



**15. konferenca
slovenskih elektroenergetikov
Laško**

19.–21. oktober 2021

povzetki referatov

KAZALO

Častni odbor konference	3
Organizacijski odbor konference	3
Programski odbor konference	4
ŠK A1 – Rotacijski stroji in problematika elektrarn	8
ŠK A2 – Transformatorji	13
ŠK A3 – Oprema za prenos in distribucijo	16
ŠK B1 – Elektroenergetski kabli	29
ŠK B2 – Nadzemni vodi	36
ŠK B3 – Razdelilne transformatorske postaje	47
ŠK B4 – Enosmerni prenosi in energetska elektronika	71
ŠK B5 – Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES	78
ŠK C1 – Razvoj in ekonomika sistemov	100
ŠK C2 – Obratovanje in vodenje sistemov	113
ŠK C3 – Okoljska problematika	119
ŠK C4 – Tehniške značilnosti sistemov	130
ŠK C5 – Elektroenergetski trg in regulacija	139
ŠK D1 – Materiali in nove preiskovalne metode	154
ŠK D2 – IT in TK v elektroenergetiki	156
ŠK D3 – Pametna omrežja	168
ŠK 1 – Omrežne komponente	181
ŠK 2 – Kakovost električne energije in EMC	187
ŠK 3 – Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij	195
ŠK 4 – Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij	211
ŠK 5 – Razvoj distribucijskih omrežij	220
ŠK 6 – Trženje in vplivi na regulacije distribucijskega omrežja	230

ČASTNI ODBOR KONFERENCE

Predstavniki elektrotehniške stroke in slovenskih univerz:

Blaž Košorok, državni sekretar na Ministrstvu za infrastrukturo

Zdravko Kačič, rektor Univerze v Mariboru

Marjan Eberlinc, predsednik Energetske zbornice Slovenije

Ferdinand Gubina, predsednik Elektrotehniške zveze Slovenije

Predstavniki podjetji sponzorjev konference (po abecedi):

Srečko Bezjak, direktor, Schneider Electric d.o.o.

David Bučaj, direktor, Acinel d.o.o.

Marko Gabrovšek, direktor, C&G d.o.o.

Norbert Hadinger, direktor, Lumpi-Berndorf Draht und Sielwerk GmbH

Jure Jagrič, direktor, Elektro novi sistemi d.o.o.

Izabela Korica, upravni direktor, Roxtec d.o.o.

Aleš Kosič, direktor, Kosič d.o.o.

Simon Kozamernik, direktor, Rap-ing d.o.o.

Medeja Lončar, direktorica, Siemens d.o.o.

Žarko Mahne, poslovodja, Elektrotehna Elex d.o.o.

Matjaž Marinko, direktor, Belmet MI d.o.o.

Aleksander Mervar, direktor, ELES d.o.o.

Peter Novak, direktor komerciale, Kolektor Etra d.o.o.

Damir Opsenica, direktor, BeelN d.o.o.

Mitja Penko, direktor, Micom Electronics d.o.o.

Marino Peruško, direktor, Prinsisi d.o.o.

Branko Plešnik, Rober Logar, direktorja, ABB Inženiring d.o.o.

Branko Potočnik, direktor, Žagožen d.o.o.

Samo Praprotnik, direktor, Endal d.o.o.

Aleš Prešeren, direktor, Siemens Energy

Bogdan Ravnikar, direktor, Dalekovod d.o.o.

Primož Sevcnikar, direktor, Troia d.o.o.

Marko Škobrne, predsednik uprave, Esotech d.d.

Janez Torkar, poslovodja, Hitachi ABB Power Grids

Boris Žitnik, direktor, Elektroinštitut Milan Vidmar

ORGANIZACIJSKI ODBOR KONFERENCE

Marko Hrast, član, predstavnik odbora

Leon Maruša, član, generalni tajnik, referati

Uroš Salobir, član, panel 1

Krešimir Bakič, član, panel 2

Jože Pihler, član, študentsko tekmovanje

Boris Žitnik, član, TK CIGRE

Matjaž Osvald, član, TK CIRED

Boris Kupec, član, predstavnik distribucijskega podjetja

Robert Maruša, član

Aleš Peršin, član, komercialne zadeve

Barbara Kozamernik, tajništvo

PROGRAMSKI ODBOR KONFERENCE (po študijskih komitejih)

Programski odbor sestavljajo predsednik TK CIGRE, predsednik TK CIRED in predsedniki študijskih komitejev CIGRE in CIRED.

Boris Žitnik, predsednik TK CIGRE

Andrej Tumpej, predsednik CIGRE ŠK A1 – Rotacijski stroji in problematika elektrarn

Aleš Kirbiš, tajnik CIGRE ŠK A1 – Rotacijski stroji in problematika elektrarn

Borut Prašnikar, predsednik CIGRE ŠK A2 – Transformatorji in dušilke

Tomaz Pungartnik, tajnik CIGRE ŠK A2 – Transformatorji in dušilke

Stane Vižintin, predsednik CIGRE ŠK A3 – Oprema za prenos in distribucijo

Miha Bečan, tajnik CIGRE ŠK A3 – Oprema za prenos in distribucijo

Matjaž Keršnik, predsednik CIGRE ŠK B1 – Elektroenergetski kabli

Samo Štojs, tajnik CIGRE ŠK B1 – Elektroenergetski kabli

Borut Vertačnik, predsednik CIGRE ŠK B2 – Nadzemni vodi

Nejc Zima, tajnik CIGRE ŠK B2 – Nadzemni vodi

Marko Testen, predsednik CIGRE ŠK B3 – Razdelilne transformatorske postaje

Rado Ferlič, tajnik CIGRE ŠK B3 – Razdelilne transformatorske postaje

Boštjan Blažič, predsednik CIGRE ŠK B4 – Enosmerni prenosi in energetska elektronika

Valentin Ažbe, tajnik CIGRE ŠK B4 – Enosmerni prenosi in energetska elektronika

Janez Zakonjšek, predsednik CIGRE ŠK B5 – Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES

Drago Taljan, tajnik CIGRE ŠK B5 – Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES

Saša Jamšek, predsednik CIGRE ŠK C1 – Razvoj in ekonomika sistemov

Andrej Bučar, tajnik CIGRE ŠK C1 – Razvoj in ekonomika sistemov

Janko Kosmač, predsednik CIGRE ŠK C2 – Obratovanje in vodenje sistemov

Franci Kropec, tajnik CIGRE ŠK C2 – Obratovanje in vodenje sistemov

Aleš Kregar, predsednik CIGRE ŠK C3 – Okoljska problematika

Minče Mandelj, tajnik CIGRE ŠK C3 – Okoljska problematika

Jože Pihler, predsednik CIGRE ŠK C4 – Tehniške značilnosti sistemov

Milan Vižintin, tajnik CIGRE ŠK C4 – Tehniške značilnosti sistemov

Bojan Kumer, predsednik CIGRE ŠK C5 – Elektroenergetski trg in regulacija

David Batič, tajnik CIGRE ŠK C5 – Elektroenergetski trg in regulacija

Tim Gradnik, predsednik CIGRE ŠK D1 – Materiali in nove preiskovalne metode

Bilijana Čuček, tajnik CIGRE ŠK D1 – Materiali in nove preiskovalne metode

Andrej Souvent, predsednik CIGRE ŠK D2 – Informacijsko komunikacijske tehnologije

Janez Bartol, tajnik CIGRE ŠK D2 – Informacijsko komunikacijske tehnologije

Miloš Pantoš, predsednik CIGRE ŠK D3 – Pametna omrežja

Andrej Gubina, tajnik CIGRE ŠK D3 – Pametna omrežja

Matjaž Osvald, predsednik TK CIRED

Tomaz Kastelic, predsednik CIRED ŠK 1 – Omrežne komponente

Dejan Verbovšek, tajnik CIRED ŠK 1 – Omrežne komponente

Peter Bergant, predsednik CIRED ŠK 2 – Kakovost električne energije in EMC

Drago Bokal, tajnik CIRED ŠK 2 – Kakovost električne energije in EMC

Miran Horvat, predsednik CIRED ŠK 3 – Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij

Damjan Berghaus Majnik, tajnik CIRED ŠK 3 – Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij

Dejan Matvoz, predsednik CIRED ŠK 4 – Razpršeni viri in upravljanje z energijo

Matjaž Miklavčič, tajnik CIRED ŠK 4 – Razpršeni viri in upravljanje z energijo

Gregor Skrt, predsednik CIRED ŠK 5 – Razvoj distribucijskih omrežij

Tomaz Mohar, tajnik CIRED ŠK 5 – Razvoj distribucijskih omrežij

Tadej Šinkovec, predsednik CIRED ŠK 6 – Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja

Radko Carli, tajnik CIRED ŠK 6 – Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja

KOLEKTOR



glavni sponzor

KOLEKTOR



Energija, ki poganja prihodnost



Kolektor Etra

Energetski transformatorji

www.kolektor-etra.si



Kolektor Igin

VN in SN sistemi

www.kolektorigin.com



Kolektor Sisteh

NN sistemi

www.kolektorsisteh.com





CIGRE

povzetki referatov

ŠK A1

ŠK A1 – Rotacijski stroji in problematika elektrarn

Predsednik: Andrej Tumpej
Tajnik: Aleš Kirbiš

PREDNOSTNE TEME:

- PT 1: Večji vzdrževalni posegi, obnove in rekonstrukcije ter izboljšanje izkoristkov na rotacijskih strojih**
- PT 2: Monitoring, diagnostika v funkciji vzdrževanja**
- PT 3: Tehnološki napredki v hidroelektrarnah v smislu zagotavljanje sistemskih storitev**
- PT 4: Obnovljivi viri in prihodnost**

CIGRE ŠK A1-106

Flegar Miha, Ajdovec Klemen

Revitalizacija male hidroelektrarne Rudno

CIGRE ŠK A1-149

Kranjčič Dalibor

Modeli turbin v študijah stabilnosti elektroenergetskega sistema: zgodovina in sodoben razvoj

CIGRE ŠK A1-291

Pšaker Mitja

Obnovljivi viri in kaj prinaša prihodnost?

