in Serbia in applying guarantees of origin in the retail market.

Key words: renewable energy, guarantees of origin, supply



R-6.05

ANALIZA PRAVNIH, REGULATORNIH I TEHNIČKIH USLOVA ZA SNABDEVANJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA – PRIMER PRIMENJENE REGULATIVE U EU I PREDLOG PLANA ZA REPUBLIKU SRBIJU

Dragana BARJAKTAREVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija
Željko MARKOVIĆ, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija
Božur RADIVOJEVIĆ, ENEL PS d.o.o. Beograd, Srbija
Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija

Sve intenzivnija borba protiv klimatskih promena uslovljava i ubrzani razvoj i primenu automobila na električni pogon u cilju napuštanja tehnologija koje se zasnivaju na upotrebi fosilnih goriva. Da bi se u što kraćem periodu omasovila upotreba električnih automobila, globalno se primenjuje čitav niz mera i inicijativa, koje prati i donošenje zakonskih i podzakonskih akata koji regulišu ovu oblast, kao i čitav niz regulatornih i tehničkih uslova, pri čemu su uključene sve zainteresovane strane: država, regulatorna tela, elektrodistributivne kompanije i snabdevači električne energije.

U radu se najpre ispituju potrebni pravni i regulatorni uslovi sa stanovišta postojećeg EU zakonodavstva i prakse evropskih regulatora, koje je potrebno ispuniti kako bi se ova oblast regulisala i harmonizovala sa EU praksom, naročito sa stanovišta

snabdevanja električnom energijom. Potom se istražuju pozitivni i potencijalni negativni uticaji koje korišćenje ovih vozila može imati na elektroenergetski sistem i distributivnu mrežu usled priključenja novih potrošača na sistem, uslovi za izgradnju odgovarajuće mreže punjača, kao i otklanjanje mogućih problema zagušenja u distributivnoj mreži.

U radu se dalje, na primeru Slovačke kao jedne od zemalja članice EU, ilustruje regulativa koja se odnosi na ovu oblast, i daje predlog plana sa stranama i koracima koje te strane treba da preduzmu kako bi se ova oblast efikasno uredila u Republici Srbiji i uskladila sa zakonodavstvom i praksom u EU.

Ključne reči: klimatske promene, električna vozila (EV), punjači za EV, EU zakonodavstvo, V2G

ANALYSIS OF LEGAL, REGULATORY AND TECHNICAL CONDITIONS FOR THE SUPPLY OF ELECTRIC CARS - AN EXAMPLE OF THE APPLIED EU REGULATION AND A PROPOSAL OF ROADMAP FOR THE REPUBLIC OF SERBIA

The increasingly intense battle against climate change has also led to the accelerated development and deployment of electric cars as one of measures for leaving fossil-fuel-based technologies. In order to maximize the use of electric cars in the near future, a wide range of measures and initiatives are being implemented globally, which is accompanied by the adoption of laws and regulations in this area, as well as a number of regulatory and technical requirements, involving all stakeholders: government, regulatory bodies, electricity distribution companies and electricity suppliers.

The paper first examines the necessary legal and regulatory conditions from the standpoint of existing EU legislation and practices of European regulators, which need to be adopted in order to efficiently regulate and harmonize it with EU practice, especially from the point of view of electricity retailers. Furthermore, the paper explores the positive and potential negative impacts of the use of electrical vehicles on the power system and distribution network due to the connection of new customers to the system, the conditions for building an appropriate network of chargers, and the elimination of possible congestion problems in the distribution network.

The paper further illustrates, on the example of Slovakia as one of the EU member states, the regulation related to this field, and proposes a roadmap with the stakeholders and their necessary steps in order to effectively regulate this field in the Republic of Serbia and harmonize it with EU legislation and practice.