ŠK A1-106

CIGRE ŠK A1 (Rotacijski stroji in problematika elektrarn)

Revitalizacija male hidroelektrarne Rudno**Miha Flegar¹, Klemen Ajdovec¹**¹Gorenjske elektrarne
miha.flegar@gek.si

V podjetju Gorenjske elektrarne, d. o. o. nadaljujemo z investiranjem v proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije in revitalizacijo obstoječih proizvodnih naprav. Podjetje je bilo uspešno na javnem pozivu Agencije za energijo in za HE Rudno pridobilo obratovalno podporo za obdobje 15 let. Obstoječa agregata sta bila nadomeščena z dvojno 2-šobno Peltonovo turbino in sinhronskim generatorjem s čimer se bo znatno povečala proizvodnja električne energije. Novi sistem vodenja zagotavlja zanesljivo, varno in optimalno obratovanje agregata v ročnem in avtomatskem režimu ter daljinsko vodenje. Članek opisuje primer dobre prakse in izzive pri izvedbi del, ki so bila kljub pandemiji zaključena v šestih mesecih. Predstavljeni so dejanski učinki prenove na obratovanje in proizvodnjo električne energije.

Ključne besede: mala hidroelektrarna, prenova

ŠK A1-149

CIGRE ŠK A1 (Rotacijski stroji in problematika elektrarn)

Modeli turbin v študijah stabilnosti elektroenergetskega sistema: zgodovina in sodoben razvoj**Dalibor Kranjčič¹**¹Dravske elektrarne Maribordalibor.kranjic@dem.si

V članku je podan zgodovinski pregled do sedaj v znanstveni literaturi obravnavanih modelov, namenjenih eno- in dvojno nastavljivim turbinam, ki so primerni za uporabo v študijah stabilnosti elektroenergetskega sistema. Poudarek je na modelih, ki so namenjeni dvojno nastavljivim turbinam (npr. Kaplan) in se lahko uporabijo na verigi hidroelektrarn podjetja Dravske elektrarne Maribor (DEM).

Prispevkov, ki obravnavajo modele za dvojno nastavljive turbine, je namreč v literaturi bistveno manj kot prispevkov, ki obravnavajo modele za enojno nastavljive turbine. Prav tako obstaja le en matematično določen nelinearni model dvojno nastavljive turbine. Numerični izračuni, izvedeni na osnovi tega modela, lahko privedejo do relativno dobrih rezultatov, vendar so možna tudi precejšnja odstopanja med izmerjeno in izračunano močjo.

V tem smislu članek prikazuje sodobne pristope k razvoju modelov dvojno nastavljivih turbin, ki so določeni na osnovi evolucijskih algoritmov in tehnik t. i. globokega učenja. Opis uporabe navedenih sodobnih pristopov ni omejen le na modele turbin, temveč prikazuje tudi uporabo na večjih sklopih, kot so npr. hidroelektrarna ali veriga hidroelektrarn.

Namen članka je prikazati, da pospešen razvoj strojne opreme in globokega učenja postavlja povsem nove temelje na področju modeliranja hidroelektrarn, ki lahko privedejo do zelo natančnih in uporabnih modelov.

Ključne besede: hidravlične turbine, modeliranje elektroenergetskega sistema, simulacije elektroenergetskega sistema, evolucijski algoritmi, globoko učenje

ŠK A1-291

CIGRE ŠK A1 (Rotacijski stroji in problematika elektrarn)

Obnovljivi viri in kaj prinaša prihodnost?**Mitja Pšaker¹**¹ELESmitja.psaker@eles.si

V članku so podane zahteve za priključitev obnovljivih virov na omrežje, ki so moduli v proizvodnem polju (MPP), podane v Uredbi 631/2016 (NC RfG). Zahteve izhajajo iz vpliva vedno večjega deleža priključevanja OVE na omrežje, ki posledično vplivajo na karakteristike (značilnosti) EES prihodnosti. Zahtevane zmogljivosti novih elektroenergijskih modulov so ključne za zanesljivost, ekonomičnost in stabilno obratovanje EES prihodnosti.

Ključne besede: zahteve za priključitev na omrežje, obnovljivi viri energije, karakteristike EES prihodnosti, elektroenergijski modul, modul v proizvodnem polju, Tretji energetske sveženj, Čista energija za vse Evropejce, NC RfG, Direktiva (EU) 2019/944.

ŠK A2 – Transformatorji

Predsednik: Borut Prašnikar
Tajnik: Tomaž Pungartnik

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Nadzor in vzdrževanje močnostnih in instrumentnih transformatorjev

- Obratovalna zanesljivost, vzdrževanje, spremljanje in ocenjevanje stanja, statistike okvar, življenjska doba.
- Novi pristopi pri vzdrževanju transformatorjev: inovativne analitične metode in diagnostika stanja. Napredna uporaba senzorike in sistemov sprotnega nadzora.
- Dobre prakse in pristopi pri vzdrževanju na podlagi spremljanja in predvidevanja stanja (CBM), tveganja (RBM), analize skupnih stroškov življenjskega cikla (LLC), podaljšanje življenjske dobe, analize različnih vzdrževalnih strategij.

PT 2: Načrtovanje, preskušanje in modeliranje transformatorjev

- Načrtovanje: Izboljšave v postopkih tovarniških preskusov, specifikacij, nadzor kakovosti materialov in komponent, kompatibilnostni preskusi materialov.
- Preskušanje: Izboljšave standardnih metod, posebni preskusi, merjenje stopnje polimerizacije papirne izolacije, merjenje preostale vlage v trdni izolaciji, termovizija, optični temperaturni senzorji. Ugotavljanje stanja izolacijskega sistema, regulacijskega stikala in ključnih komponent transformatorja z električnimi meritvami.
- Modeliranje: Dinamično termično modeliranje transformatorjev – v fazi zasnove, med preskušanjem in v obratovanju. Aplikacije DTM za določanje termične obremenljivosti. Vplivi uporabe novih izolacijskih tekočin na zasnovo hlajenja, izboljšanje hladilnih karakteristik. Modeliranje in optimizacija hrupa.

CIGRE ŠK A2-102

Pirnat Miha

Prednosti uporabe zvočne intenzivnosti pri meritvah hrupa transformatorjev

CIGRE ŠK A2-161

Plaznik Uroš, Prašnikar Borut

Termično modeliranje transformatorjev: od teorije k praksi

CIGRE ŠK A2-221

Gradnik Tim, Kosmač Janko

Modul za izračunavanje dinamične termične obremenljivosti transformatorjev

ŠK A2-102

CIGRE ŠK A2 (Transformatorji in dušilke)

Prednosti uporabe zvočne intenzivnosti pri meritvah hrupa transformatorjev**Miha Pirnat¹**¹Kolektor Etramiha.pirnat@kolektor.com

Transformatorji so iz različnih razlogov umeščeni vedno bližje urbanim okoljem. Hrup transformatorjev tako postaja vedno bolj pomemben parameter. Vrednost hrupa običajno kupec predpiše glede na svoje potrebe, ki jih navadno diktira zakonodaja ali pritožbe bližnjih stanovalcev. V tem članku se bomo najprej osredotočili na način predpisovanja hrupa, saj je veliko možnih kombinacij načinov obratovanja. Pri tem je pomembno tudi katero fizikalno veličino se predpiše; zvočni tlak, zvočno intenzivnost ali zvočno moč. Nadalje bodo predstavljene teoretične osnove zvočne intenzivnosti, ter njene prednosti v primeru meritev hrupa transformatorjev, kjer se meritve zvoka izvajajo v bližnjem polju izvora. Na koncu bo podan še primer meritev na transformatorju in primerjava metod z uporabo zvočnega tlaka in zvočne intenzivnosti.

Ključne besede: Transformator, hrup, meritve, hrup transformatorjev, zvok

ŠK A2-161

CIGRE ŠK A2 (Transformatorji in dušilke)

Termično modeliranje transformatorjev: od teorije k praksi**Uroš Plaznik¹, Borut Prašnikar¹**¹Kolektor Etra d.o.ouros.plaznik@kolektor.com

Termično stanje transformatorja pomembno vpliva na zanesljivost delovanja transformatorja in na njegovo življenjsko dobo. Pomembno je, da imamo v fazi zasnove transformatorja na razpolago orodja, s katerimi z zadostno točnostjo in zanesljivostjo napovemo temperature transformatorja v obratovanju. Metode termičnega modeliranja transformatorja lahko razdelimo v tri skupine: empirični modeli, termo-hidravlični mrežni modeli in računalniška dinamika tekočin. V prispevku bom predstavili lastnosti vseh treh skupin metod in jih med seboj primerjali. Podrobneje bomo predstavili metodo termo-hidravličnih mrežnih modelov in na praktičnem primeru prikazali, kako smo s termo-hidravličnim mrežnim modelom, ki je plod lastnega razvoja, načrtovali transformator napolnjen s sintetičnim estrom. Posebnost sintetičnih estrov je, da imajo nizek vpliv na okolje in so veliko manj vnetljivi kot standardna mineralna olja. Po drugi strani imajo sintetični estri občutno višje viskoznosti kot standardna mineralna olja, kar pomembno vpliva na tokovne in termične razmere v transformatorju. Spremenjene tokovne in termične razmere je mogoče ustrezno popisati le z uporabo primernih orodij za termično modeliranje. Primerjava med napovedmi termo-hidravličnega mrežnega modela in temperaturami izmerjenimi na testu segrevanja pokaže, da lahko, s termo-hidravličnimi mrežnimi modeli, tokovne in termične razmere v transformatorju, napolnjenemu s sintetičnim estrom, ustrezno napovemo.

Ključne besede: termično modeliranje, termo-hidravlični mrežni model, sintetični ester

ŠK A2-221

CIGRE ŠK A2 (Transformatorji in dušilke)

Modul za izračunavanje dinamične termične obremenljivosti transformatorjev**Tim Gradnik¹, Janko Kosmač²**¹Elektroinstitut Milan Vidmar; ²ELEStim.gradnik@eimv.si

V referatu je prikazana zgradba in delovanje modula DPTR (Dynamic Power Transformer Rating) za izračunavanje dinamične termične obremenljivosti energetskih transformatorjev v realnem času in vključitev modula v sistem za ocenjevanje obratovalnih mej (SUMO) prenosnega omrežja ELES. SUMO in DPTR modul sta bila razvita z namenom izboljšanja zanesljivosti delovanja in povečanja prilagodljivosti omrežja, zlasti v primerih povečanih pretokov električne energije skozi obstoječo infrastrukturo prenosnega sistema.

DPTR modul vsebuje namensko razvit dinamični termični model transformatorja, ki pri izračunu temperaturnega odziva transformatorja upošteva variabilno stanje hladilnih sistemov, trenutne ambientalne razmere, pri izračunu dinamične termične obremenljivosti transformatorja pa upošteva termične limite vseh kritičnih komponent in nastavitve termične zaščite transformatorja. V referatu so analizirani rezultati 6-mesečnega delovanja DPTR modula na primeru spremljanja energetskega transformatorja 300 MVA, 400 kV.

Ključne besede: energetski transformator, dinamično določanje obremenljivosti, SUMO, DTR

ŠK A3

ŠK A3 – Oprema za prenos in distribucijo

Predsednik: Stane Vižintin
Tajnik: Miha Bečan

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Prihodnji razvoj opreme za prenos in distribucijo

- Možnosti za izboljšanje zanesljivosti
- Oprema z zmanjšanim vplivom na okolje (zeleni plini ipd.)

PT 2: Upravljanje sredstev skozi celotni življenjski cikel

- Tipizacija opreme za prenos in distribucijo
- Digitalizacija tehničnih podatkov, diagnostika in monitoring opreme
- Vrednotenje vpliva okolja in obratovalnih pogojev
- Prenapetosti in koordinacija izolacije

PT 3: Vpliv razpršenih obnovljivih virov in hranilnikov na opremo

- Nove tehnologije na področju stikalnih in ostalih naprav
- Vgrajevanje pametnih sistemov v naprave
- Spreminjanje tehnične zahteve za naprave v novih pogojih

CIGRE ŠK A3-103

Taylor James

Advanced surge arrester diagnostics role in a smarter grid

CIGRE ŠK A3-156

Vončina Vid, Petek Milan, Pajžlar Mihael

Ocenjevanje stanja vgrajenih prenapetostnih odvodnikov v realnem času

CIGRE ŠK A3-158

Petek Milan, Vončina Vid

Pametni prenapetostni odvodnik z integrirano senzoriko

CIGRE ŠK A3-225

Babuder Maks, Kobal Ivo, Zupanc Boris

Ocena sedanjega stanja diagnostike izolacije rotacijskih strojev z meritvijo delnih razelektritev (PD)

ŠK A3-103

CIGRE ŠK A3 (Oprema za prenos in distribucijo)

Advanced surge arrester diagnostics role in a smarter grid**James Taylor¹**¹Hitachi ABB Power Gridsjames.taylor@hitachi-powergrids.com

Continuity in the supply of power is an important factor in defining overall power quality to the end user, and power outages need to be kept to a reasonable and acceptable level. However, »acceptable« number of outages is a moving target, and demands are continually being placed on network operators/owners to use all available methods to secure and improve power continuity. Gathering relevant information on what stresses are placed on the system forms a key part of this.

Surge arresters have traditionally always played an important role in protecting sensitive insulation throughout the electrical network. Related to this are the potential effects from climate change on lightning activity. Debates rage about how the frequency of lightning may potentially be affected and if thunderstorms will increase or decrease in the future, however there are indications that more intense lightning strikes may be the result regardless.

Engineers need meaningful data to make informed decisions. Surge arresters are often fitted with counters to record the number of surges that occur at a given location in a substation, e.g. from lightning strikes. However, only knowing the number of surges does little to help decide if the insulation coordination of the substation is adequate and whether the surge arresters are properly dimensioned and placed. This becomes even more telling with changes in system and environmental conditions over time since the original system studies were first made.

This paper describes an AIS HV surge arrester monitoring system that not only counts surges and diagnoses the status of the installed arrester for continued service, but also provides the ability to help interpret the effect of the surges. Results from actual installation are presented and discussed. The information provided by the monitoring system can be used to estimate the overvoltage at the connection point of the arrester to the network. In turn, engineers can obtain better insight into the stresses placed on system insulation than possible in the past by traditional means. Regardless of the frequency of thunderstorms, the fact remains that lightning, and other surge events, will continue to place electrical equipment and system stability at risk of failure. Making use of advanced surge arrester diagnostics to ensure that the right surge arrester is in the right place and is fit to cope with required duty provides engineers with a useful tool as part of a smart grid approach to minimize unplanned outages.

Ključne besede: arrester, insulation-coordination, monitoring, smart-grid, asset-management

ŠK A3-156

CIGRE ŠK A3 (Oprema za prenos in distribucijo)

**Ocenjevanje stanja vgrajenih prenapetostnih odvodnikov
v realnem času****Vid Vončina¹, Milan Petek¹, Mihael Pajžlar¹**¹Izoelektrovid@izoelektro.si

Referat obravnava mehanizem za določevanje uporovne komponente dobljene iz celotnega uhajavega toka prenapetostnega odvodnika v realnem času, ki je učinkovit in enostaven za uporabo, ter primeren za vgraditev v obstoječi elektro-energetski sistem. Metoda ocenjevanja je zasnovana na meritvi celotnega uhajavega toka iz katerega se izločili uporovna komponenta, ki je merodajna za ocenitev kvalitete odvodnika.

Z metodo je mogoče dovolj natančno oceniti uporovno komponento toka iz meritve celotnega uhajavega toka brez znane priključne napetosti na odvodniku in posledično stanje odvodnika prenapetosti.

Meritev je mogoče izvesti v realnem času na objektu. Smart senzor je zasnovan na vnaprej izmerjenih statičnih karakteristikah reprezentančnega vzorca prenapetostnih odvodnikov v produkcijski fazi in v laboratorijskem okolju.

S pomočjo vnaprej izvedenih laboratorijskih meritev vzorca prenapetostnih odvodnikov, kjer se dobijo tabele ali analitično izračunane statične karakteristike, ki povezujejo klasično standardizirano meritev in meritev srednje vrednosti uhajavega toka na izbranem časovnem intervalu je mogoče brez merjenja napetost na ključnem neznanem odvodniku izračunati uporovno komponento toka in določiti stanje prenapetostnega odvodnika.

Ključne besede: Odvodnik prenapetosti, uporovna komponenta uhajavega toka, daljinski nadzor.

ŠK A3-158

CIGRE ŠK A3 (Oprema za prenos in distribucijo)

Pametni prenapetostni odvodnik z integrirano senzoriko**Milan Petek¹, Vid Vončina¹**¹Izoelektromilan@izoelektro.si

Elektro-energetska omrežja danes postajajo vse „pametnejša“. Napredna senzorika, računalništvo v oblaku in internet stvari (Internet of Things – IoT) so osnova za razvoj pametnih sistemov, katerih integralni del so pametne IoT naprave. Oblačna platforma omogoča napredno analizo pridobljenih podatkov v realnem času, priporočila in obvestila glede stanja naprav v sistemu, v zadnjem času pa se razvijajo tudi tehnologije strojnega učenja in umetne inteligence. Ravno na tem področju smo v podjetju Izoelektro d.o.o., v zadnjem letu naredili velik korak naprej. Koncept strojnega učenja smo že implementirali v firmware pametne IoT naprave za daljinsko spremljanje in napredno analizo električnih omrežij ter nadzor prenapetostnih odvodnikov RAM-1. Digitalizacija nadzora in upravljanja elektro-energetskega sistema prinaša številne prednosti, kot so povečanje prenosa moči z optimizacijo integralni delov, zmanjšanje obratovalnih stroškov in tveganj z vnaprej predvidenim vzdrževanjem, izboljšanje učinkovitost in stabilnost obratovanja.

Vizija podjetja Izoelektro d.o.o. je, da vse svoje izdelke pripravimo na čas pametnih omrežij tako, da jih že v osnovi opremimo s tehnologijo, ki jim bo omogočala integracijo v pametna omrežja. Medtem ko smo avtomatizacijo in digitalizacijo industrijskih procesov že osvojili, želimo prednosti sodobnega pristopa k industrializaciji prenesti tudi na lastne izdelke. S tem mislimo predvsem na napredno senzoriko in komunikacijo v realnem času. Kovinsko oksidni (KO) prenapetostni odvodniki so zaščitni elementi v elektro-energetskih omrežjih, kjer energetska postrojenja ščitijo pred različnimi prenapetostmi. V referatu bo predstavljena razvojna os novega izdelka, pametnega prenapetostnega odvodnika z integrirano tehnologijo za zajem in prenos podatkov.

Predstavljen bo koncept integracije dveh kompatibilnih izdelkov, prenapetostnega odvodnika in pametne IoT naprave RAM-1. Prenapetostni odvodnik bo imel v konstrukciji vgrajeno senzoriko, s katero bo zajemal meritve uhajavega toka, atmosferskih razelektritev, temperature, pospeška, itd. ter jih preko BLE posredoval do dostopne točke v bližini, ki bo komunicirala z oblako podatkovno bazo preko NB-IoT ali LoRaWAN. Preko skupne dostopne točke se bo lahko v podatkovno bazo povezovalo več pametnih naprav hkrati. Predstavljen bo tudi inovativni koncept za napajanje pametnih IoT naprav direktno iz omrežja, saj za svoje delovanje potrebujejo izredno majhno količino energije.

Ključne besede: prenapetostni odvodnik, pametno omrežje, internet stvari, strojno učenje

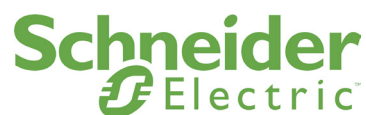
ŠK A3-225

CIGRE ŠK A3 (Oprema za prenos in distribucijo)

Ocena sedanjega stanja diagnostike izolacije rotacijskih strojev z meritvijo delnih razelektritev (PD)**Maks Babuder¹, Ivo Kobal¹, Boris Zupanc¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmarmaks.babuder@eimv.si

Delo obravnava pomembne novosti v splošni tehniki PD meritev, navaja okvirni pregled izvedenih meritev v Sloveniji v zadnji dekadi. Zajema tudi obravnavo posledic dielektričnih obremenitev izolacije s pretvorniki napajanih motorjev s poudarkom na delnih razelektritvah. Komentira tudi metode zajetja PD po veljavnih standardih.