Key words: Climate change, Electrical vehicles (EV), EV chargers, EU aquis, V2G



R-6.06

MODELI SNABDEVANJA ELEKTRIČNIH VOZILA

Bratislav DŽOMBIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija

Sve veća popularnost električnih vozila predstavlja novi izazov za sektor elektro-energetike i otvara diskusije kako tom izazovu pristupiti. Povoljan razvoj tehnologije, u kombinaciji sa porastom svesti o štetnosti upotrebe fosilnih goriva, doprineo je naglom rastu broja električnih vozila u poslednjih nekoliko godina. Očekivanja su da će se ovaj trend nastaviti, te da će do 2030. godine globalni udeo električnih vozila u transportu biti preko 20%. Jasno je da ova prognoza govori o izvesnoj promeni potrošačke strane elektro-energetskog sistema. Tradicionalno, elektro-energetska industrija isporučuje električnu energiju kupcima u njihovim stambenim ili komercijalnim objektima, dok osobina električnih vozila da mogu da menjaju svoju lokaciju potrošnje, zahteva izvesne izmene. Prilagođavanje manje predvidivoj potrošnji je definitivno najveći izazov za operatore mreža, od kojih se zahteva drugačiji način za planiranje i upravljanje mrežom, ali sa druge strane i uloga električnih vozila na tržištu postavlja nova pitanja. Da li su električna vozila kupci? Ko će biti njihov snabdevač? Kako će im se obračunavati i naplaćivati utrošena električna energija? Ovaj rad analizira dostupna iskustva, regulativu i izveštaje iz sveta i predstavlja ulogu električnih vozila na maloprodajnom tržištu električne energije u nekoliko mogućih tržišnih modela.

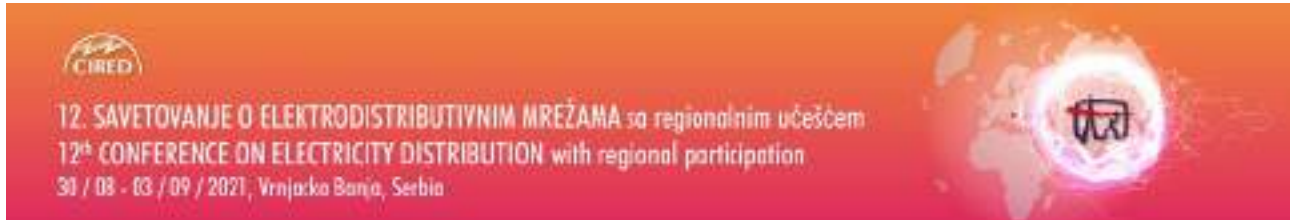
Ključne reči: električna vozila, model snabdevanja, snabdevanje električnom energijom

ELECTRIC VEHICLE SUPPLY MODELS

The popularity of electric vehicles is increasing. This challenges the electricity sector and raises many questions. The favourable development of technology, binded with the rise in awareness of the harmful effects of fossil fuels, has contributed to the rapid increase in the number of electric vehicles in recent years. This trend will continue and by 2030 the global share of electric vehicles in transport will be over 20%. It is clear that this forecast speaks of a certain change in the consumer side of the electricity system. The fact that consumers can only use electricity in their residential or commercial premises guides the traditional electricity industry,

while the ability of electric vehicles to change their consumption location requires a different view of electricity consumption. Adapting to less predictable consumption requires from network operators to adapt planning and managing of the network. The market role of electric vehicles also raises questions. Are electric vehicles customers? Who will be their supplier? How will they be charged and billed for electricity consumed? This paper analyses available experience, regulation and reports from the world and presents the role of electric vehicles in the retail electricity market in several possible market models.