Ključne besede: električna izolacija, delne razelektritve, diagnostika



zlati sponzorji

RAZVIJAMO PRENOSNO OMREŽJE PRIHODNOSTI

Postavljamo nov mejnik v slovenski elektroenergetiki. Z raziskovalno-inovativnim delom se kot sistemski operater slovenskega elektroenergetskega prenosnega omrežja usmerjamo v njegov trajnostni, sistematični in napredni razvoj. Strateške inovacije nam bodo omogočile izpolnitev našega poslanstva tudi v prihodnosti – skrbeti za varen, zanesljiv in neprekinjen prenos električne energije 24 ur na dan. To bomo dosegli z inovativnimi razvojnimi in tehnološkimi projekti in v sodelovanju z raznolikimi partnerji tako v domačem kot mednarodnem okolju. Za električno energijo na dosegu vaše roke danes in jutri.



ENS
ELEKTRO NOVI SISTEMI

Member of Elnos Group

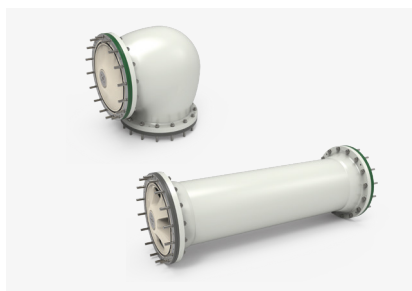
EconIQ™: Ekološki portfelj za ogljično nevtralno prihodnost

Naše inovacije še naprej vodimo v smeri zmanjšanja vpliva naših izdelkov in rešitev na okolje, po poti v ogljično nevtralnost



EconIQ plinsko izolirano stikališče (GIS) ELK-04, 145 kV

EconIQ GIS ELK-04, 145 kV, je najrobustnejše plinsko izolirano stikališče brez SF₆ plina. Fleksibilnost izvedbe združuje z majhnim ogljičnim odtisom, vrhunsko zanesljivostjo in nizkimi stroški v življenjski dobi.



EconIQ zbiralčni sistem ELK-3, 420 kV

Zbiralčni sistemi EconIQ za plinsko izolirane stikalne naprave (GIS) ELK-3, 420 kV omogočajo, v primerjavi s standardnimi rešitvami, znatno zmanjšanje količine plina SF₆. Modularna zasnova izdelka omogoča različne konfiguracije in zamenjavo izolacijskega plina z ekološko učinkovito alternativo.



EconIQ odklopnik - LTA, 145 kV

Na podlagi preizkušene tehnologije visokonapetostnih odklopnikov ponuja LTA odlično stikalno zmogljivost ob enakih prostorskih zahtevah. Našim kupcem zagotavlja najvišjo zanesljivost ob enaki velikosti izdelka, hkrati pa zmanjšuje vpliv na okolje.

Hitachi ABB Power Grids



We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB Power Grids Ltd does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB Power Grids Ltd.
© Hitachi Power Grids, All rights reserved.

ABB is a registered trademark of ABB Asea Brown Boveri Ltd. Manufactured by/for a Hitachi Power Grids company.



acinel

POVEZUJEMO ENERGIJO

Acinel d.o.o. / info@acinel.com / www.acinel.com

Life Is On

Schneider
Electric

SM AirSeT
je nova SN stikalna oprema

AIR

ki jo poganjajo
digitalne tehnologije
in prečiščen zrak



PREDSTAVLJAMO PRIMEGEAR™ ZX0

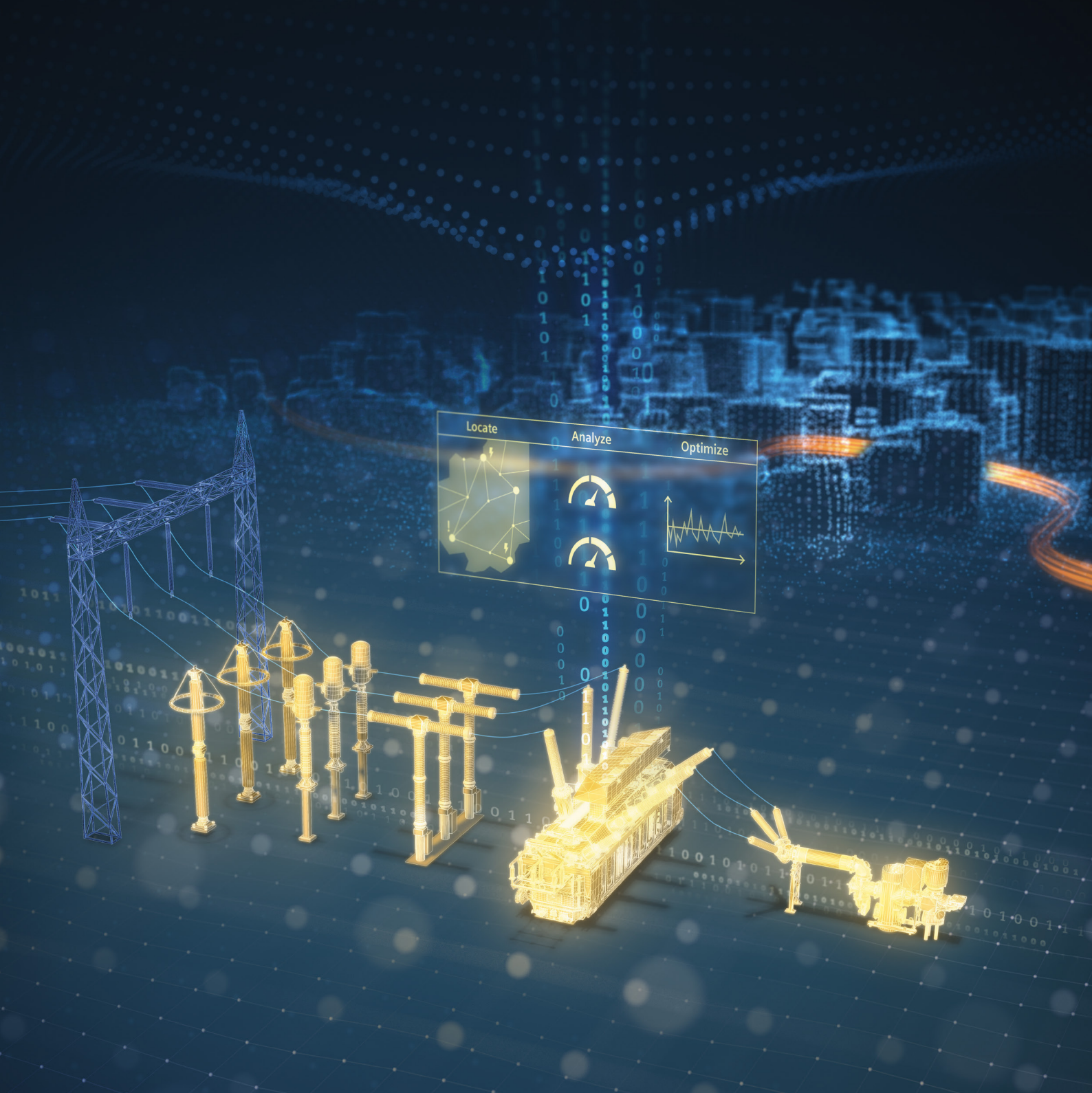
Greener is smarter. Smarter is greener.

Zasnovano za vas: trajnostna, inteligentna, srednjenapetostna primarna plinsko izolirana stikalna naprava. Sedaj lahko opravljate delo na bolj zelen in pametnejši način. Naša učinkovita, robustna in varna stikalna naprava, brez SF6 izolacijskega plina (SF6-free), s potencialom globalnega segrevanja (GWP) manj kot ena, vključuje lastnosti daljinskega nadzora in diagnosticiranja v realnem času, kjerkoli se nahajate. Nizkotlačna zasnova stikalne naprave povečuje varnost in življenjsko dobo.

PrimeGear™ ZX0 je boljši za vas, vaše delo in naše okolje.

new.abb.com/medium-voltage/primegearZX0





Ustvarjamo okolja, ki jim je mar

Ustvarjanje pametnejših omrežij z energetske inteligenco ustvarja nove priložnosti v spreminjajočem se ekosistemu.

[siemens.com/smart-grid](https://www.siemens.com/smart-grid)

SIEMENS

ŠK B1

ŠK B1 – Elektroenergetski kabli

Predsednik: Matjaž Keršnik
Tajnik: Samo Štojs

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Trendi razvoja SN kablov in kabelske tehnike

- Uporaba enožilnih/trižilnih kablov v Slovenskem distribucijskem omrežju
- Polaganje SN kablov v Sloveniji (tehnični pogoji za izvajalca, kvaliteta izvedba – poročila in el. meritve po polaganju, ekonomski vidik)
- Kabelski pribor (spojke, konektorji, končniki) – novosti ali zrela tehnologija?
- Vodotesnost kablov in življenjska doba

PT 2: Novi projekti VN kablov v tujini in doma

PT 3: Diagnostika in izkušnje v obratovanju kablov

- Diagnostika kablov v Sloveniji v praksi
- Analiza dogodkov na kablilih in kabelskem priboru

CIGRE ŠK B1-125

Pamič Zdravko

Prejšnje izkušnje z uporabo modularnih tesnilnih sistemov v elektroenergetskih objektih v Sloveniji

CIGRE ŠK B1-185

Stanonik Marko, Bonča Vili

Vzdrževanje SN kabelskega omrežja v podjetju Elektro Gorenjska

CIGRE ŠK B1-198

Bonča Vili, Stanonik Marko

Realni primeri izvajanja diagnostike SN kablov

CIGRE ŠK B1-223

Vilfan Marko, Pravdič Borut

Uporaba polietilenskih kabelskih jaškov za izgradnjo in posodobitev elektro-kabelske kanalizacije

CIGRE ŠK B1-263

Šeneker Izidor, Kralj Borut, Trop Jernej

Uvajanje diagnostičnih metod na kablovodih v distribucijskem podjetju

CIGRE ŠK B1-266

Podkoritnik Simon, Vuga Vojta, Osencič Peter

Izkušnje pri preizkušanju novih 220 kV kabelskih sistemov po polaganju

ŠK B1-125

CIGRE ŠK B1 (Elektroenergetski kabli)

Prejšnje izkušnje z uporabo modularnih tesnilnih sistemov v elektroenergetskih objektih v Sloveniji**Zdravko Pamić**zdravko.pamic@gmail.com

Modularni tesnilni sistemi so se v elektroenergetskih objektih v Sloveniji začeli uporabljati šele pred nekaj leti. V okolju jih največ uporabljajo na Hrvaškem, kjer v zadnjih desetih letih skoraj ni novo zgrajenih kakor tudi obnovljenih elektroenergetskih objektov v katerih niso uporabljeni nekateri deli tesnilnih sistemov.