Key words: electric vehicles, supply model, electric energy supply



I-6.07

OTKRIVANJE NEOVLAŠĆENOG KORIŠĆENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE POMOĆU STATISTIČKOG METODA POKRETNIH SREDINA

Josif SPIRIĆ, honorarni konsultant, Leskovac, Srbija
Slobodan STANKOVIĆ, Tehnički centar Niš, EPS

Kvalitet korišćenja distributivnog sistema se ogleda u zaštiti od korišćenja električne energije bez plaćanja. Uspostavljanje ovog tipa kvaliteta svakako bi uticalo na kontrolu i smanjivanje netehničkih gubitaka. Predmet rada je jedan od načina detekcije sumnjivih kupaca u pogledu neovlašćenog korišćenja električne energije sa mreže niskog napona. Osnova za to je statistička kontrola procesa (SPC) korišćenja električne energije. Koristi se MA (moving average) statistički metod pokretnih sredina procesa za indikaciju neprirodnih profila potrošnje registrovanih kupaca.

Ključne reči: Proces, Vremenska serija, Netehnički gubici, Sumnjiv kupac, autlajer

ELECTRICITY THEFT DETECTION USING STATISTICAL MOVING AVERAGE METHOD

The quality of using the distribution system is reflected in the protection against using electricity without payment. Establishing this type of quality would certainly have the effect of controlling and reducing non-technical losses. The subject of this paper is one of the ways of detecting suspicious customers regarding the fraud of electricity on a low voltage network. The basis for this is the statistical process control (SPC) of electricity use. The moving average statistical method is used to indicate unnatural consumption profiles of registered customers.

Keywords: Process, Time Series, Non-technical Losses, Suspicious Customer, Outlier

INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS

AGUILAR Carlos	90, 91	KOVAČEVIĆ Katarina	133	RADULOVIĆ Vladan	53
ANBELKOVIĆ Aleksandar	88, 109	KOVAČEVIĆ Mika	139	RAJIĆ Tomislav	38, 59, 130
ANDRIĆ Ivan	133	KOVAČEVIĆ Selma	131	RIKIĆ Dragan	135
ANTIĆ Boris	57	KOVAČKI Neven	138, 139	RISTIĆ Aleksa	95, 96
ANTONIĆ Aleksandar	29	KNEŽEVIĆ Stanko	132	RISTIĆ Zdravko	84, 85
ANTONIJEVIĆ Mihailo	93	KRSTIVOJEVIĆ Jelisaveta	107	RISTIĆ Mihajlo	84, 85
AŠČERIĆ Amer	131	KRIVOŠIĆ Andrej	99	RISTIĆ Siniša	49
BAČLIĆ Miroslav	52	LALEVIĆ-MILISAVLJEVIĆ Danica	83	RISTIĆ Vladan	114
BAJČETIĆ Predrag	82	LAZOVIĆ Đorđe	95	RISTOVIĆ Nenad	40
BARJAKTAREVIĆ Dragana	53, 149	LILIĆ Snežana	84, 85	SARIĆ Andrija	111
BEZJAK Marjan	31	LOLIĆ Milana	148	SAVČIĆ Ivan	139
BIOČANIN Slađana	79	LOVRENČIĆ Viktor	31	SAVIĆ Aleksandar	38
BJEKIĆ Tina	113	LUKIĆ Jelena	28	SAVIĆ Dejan	118
BJELIĆ Miloš	27	LUKIĆ Milan	135	SAVIĆ Milan	59
BLUM Jürgen	48	LUCOVIQ Anton	48, 60	ŠEJAT Predrag	100
BOGDANOVIĆ Branislav	78	MAKSIMOVIĆ Mirjana	55	ŠČEKIĆ Lazar	80
BOŠKOVIĆ Aleksandar	97, 98	MAKSIMOVIĆ Zoran	120	ŠILJKUT Vladimir	34
BOŠKOVIĆ Boban	79	MANDIĆ Saša	78	SIMENDIĆ Zoran	81, 82
BOŠKOVIĆ-BOGUNOVIĆ Valentina	83	MARIJAN Dinko	23	SIMEUNOVIĆ Zlatko	25, 115
BRKOVIĆ Bogdan	27	MARJANOVIĆ Aleksandar	85	SIMIĆ Nikola	110
ČÁRDENAS Jorge	91	MARKOVIĆ Aca	53, 149	SIMIĆ Ninoslav	109
ČETKOVIĆ Nataša	79	MARKOVIĆ Željko	129, 135, 146, 149	SLADOJEVIĆ Lazar	135
CINCAR-VUJOVIĆ Tatjana	91	MEDIĆ Marko	89	ŠKILJEVIĆ Dražen	80
ČINČURAK Jaroslav	81	MEDO Svetlana	86	ŠLJUKIĆ Nikola	118
ČIRIĆ Božidar	85, 113	MIČIĆ Stefan	38	ŠOŠIĆ Darko	95, 134
ČIRIĆ Zoran	115	MIHAILOVIĆ Miodrag	95, 96	SOVIJL Platon	57
ČOMIĆ Dušan	57	MIJALLOVIĆ Vladica	31, 109	SPIRIĆ Josif	151
ČOSIĆ Marko	85	MIJATOVIĆ Vidoje	87	SPREMIĆ Siniša	29, 39
ČOVIĆ Ante	24	MIJUŠKOVIĆ Nešo	112	SRDANOVIĆ Josip	23
ČURKOVIĆ Marin	22	MIKULOVIĆ Jovan	30	ŠTAMOL Ivan	31
CVETANOVIĆ Nikola	88, 109	MILANKO Milan	49	STANIŠIĆ Stevan	36
CVETINOV Dragan	78	MILENKOVIĆ Dragan	49	STANKOVIĆ Slobodan	151
CVETKOVIĆ Sunčica	85	MILIVOJEV Slobodan	78	STANOJEVIĆ D. Nemanja	88
CVETKOVIĆ Vladan	85	MILJANIĆ Zoran	80	STANOJEVIĆ Vladimir	86
DABOVIĆ Tihomir	135, 146	MILJKOVIĆ Tatjana	27	STEFANOV Predrag	108, 116
ĐANIĆ Dario	87	MILOJKOVIĆ Aleksandar	49	STOJANOVIĆ Branko	130
DEAK Petar	120	MILOSAVLJEVIĆ Srđan	35, 56	STOJANOVIĆ Ivan	139
DEČMAN Matej	31	MILOŠEVIĆ Ana	30	STOJANOVIĆ Zoran	93, 94
ĐEKIĆ Saša	137	MILOŠEVIĆ Dejan	91	STOJČIĆ Vladimir	83
DŽODIĆ Kristina	107, 134	MILOŠEVIĆ Nikola	49	STOJKOV Slobodan	147
DŽOMBIĆ Bratislav	149, 150	MILUN Domagoj	23	STOJKOVIĆ Jelena	108