Dizajnirani so za uporabo v podzemnih prostorih, kjer obstaja potreba po tesnjenju proti stalnemu pritisku vode in plina, kar je idealno za energetske kable, ki vstopajo v temelje zgradbe, da se preprečijo poškodbe opreme zaradi poplave ali vlage, požara, EMI / EMP plina, prahu, glodalcev in insektov, eksplozij in dr. Gre za preprosto montažo, predvsem zaradi odstranljivih listov, ki jih je mogoče prilagoditi vsaki debelini kablov pod zemljo in v vodi. Prav tako so idealni za polaganje na platformah različnih vrst vrtin, kjer je potrebna izredna odpornost na ekstremne vremenske razmere ki tam vladajo (nizke in visoke temperature, veter, dež, sneg, led ...), da se zagotovi varnost in zanesljivost tega objekta ali pripadajoče opreme. Vedno bolj priznavajo njihovo funkcionalnost kot »multidiameterno tehnologijo«. To je tehnološko razvita in prilagodljiva rešitev s konceptom, ki sledi razvoju situacije na kraju samem in omogoča naknadno zamenjavo ali dodajanje kablov z minimalnimi napori in stroški.

Osnovna funkcija teh sistemov je tesnjenje in zaščita pred vodo, ognjem, plinom, prahom, umazanijo, majhnimi glodalci in drugimi nezaželenimi predmeti v objektih, ki so zaščiteni s temi sistemi. Poleg osnovne funkcije, ki je popolna in trajna zaščita objekta, v katerega jih vgradimo, morajo biti tudi enostavni za vgradnjo in funkcionalni pri vseh pogojih tesnjenja. Kakovostno, zanesljivo, varno in trajno tesnjenje kablov v teh objektih, kakor tudi znotraj njih, je mogoče doseči z izbiro enega od sistemov tesnjenja ali kombinacijo več sistemov, v tem poročilu pa bodo obdelani samo modularni tesnilni sistemi.

Prvi elektroenergetski objekt, ki je odprt in začel obratovati v Sloveniji, je TS Pekre poleg Maribora, kjer je vgrajeno na stotine različnih dimenzij in oblik modularnih tesnil za različne vrste kablov ki so postavljeni v tem TS.

V fazi gradnje je objekt TS Podlog, kjer so bile uporabljene okrogle rešitve, pri čemer so prirobnice vgradili v stene v fazi gradnje projekta, tesnili pa so signalne in napajalne kable.

Trenutno je v fazi ponudbe celotne elektroenergetske opreme na RTP 400 / 110–220 / 110 kV Cirkovce, kjer razen kablovskega vhodnega sistema ponujajo tudi modularne rešitve, investitor naj bi se kmalu odločil za najboljšo ponudbo in za ta del opreme ki bo postavljena.

V samem poročilu bo posebej obravnavana celotna funkcionalnost modularnih sistemov tesnjenja, s posebnim poudarkom na vse bolj uporabljane module za EMC / EMI zaščito. Predstavljene bodo predvsem vse rešitve, ki se uporabljajo v TS Pekre in trenutno stanje z vgradnjo modularnih tesnilnih delov v TS Podlog.

Ključne besede: Modularni tesnilni sistemov, pretekle izkušnje z njihovo uporabo, trenutno stanje z ugradnjo v TS Podlog in RTP 400/110-220/110 kV Cirkovce

ŠK B1-185

CIGRE ŠK B1 (Elektroenergetski kabli)

Vzdrževanje SN kableskega omrežja v podjetju Elektro Gorenjska**Marko Stanonik¹, Vili Bonča¹**¹Elektro Gorenjskamarko.stanonik@elektro-gorenjska.si

V podjetju Elektro Gorenjska doprinos kableske diagnostike postaja vedno bolj prepoznan. Tako je bil v letu 2020 ustanovljen oddelek, namenjen postavitvi strategije izvajanja kableske diagnostike in pričetku sistematičnega izvajanja meritev kableske izolacije. Na podlagi pridobljenih rezultatov je mogoče oceniti generalno stanje izolacije kabla ali le oslabljenih odsekov ter kritična mesta tudi določiti. To nam omogoča kritično odločanje o načinu in izvedbi popravil SN kablov ali predvidenje investicijskih sredstev v kritičnih primerih, ko je potrebna zamenjava. S tem je mogoče optimizirati stroške vzdrževanja ali investicij, v pomoč pa nam je tudi pri širjenju in posodobitvah omrežja. Prav tako lahko šibka mesta pravočasno odkrijemo in jih saniramo brez nepredvidenih izpadov, v času planiranih vzdrževalnih del, kar dodatno prispeva h kvalitetni dobavi električne energije in posledično boljšim kazalnikiom zanesljivosti oskrbe.

V referatu je opisan konkreten primer izvajanja diagnostike SN kablov v podjetju Elektro Gorenjska na delu našega lastnega omrežja.

Ključne besede: kableska diagnostika, kableska izolacija, izgubni faktor, delne razelektritve

ŠK B1-198

CIGRE ŠK B1 (Elektroenergetski kabli)

Realni primeri izvajanja diagnostike SN kablov**Vili Bonča¹, Marko Stanonik¹**¹Elektro Gorenjskavili.bonca@elektro-gorenjska.si

Stanja izolacije SN kablov v večini primerov brez ustreznih meritev, preiskav in analiz ni možno pravilno oceniti. Na življenjsko dobo kableske izolacije vpliva veliko dejavnikov. Pomemben vpliv imajo poškodbe nastale že v času polaganja ali kasneje ob morebitnih drugih gradbenih delih na kabelski trasi. Človeški faktor ima močan vpliv na samo kvaliteto izvedbe in montaže kableskega pribora. Vendar pa je možno z diagnostičnimi meritvami napake uspešno odkriti še preden kablovod dejansko odpove in bi prišlo do nepredvidenega izpada dobave električne energije. V referatu bodo predstavljeni konkretni primeri poškodovane izolacije kablov, ki so sicer v času meritev še normalno obratovali, vendar pa bi brez odprave napak, ki se jih je odkrilo z diagnostičnimi meritvami, verjetno na teh mestih zelo kmalu prišlo do preboja izolacije.

Ključne besede: kableska diagnostika, TanD, izgubni faktor, delne razelektritve



ŠK B1-223

CIGRE ŠK B1 (Elektroenergetski kabli)

Uporaba polietilenskih kabelskih jaškov za izgradnjo in posodobitev elektro-kabelske kanalizacije

Marko Vilfan¹, Borut Pravdič²

¹Elektro Gorenjska; ²Zagožen d.o.o.

marko.vilfan@elektro-gorenjska.si

Trend izgradnje elektrodistribucijskega omrežja je kabelsko omrežje, ki s svojimi prednostmi, hitro večja delež napram daljnovodnim omrežjem. Nekatera distribucijska podjetja daljnovodnega oziroma prosto-zračnega omrežja praktično ne gradijo več. V urbanih območjih, ter predvsem v sklopu cestne in komunalne infrastrukture pa se kabelsko omrežje gradi v elektro kabelski kanalizaciji, katere bistveni element je elektro kabelski jašek. Ti so bili do sedaj praviloma armirano betonski. V skupnem sodelovanju z elektrodistribucijskimi podjetji Slovenije in s podjetjem Zagožen, katero je specializirano za izdelavo polietilenskih proizvodov velikih dimenzij, to je po sistemu rotacijskega litja, smo določili tehnične zahteve za razvoj polietilenskega kabelskega jaška (PE KJ). V dobrem letu skupnega sodelovanja je podjetje Zagožen razvilo prvi PE KJ dimenzij 1500x1500x1800 mm, kateri ustreza vsem danim tehničnim zahtevam.

Uspešen razvoj in kvaliteto PE KJ je potrdil tudi ZAG Ljubljana z izdajo STS-a.

V članku je predstavljena zgradba novega PE KJ, bistvene prednosti, podana je primerjava z armirano betonskimi kabelskimi jaški, ter predstavljena pilotna vgradnja.

Ključne besede: Elektroenergetski kabli, kabli, elektro kabelska kanalizacija, kabelski jašek

ŠK B1-263

CIGRE ŠK B1 (Elektroenergetski kabli)

**Uvajanje diagnostičnih metod na kablovodih
v distribucijskem podjetju****Izidor Šeneker¹, Borut Kralj¹, Jernej Trop¹**¹Elektro Mariborizidor.seneker@elektro-maribor.si

V tem referatu bom na kratko predstavil izkušnje, ki smo jih pridobili z novim merilnim vozilom BAUR tritron. Preden se lotimo novih metod, je potrebno prebrati oz. preučiti določene standarde, preučiti literaturo s tega področja in seznaniti z novo opremo. Lahko trdim, da je tematika precej zahtevna in kompleksna. Več je vprašanj kot odgovorov. Misel lahko zaključim, vaja dela mojstra. Če redno spremljamo razvoj merilne tehnike, razvoj kablov, izvajamo več različnih metod, ter po določenem času pridobimo potrebne izkušnje na kabelski tehniki. Šele takrat lahko ocenimo v kakšnem stanju so naši kablovodi. Za ocenitev stanja naših kablovodov so bistvenega pomena pravilni vhodni podatki.

Diagnostične metode so kljub določenim omejitvam zelo močno orodje pri oceni stanja izolacije samih kablovodov. Univerzalne metode za določitev stanja izolacije ni, prav tako iz samo ene meritve težko sklepamo o samem stanju izolacije. Potrebne so večkratne meritve v časovnih okvirih in spremljanje trendov gibanja posameznih parametrov. Ne glede na morebitna povečanja delnih praznitev na določenih mestih, pa tudi če so presežene po priporočilih, še ne moremo z gotovostjo reči, da je potrebno takojšnje ukrepanje. V kolikor pa se rezultati meritev spreminjajo na slabše, pa je to že dovolj dober indikator za ukrepanje oz. zamenjavo kritičnega dela.