DOBRIČIĆ Sava	115	MILUTINOV Miodrag	56	STOJKOVIĆ Miloš	113
DOČIĆ Miroslav	88, 109	MIRJANIĆ Dunja	146	STOLIĆ Aleksandar	82
DOKIĆ Dušan	33	MIŠE Roko	133	STREZOSKI Luka	110, 111
DRAGOSAVAC Jasna	115	MITROVIĆ Zoran	57	STRUGAR Velimir	112
DUBAČKIĆ Slavko	97, 97, 98	MLADENOVIĆ Milijana	133	SUDŽUM Dragan	147
DUKANAC Đorđe	119	MUJOVIĆ Saša	133	ŠULC Mario	24
ĐURIĆ Nikola	56	NARANČIĆ Ivana	120	ŠVENDA Goran	81, 82
ĐURIĆ TAMARA	113	NEDIĆ Goran	56	TANASKOVIĆ Miladin	37, 38
ĐURIŠIĆ Željko	91, 113	NIKOLIĆ Aleksandar	120	TAUŠANOVIĆ Milica	88
FORCAN Miodrag	55	NIKOLIĆ Bratislav	95, 96	TSIMTSIOS Aristotelis	107
GENIĆ Adrien	89	NIKOLIĆ Jelena	25, 115	TODOROVIĆ Miljana	89
GLUŠICA Branko	59	NIKOLIĆ Nataša	139	TODOROVIĆ Radomir	35
GRAŠO Joško	24	NOVKOVIĆ Marko	35	TOMÁŠ David	60
GRBIĆ Maja	40, 41	OBRADOVIĆ Branko	118	TORLAK Željko	59
GRUJIĆ Vladan	85	OBRADOVIĆ Dušan	29	TRIVIĆ Biljana	140
GUDŽEVIĆ Alen	33	OBRENIĆ Marko	111	UROŠEVIĆ Vladimir	129
HADŽIBABIĆ Ljilijana	112	OSREDKAR Miha	31	VANČATA Petr	60
HRVIĆ Dejan	40	OSTRAČANIN Vladimir	28, 31, 35, 109	VASILJEVIĆ Srđan	96
ILIĆ Denis	28	PAPANIKOLAOU Nick	107	VASOVIĆ Valentina	28
IVIĆ Dejan	116	PATYNOWSKI Daniel	91	VIDOVIĆ Predrag	111
JAGODIĆ Ivan	84, 85	PAVLOVIĆ Aleksandar	40, 41	VIČIĆ Draško	139
JANDA Žarko	115	PAVLOVIĆ Jelena	115	VLADETIĆ Ratko	85
JANKOVIĆ Boro	59	PEJIĆ Dragan	57	VLADISAVLJEVIĆ Đorđe	97, 98
JANKOVIĆ Jelena	28	PEJOVIĆ Branko	28	VOGLITSIS Dionissis	107
JANJIĆ Aleksandar Fak.	56, 135, 136	PERIĆ Dragoslav	37, 38	VOJNOVIĆ Borislav	135
JANJIĆ Aleksandar ED	117	PERPINIAS Ioannis	107	VUČKOVIĆ Aca	140
JELIĆ Hrvoje	133	PETROVIĆ Aleksandra	50	VUČKOVIĆ Marko	95, 96
JERKOVIĆ Slaven	26	PETROVIĆ Bogdan	39	VUKČEVIĆ Milena	53
JEVTIĆ Jovana	94	PETROVIĆ Dejan	117	VUKOBRAT Nemanja	90, 91
JOKIĆ Srđan	55	PETROVIĆ Miroslub	32	VUKOTIĆ Dušan	85
JOKOVIĆ Dragan	81	POLUŽANSKI Vladimir	84, 85	VUKOVLJAK Jovan	51
JOVANOVIĆ Darko	32	POPOVIĆ Željko	132, 138, 139	VUKOVLJAK Milica	53
JOVANOVIĆ Dragoslav	116	POPOVIĆ Jelena	129	ZAKIĆ Milorad	89
JOVANOVIĆ Marko	95, 96	POROBIĆ Milica	78	ŽARKOVIĆ Mileta	27, 38
JOVANOVIĆ Sanja	100	RADAKOVIĆ Zoran	35, 36	ZDRAVKOVIĆ Miodrag	136
JURIĆ Ivan	22	RADIVOJEVIĆ Božur	149	ZEC Filip	30
JUSIĆ Sakib	54	RADMILOVIĆ Bratislava	97	ZEKIĆ Edin	80
KASAŠ-LAŽETIĆ Karolina	56	RADOMAN Uroš	35	ŽIKIĆ Miljan	114
KARTALOVIĆ Nenad	30	RADOSAVLJEVIĆ Dejan	120	ŽIVADINOVIĆ Goran	92
KLJAJIĆ Dragan	56	RADOSAVLJEV Miroslav	52	ŽIVKOVIĆ Goran	117
KORKAS Christos	107	RADOVANOVIĆ Dušan	79	ŽUKOVSKI Dejan	25, 115
KOSTIĆ Zorana	148	RADOVIĆ Branislav	147		