Večjo zanesljivost dosežemo, če se meritve prično izvajati že pred spuščanjem v obratovanje, saj to omogoča, da pridobimo posnetek začetnega stanja, ki predstavlja referenčno vrednost za primerjavo z meritvami v obratovalni dobi. Namen diagnostičnih metod je predvsem preizkus kvalitete izvedbe montaže kabelskih zaključkov, spojk in kvaliteto polaganja. Njihova življenjska doba je odvisna prav od kvalitete njihove montaže. Skrite napake in pomanjkljivosti montaže se pokažejo šele po nekaj letnem obratovanju. Tudi zelo majhne prekoračitve nivoja delnih razelektrenj v daljšem časovnem obdobju povzročijo poškodbe, ki pripeljejo do preboja kabla. Pri diagnostičnih metodah so pomembni tudi podatki o obratovalnih parametrih, popravilih, meritvah po sanaciji ti dajo nove vrednosti. Zunanji in drugi vplivi se odražajo kot motnje saj vnašajo merilno napako ali pa celo onemogočajo meritev samo. Pomembni so tudi podatki o vrsti in trajanju preobremenitev, izrednih obratovalnih stanjih, številu okvar in vzrokih njihovega nastanka.

Diagnostika kablovodov je vsekakor nadgradnja obstoječim kabelskim meritvam. Pravilno ovrednotenje rezultatov je možno le s statističnimi metodami in zgodovino meritev in dogajanj na samih kablovodih, praktične izkušnje so nujne. Iz rezultatov samo ene meritve, določene ugotovitve sicer lahko povzamemo, za podrobnejšo analizo stanja izolacije pa so potrebni trendi, ki jih lahko dobimo zgolj iz več zaporednih meritev v daljših časovnih intervalih.

Ključne besede: Diagnostika kablovodov



cigre
Slovenija



CIRED
Slovenija

15. konferenca slovenskih elektroenergetikov Laško 2021 [19.–21. oktober 2021]

ŠK B1-266

CIGRE ŠK B1 (Elektroenergetski kabli)

Izkušnje pri preizkušanju novih 220 kV kabelskih sistemov po polaganju

Simon Podkoritnik¹, Vojta Vuga¹, Peter Osenčič¹

¹Elektroinštitut Milan Vidmar

simon.podkoritnik@eimv.si

Uporaba kablov na najvišjih napetostnih nivojih je danes v svetu že nekaj vsakdanjega. Kablovode na najvišjih napetostih se sicer večinoma še vedno najpogosteje uporablja za krajše odseke kot so povezave od daljnovoda do stikališč ali kot povezave znotraj stikališč npr. med transformatorjem in GIS stikališčem. Neglede na navedeno pa so tudi ti kabelski sistemi še vedno zelo pomembni in jih je potrebno ustrezno preizkusiti predno jih spustimo v obratovanje. V referatu bo predstavljen način izvedbe preizkusa s povišano napetostjo in meritve, ki predstavljajo referenčne vrednosti za možne bodoče diagnostične meritve 220 kV kabelskega sistema; prav tako pa bodo prikazane izkušnje iz meritev na terenu.

Ključne besede: kabel, preizkušanje, delne razelektritve, meritve, izolacija.

ŠK B2 – Nadzemni vodi

Predsednik: Borut Vertačnik
Tajnik: Nejc Zima

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Upravljanje s sredstvi in dvig obstojnosti daljnovodov

- Monitoring in diagnostika
- Indeks preostale življenjske dobe
- Ocena tveganja, degradacijski mehanizmi

PT 2: Povečevanje zmogljivosti daljnovodov

- Inovativno projektiranje, novi materiali in tehnologije
- Optimizacija izgub, povečanje napetostne in tokovne zmogljivosti
- Ozemljevanje in zaščite pred strelami

PT 3: Projektiranje

- Načrtovanje
- Izkušnje in znanja gradnje in vzdrževanja
- Standardi in pravilniki za nadzemne vode

CIGRE ŠK B2-104

Zemljarič Borut, Sitar Tomaž

Zasnova, razvoj in postavitve 3D poligonalnega končnega stebra za prehod 2x110 kV daljnovoda v kablovod

CIGRE ŠK B2-107

Bakič Krešimir

Projektiranje in gradnja nadzemnih vodov v Sloveniji skozi nov standard SIST EN 50341-1 in SIST EN 50341-2-21

CIGRE ŠK B2-141

Lovrenčič Viktor, Oder Domen, Malek Darko, Zima Nejc, Leva Vladimir, Dokić Ervin

Desetletne izkušnje slovenskega prenosnega operaterja pri uporabi montažnih stebrov

CIGRE ŠK B2-207

Podkoritnik Simon, Huč Dušan, Volk Bojan, Bečan Miha, Ribič Primož, Kalin Valentin, Vertačnik Borut

Uporaba izoliranega poligonalnega stebra za reševanje problematike frekventnih mest iz vidika varovanja ljudi pred previsokimi napetostmi dotika in koraka ob ohranjanju zanesljivosti obratovanja 110 kV daljnovoda

CIGRE ŠK B2-210

Volk Bojan, Bečan Miha, Zabavnik Tomaž, Barl Boštjan, Kobal Ivo

Izbira X faktorja po standardu SIST EN 61284 za preizkus sklopa sponka – vodnik

ŠK B2

CIGRE ŠK B2-245

Gubeljak Nenad, Lovrenčić Viktor, Nemeth Balint, Ivec Andrej, Šiniković Goran

Sistem za spremljanje stanja stebrov in vodnikov visokonapetostnih daljnovodov

CIGRE ŠK B2-262

Vertačnik Borut, Černač Bojan, Kolenc Andreja, Kosmač Janko

Merjenje atmosferskih spremenljivk za potrebe dinamičnega termičnega ocenjevanja prenosne zmogljivosti daljnovodov

CIGRE ŠK B2-304

Starašinič Martin, Volk Bojan, Batič Igor

Sanacija varnostnih višin daljnovoda z uporabo HTLS vodnikov

CIGRE ŠK B2-305

Starašinič Martin

Zahteve za varnostne višine daljnovodov skozi čas

ŠK B2-104

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

**Zasnova, razvoj in postavitve 3D poligonalnega končnega stebra
za prehod 2x110 kV daljnovoda
v kablovod****Borut Zemljarič¹, Tomaž Sitar¹**¹Elektro Gorenjskaborut.zemljari@elektro-gorenjska.si

V okviru rekonstrukcije prostozračnega stikališča RTP Škofja Loka v GIS se bo izvedlo pokablitev razpeta obstoječih daljnovodov pred stikališčem. Pri odločanju o tipu stebra, ki mora ustrezati vsem tehničnim zahtevam za izvedbo tovrstnega prehoda vodnikov v kabel, je bil v zasnovi dan poudarek na čim manjšemu vplivu na okoliško veduto in karseda majhno prostorski razsežnost stebra pri temeljnem delu. Dobre izkušnje z uporabo poligonalnih stebrov na daljnovodu proti Kranjski Gori, so spodbudile razvoj novega poligonalnega stebra. Posebnost razvitega stebra je prostorska razporeditev priključnih konzol stebra, ki omogočajo gladke in neprekinjene poteke vodnikov do kablinskih glav. Druga značilnost stebra je enotna višina kablinskih glav na skupnem podestu, kar močno poenostavlja montažni in vzdrževalni proces. V referatu predstavljamo osnovna tehnična izhodišča, uporabljene tehnične rešitve in izkušnje pridobljene med izvedbo projekta.

Ključne besede: daljnovodi, kabli, poligonalni, stebri, prenos

ŠK B2-107

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

**Projektiranje in gradnja nadzemnih vodov v Sloveniji skozi
nov standard SIST EN 50341-1 in SIST EN 50341-2-21****Krešimir Bakič¹**ESI¹kresimir.bakic@gmail.com

V letu 2021 je Slovenski inštitut za standardizacijo sprejel novo različico standarda za projektiranje in gradnjo nadzemnih vodov nad 1 kV izmeničnega toka. Kot je znano je evropska tehnična zakonodaja za gradnjo nadzemnih elektro-energetskih vodov sestavljena iz dveh standardov: splošnega dela 1 (evropskega dela) in nacionalnih posebnosti (nacionalnega dela). Evropski del je v svoji angleški različici sprejet v decembru 2012 in je v marcu 2021 Slovenija sprejela različico v slovenskem jeziku.

Nacionalni del, ki definira posebnosti posamezne države in določene dolgoletne prakse SIST EN 50341-2-21 pa je bil sprejet prav tako v letošnjem letu v slovenskem in angleškem jeziku.

V članku bodo predstavljene razlike in prednosti novega pristopa najprej generalno in potem specifičnosti za Slovenijo. Na koncu članka bodo navedene študijske naloge za nadgradnjo slovenskega dela standarda.

Ključne besede: nadzemni vodi, standardi

ŠK B2-141

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

**Desetletne izkušnje slovenskega prenosnega operaterja
pri uporabi montažnih stebrov****Viktor Lovrenčič¹, Domen Oder², Darko Malek², Nejc Zima², Vladimir Leva², Ervin Dokič²**¹C&G; ²ELESviktor.lovrencic@c-g.si

Pred desetimi leti je slovenski prenosni operater ELES prvič uporabil montažne aluminijaste modularne stebre. Uporaba montažnih ali havarijskih stebrov v sistemu vzdrževanja visokonapetostnih daljnovodov omogoča hitro in učinkovito sanacijo poškodovanih stebrov med načrtovano rekonstrukcijo ali kot posledica vremenskih ujm (žled, orkanski veter, padajoče drevice). Ta začasna rešitev omogoča vrnitev v obratovanje poškodovanega daljnovoda v zelo kratkem času, v nekaj dneh. Prednost takšne rešitve lastniku daljnovoda omogoča sistematično pripravo trajne sanacije, od analize problema do priprave nove dokumentacije, kakovostne priprave gradbenih del, gradnje temeljev in novih stebrov. Odlično poslovno sodelovanje med ELES-om in distribucijo Elektro Ljubljana (EL) je omogočila prvo uporabo montažnih stebrov v ELES-u pri izvedbi rekonstrukcije 110 kV DV Dravograd-Železarna Ravne maja 2010. Projekt je uspešno realiziran ob sodelovanju strokovnjakov EL ter njihovimi izposojenimi montažnimi stebri. Leta 2011 je družba ELES nabavila 10 kompletov 110 kV montažnih stebrov. Sledil je prvi samostojni projekt ELES-a maja in junija 2011, ko je bil zamenjan steber SM1 na DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 2, ki je bil nagnjen v temelju. Februarja 2014 po katastrofalnem žledolomu so montažnimi stebri omogočili hitro sanacijo 2x110 kV daljnovoda Slovenj Gradec-Velenje ter izposojijo 5 stebrov EL za sanacijo hudo poškodovanega 110 kV DV Kleče-Logatec. V tem desetletju je ELES izvedel več projektov z uporabo montažnih stebrov in realiziral nabavo dodatne opreme. Ob sanaciji daljnovodnih stebrov na DV 110 kV Ajdovščina-Nova Gorica havarija dveh stebrov zaradi burje v letu 2015 in zamenjavi SM 6 na DV 2x110kV vzankanje Potoška vas (DV 2x110kV Beričevo-Potoška vas, Potoška vas-Trbovlje) zaradi padca drevesa je ELES uporabil montažne stebre tudi pri rekonstrukciji lastnih RTP, in sicer RTP 110 kV Gorica (2012-2013) in RTP 220/110 kV Cirkovce (2018–2021). Interna standardizacija montažnih stebrov s slovenskimi distributerji ima veliko prednost, ker zagotavlja medsebojno pomoč operaterjev pri večjih naravnih nesrečah. Tej rešitvi pa so se pridružili tudi operaterji prenosnih sistemov z sosodstva: HOPS, EMS in OST.

Ključne besede: prenos, montažni stebri, havarijski stebri, ERS, vzdrževanje, daljnovod

ŠK B2-207

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

Uporaba izoliranega poligonalnega stebra za reševanje problematike frekventnih mest iz vidika varovanja ljudi pred previsokimi napetostmi dotika in koraka ob ohranjanju zanesljivosti obratovanja 110 kV daljnovoda**Simon Podkoritnik¹, Dušan Huč¹, Bojan Volk², Miha Bečan², Primož Ribič²,
Valentin Kalin², Borut Vertačnik²**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²ELES
simon.podkoritnik@eimv.si

Izgradnje novih 110 kV daljnovodov jeklene predalčne konstrukcije ali vzdrževanja v obliki rekonstrukcij ter revitalizacij starih daljnovodov v urbanih središčih, velikokrat prinašajo problematiko frekventnih mest. To so področja, kjer se pogosto zadržujejo ljudje in so v bližini postavljeni različni objekti, nepremičnine. Sistemski operater mora na teh lokacijah zagotoviti ustreznost iz vidika omejevanje napetosti dotika in koraka ter iznos potenciala na sosednje objekte. Zahtevni so predvsem določeni primeri, kjer tudi z izvedbo dodatnih omilitvenih ukrepov na ozemljitvenem sistemu ni moč zadostiti pogojem iz vidika varnosti ljudi in ščitenja premoženja. Referat bo prikazal način reševanja frekventnih mest z izoliranimi poligonalnimi stebri ter prenapetostnimi odvodniki. S to izvedbo se problematika napetosti koraka, dotika in prenosa potenciala na sosednje objekte rešuje, hkrati pa se zagotavlja enaka zanesljivost obratovanja daljnovoda.

Ključne besede: napetost dotika, napetost koraka, ozemljitveni sistem, udari strel, povratni preskok, izolator

ŠK B2-210

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

Izbira X faktorja po standardu SIST EN 61284 za preizkus sklopa sponka – vodnik**Bojan Volk¹, Miha Bečan¹, Tomaž Zabavnik¹, Boštjan Barl¹, Ivo Kobal²**¹ELES; ²Elektroinštitut Milan Vidmarmiha.becan@eles.si

Referat obravnava in utemeljuje izbiro faktorja X po standardu SIST EN 61284 za preizkus sklopa sponka – vodnik in glavne ugotovitve študije št. 2447, ki jo je izdelal EIMV za ELES. Vodniki se pri proizvajalcih prevzemajo po standardu za vodnike, SIST EN 50182, ki določa, da mora vodnik za pretržnem preizkusu vzdržati najmanj 95% RTS (angl. Rated Tensile Strength). Posebej je bil problem prezgodnjega pretrga izrazit pri klinastih napenjalnih sponkah, saj se sila prenaša iz sponke na zunanje plasti proti jedru vodnika. Pri silah, ki so se približevale RTS, je praviloma klinasta sponka pretrgala zunanjo plast vodnika, na razdalji manjši od 5cm od sponke, kar pomeni, da je bil preizkus po SIST EN 50182 neveljaven in ponovljen z drugo, praviloma epoxy sponko, nakar je bil preizkus formalno uspešen. Preizkus je sicer zadostil zahteve standarda za vodnike, vendar naročnik od tega preizkusa ni imel nobene koristi, saj vodnik vpet v klinasto sponko obstaja samo v laboratoriju, ne pa na daljnovodih.

Ključne besede: X faktor, SIST EN 61284, SIST EN 50182, SIST EN 50341-2-21:2021, klinasta napenjalna sponka, kompresijska sponka, vodnik

ŠK B2-245

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

Sistem za spremljanje stanja stebrov in vodnikov visokonapetostnih daljnovodov**Nenad Gubelj¹, Viktor Lovrenčič², Balint Nemeth³, Andrej Ivec², Goran Šiniković⁴**¹University of Maribor, Faculty of Mech. Eng. Maribor, Slovenia; ²C&G, Ljubljana, Slovenia; ³BME Budapest, Hungary;⁴University of Belgrade, Faculty of Mech. Eng., Belgrade, Serbianenadgubelj@gmail.com

Učinkovitost prenosa električne energije na visokonapetostnih daljnovodih ni odvisna samo od stanja in kakovosti električne opreme, temveč tudi od stanja vodnikov in podporne infrastrukture. Tako kot stebri tudi nosilci in vodniki so izpostavljeni spremenljivim vremenskim razmeram in dolgotrajnim postopkom degradacije materialov. Spremljanje stanja stebrov daljnovodov in njihove razgradnje je občutljiva naloga, še posebej, če so ti stebri v uporabi že vrsto let. Standard SIST EN 50341-1: 2013 za dimenzioniranje stebrov določa 50-letno življenjsko dobo stebra. V tem obdobju je steber izpostavljen mehanskim obremenitvam zaradi vremenskih vplivov, pa tudi spremembi nateznih sil zaradi temperaturnih sprememb na samih vodnikih. Dejanski podatki o rednih in izrednih mehanskih obremenitvah stebrov daljnovoda niso znani. Obremenitve zaradi vremenskih vplivov, naleta vetra lahko spremlja tudi nabiranje ledu na vodnikih in stebrih, zaradi česar se obremenitve bistveno povečajo in lastna frekvenca stebra se tudi spremeni. V okviru razvojnega projekta (TOMOL, FLEXI-TRANSTORE, INTERFACE) v sodelovanju z distribucijo Elektro Ljubljana je bil na več 110 kV stebrih oblikovan demonstracijski poligon, za katerega je bilo treba v dvoletnem obdobju določiti mehanske obremenitve stebrov s kontinuiranimi meritvami napetosti v nogah stebrov ter opraviti obdelavo in rezultatov meritev na vsakih deset minut. Analiza rezultatov kaže, da je obremenitev nog stebrov odvisna predvsem od temperature okolice in atmosferskih razmer, na katere vplivata veter in dež, saj se spremembe zabeleženih napetosti v enem mesecu dogajajo skoraj sočasno s spremembami vremena in temperature. Opazimo tudi, da imajo povprečne napetost v nogah stebra in temperatura vodnika dokaj linearno razmerje. Rezultati kažejo, da se napetost v nogah stebra lahko povečuje in zmanjšuje z naraščanjem temperature hkrati in na isti nogi, vendar na različnih straneh L profila. Analiza vibracij kaže, da so rezultati naravnih frekvenc združeni v več vrstic območij, ki ustrezajo različnim amplitudam napetosti v nogah stebrov. Tako lahko vsako amplitudo vibracij spremlja višina obremenitve v nogah, kar omogoča oceno izkoriščenosti stebra v rednih delovnih pogojih. Za oceno življenjske dobe je treba dalj časa opazovati obremenitev profilov v nogah stebra. Sistem za spremljanje stanja stebrov in vodnikov visokonapetostnih daljnovodov je potpora uvajanju metode indeksa stanja naprav (AHI) v obvladovanje premoženja oziroma uvajanja v okolje daljnovodov asset managementa. Predstavljena tehnologija je uporabljena na Bevkovem vrhu (ELES) in tudi v najnovjšem EU projektu H2020 FARCROSS v štirih elektroenergetskih podjetjih za prienos električne energije iz Avstrije, Grčije, Hrvaške in Madžarske.

Ključne besede: Sistem za kontinuirano spremljanje deformacij, temperatura vodnika, življenjska doba stebra, povos vodnika, napetosti v vodniku, obvladovanje premoženja, asset management, AHI

ŠK B2-262

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

Merjenje atmosferskih spremenljivk za potrebe dinamičnega termičnega ocenjevanja prenosne zmogljivosti daljnovodov**Borut Vertačnik¹, mag. Bojan Černač², Andreja Kolenc³, dr. Janko Kosmač¹**¹ELES; ²DEMS; ³MOP ARSOborut.vertacnik@eles.si

Konec 2020 je bila zaključena gradnja zunanjega dela sistema za ocenjevanja meja obratovanja (SUMO) v sklopu katere smo na 10 daljnovodov nazivne napetosti 220 in 110 kV namestili 31 merilnikov atmosferskih spremenljivk (MAS). Merilniki so bili vgrajeni z namenom zmanjšanja negotovosti vremenskih podatkov, ki vstopajo v izračun dinamične termične meje. MAS merilniki temeljijo na nizko porabni komunikacijski enoti, ki je bila razvita posebej za SUMO in nizko porabnih senzorjih, kar zagotavlja zmožnost delovanja tudi v daljših obdobjih brez sončnega sevanja. Razen podatkov, ki jih MAS merilniki dobavljajo za potrebe SUMO se kaže prilika, da se zbrani vremenski podatki primerno obdelajo in uporabijo za projektiranje nadzemnih vodov skladno s standardom SIST EN50341.

V članku so opisani postopki načrtovanja celotnega projekta od električnega, programskega, strojnega do gradbenega sklopa z namenom preveritve statike stebrov pred namestitvijo MAS vremenskih postaj, testiranj v laboratoriju in na daljnovodnih stebrih ter zagona vseh postaj.

Ključne besede: Daljnovod, atmosferske spremenljivke, termično ocenjevanje prenosne zmogljivosti

ŠK B2-304

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

Sanacija varnostnih višin daljnovoda z uporabo HTLS vodnikov**Martin Starašinič¹, Bojan Volk², Igor Batič²**¹IBE; ²ELESmartin.starasinic@ibe.si

Ustreznost varnostnih višin vodnikov daljnovoda nad terenom in križanimi infrastrukturnimi objekti je neposredno povezana z varnostjo in zanesljivostjo obratovanja daljnovodne povezave in posledično prenosnega omrežja ter EES. Zato sta redno spremljanje ustreznosti in po potrebi sanacija varnostnih višin daljnovodov zelo pomembna dejavnika pri vzdrževanju daljnovodnih povezav. V referatu bo predstavljena možnost sanacije varnostnih višin daljnovoda z zamenjavo obstoječih ACSR vodnikov s t. i. vročimi vodniki z majhnim povosom (ang. HTLS).

Ključne besede: daljnovod, varnostne višine, HTLS vodnik

ŠK B2-305

CIGRE ŠK B2 (Nadzemni vodi)

Zahteve za varnostne višine daljnovodov skozi čas**Martin Starašinič¹**¹IBEmartin.starasinic@ibe.si

Pravno in tehnično osnovo za projektiranje in gradnjo daljnovodov predstavlja Pravilnik za gradnjo nadzemnih vodov. V članku bodo uvodoma predstavljeni pravilniki, ki so se skozi čas uporabljali pri gradnji slovenskih daljnovodov napetostnega nivoja 110 kV, 220 kV in 400 kV. Sledil bo opis in komentar določil za zagotavljanje ustreznih varnostnih višin in varnostnih oddaljenosti do terena in križanih objektov ali objektov v bližini daljnovoda.

Ključne besede: daljnovod, varnostne višine, Pravilnik

ŠK B3

ŠK B3 – Razdelilne transformatorske postaje

Predsednik: Marko Testen
Tajnik: Rado Ferlič

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Nove tehnologije

- Hranilniki električne energije
- Kompenzacijske naprave
- Pregled novih stikališč v EES
- Izrazoslovje na področju stikališč

PT 2: 3D tehnologija in napredek v uporabi

- Uporaba 3D projektiranja in izkušnje v izgradnji
- Izkušnje s pridobivanjem podatkov za uporabo BIM

PT 3: Stanje in optimizacija naprav v stikališčih

- Enopolne sheme in vzdrževanje
- Kazalniki stanja naprav in njihova vizualizacija
- Lastna raba stikališč in zagotavljanje neprekinjenega napajanja
- Optimizacija karakteristik instrumentnih transformatorjev
- Koordinacije izolacije v slovenskih VN postrojih

CIGRE ŠK B3-116

Štamol Ivan, Lovrenčič Viktor, Osredkar Miha, Balant Matej, Vintar Primož, Jenškovec Jaka, Tomažič Roman

Napredno obvladovanje digitalne razdelilne transformatorske postaje

CIGRE ŠK B3-118

Štamol Ivan, Groff Tomaž

Neprekinjeno napajanje z uporabo vodikovih tehnologij

CIGRE ŠK B3-119

Marić Darko, Zima Nejc, Korez Jožef

Izgradnja RTP 400/110 kV Cirkovce

CIGRE ŠK B3-126

Bokal Drago, Pihler Jože, Ferlič Rado, Bečan Miha, Maruša Robert, Judnič Rok, Zupanc Boris, Zemljak Klemen

Poimenovanje stikalnih naprav

ŠK B3

CIGRE ŠK B3-151

Živic Tomaž

Primerjalna analiza izvedbe ozemljitvenih sistemov novih RTP

CIGRE ŠK B3-153

Bečan Miha, Kozjek Dušan, Kerin Uroš, Hrovat Janez

Analiza tehničnih in vsebinskih implikacij celostne uvedbe BIM v družbo ELES

CIGRE ŠK B3-182

Tomazič Roman, Zupanc Boris, Kerin Uroš

Primernost virtualne resničnosti za usposabljanje zaposlenih za delo v elektroenergetskih objektih

CIGRE ŠK B3-187

Kozjek Denis, Kerin Uroš

Integracija poslovnih, tehničnih in obratovalnih podatkovnih virov za vizualno podporo upravljanju z energetskega transformatorji

CIGRE ŠK B3-190

Maruša Robert, Judnič Rok, Zagoričnik Aleš, Cizerle Silvester, Ferlič Rado, Čeh Janez

Izkušnje in analiza delovanja LTO baterije za lastno rabo v RTP Podlog

CIGRE ŠK B3-208

Kerin Uroš, Majcen Jernej

Dobava in zagon regulacijske dušilke in energetskega kondenzatorja z dušilnim vezjem v RTP Divača

CIGRE ŠK B3-214

Colarič Darjan, Rozman Alojz

Možnosti in dileme uporabe dizel agregatov v elektro energetskega objektih za terciarno rezervo

CIGRE ŠK B3-219

Topler Silvo, Vižintin Milan, Potočnik Topler Jasna

RTP Kobarid – sodoben elektroenergetski objekt

CIGRE ŠK B3-234

Lukan Tanja, Končan Gradnik Maja, Gradnik Tim

Fizikalno-kemijska diagnostika VN merilnih transformatorjev

CIGRE ŠK B3-244

Podkoritnik Simon, Kobal Ivo, Zima Nejc, Barl Boštjan

Preizkušanja GIS postrojev pred začetkom obratovanja in skozi njegovo življenjsko dobo

ŠK B3

CIGRE ŠK B3-247

Bogataj Primož, Planinc Ervin, Ogrizek Peter, Ferlič Rado

Diesel električni agregati vir napajanja nujne lastne rabe ter kot vir terciarne rezerve

CIGRE ŠK B3-249

Oder Domen, Malek Darko, Zima Nejc, Leva Vladimir, Dokić Ervin

Uporaba montažnih stebrov na projektu rekonstrukcije RTP 400/110-220/110 kV Cirkovce

CIGRE ŠK B3-261

Praznik Jure, Polajner Aleksander, Ferlič Rado, Ogrizek Peter

Strategiji vzdrževanja in diagnostike trifazne regulacijske dušilke (VSR) ter energetskega kondenzatorja z dušilnim vezjem (MSCDN)

CIGRE ŠK B3-264

Škoflek Uroš, Starc Andraž, Petan Rajko

Uporaba 3D projektiranja tehnoloških procesov pri gradnji operativno podpornega centra (OPC) v Nuklearni elektrarni Krško

CIGRE ŠK B3-267

Rakovnik Tomaž, Lindič Robert, Pavlič Drago, Turinek Janez, Grozina Klemen, Planinc Ervin

Baterijski sistem ELES NEDO

CIGRE ŠK B3-270

Petan Rajko, Škoflek Uroš, Starc Andraž

Uporaba podatkov iz BIM-modelov tekom gradnje operativno podpornega centra (OPC) v Nuklearni elektrarni Krško

CIGRE ŠK B3-302

Planinc Ervin, Bogataj Primož, Hostnik Martin

Baterijski hranilniki električne energije v okviru projekta SINCRO.GRID

ŠK B3-116

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Napredno obvladovanje digitalne razdelilne transformatorske postaje**Ivan Štamol¹, Viktor Lovrenčič¹, Miha Osredkar¹, Matej Balant¹, Primož Vintar²,
Jaka Jenškovec², Roman Tomažič³**¹C&G; ²Sipro Inženiring; ³Eles
ivan.stamol@c-g.si

Koncept pametnega omrežja (Smart Grid) zahteva razvoj in namestitve novih tehnologij ter tehničnih rešitev, ki vplivajo na upravljanje postrojenja in na zanesljivost napajanja. Razvoj tako napredne digitalne transformatorske postaje se bo odzval tako na potrebe pametnih omrežij glede na povečane zahteve po količini podatkov kot na razpoložljivost teh podatkov v realnem času. Nove tehnologije, kot so VR (virtual reality) – navidezna resničnost, AR (augmented reality) – razširjena resničnost in MR (mixed reality) – kombinacija elementov fizičnega in navideznega okolja, se uporabljajo za upravljanje, spremljanje, nadzor in vzdrževanje digitalne transformatorske postaje. Uporaba novih tehnologij nam prinaša enostavnejše in učinkovitejše digitalne transformatorske postaje, kar bo na koncu doprineslo k zanesljivejšemu in stabilnejšemu omrežju.

Ključne besede: pametno omrežje, digitalna transformatorska postaja, navidezna resničnost, razširjena resničnost, kombinacija elementov fizičnega in navideznega okolja

ŠK B3-118

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Neprekinjeno napajanje z uporabo vodikovih tehnologij**Ivan Štamol¹, Tomaž Groff²**¹C&G; ²GMT Inženiringivan.stamol@c-g.si

Skrb za okolje je postala naša prioriteta, za kar so potrebne trajnostne rešitve za oskrbo z energijo in njeno distribucijo. Vodik je nepogrešljiv vir energije za doseg prehoda v nizkoogljično družbo. Vodikove tehnologije pa so inovativna rešitev, ki ponuja okolju prijazen pristop k proizvodnji energije. Vir energije je gorivna celica, v kateri se energija proizvaja z elektrokemijsko reakcijo med vodikom in kisikom. Vodik je najlažji, najstarejši in najpogostejši kemijski element v našem vesolju, sestavljen iz enega protona in elektrona. Predstavlja 2/3 vseh molekul na našem planetu. Vodikove tehnologije ponujajo kombinacijo prednosti, kot so nižje ali nične emisije, visoka učinkovitost, visoka moč, zanesljivo delovanje in nizki stroški vzdrževanja. Uporaba gorivnih celic je zelo primerna za sisteme rezervnega napajanja. V referatu bomo pisali o sistemu neprekinjenega napajanja z uporabo vodika in amonijaka.

Ključne besede: neprekinjeno napajanje, gorivne celice, tehnologija vodika, tehnologija amonijaka

ŠK B3-119

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Izgradnja RTP 400/110 kV Cirkovce**Darko Marič¹, Nejc Zima¹, Jožef Korez¹**¹ELESnejc.zima@eles.si

Družba ELES izvaja gradnjo RTP 400/110 kV Cirkovce v okviru katerega bo zgrajeno novo 400 kV prostozračno stikališče s štirinajstimi polji ter novo 110 kV stikališče v GIS tehnologiji s prav tako štirinajstimi polji ter vsemi potrebnimi sistemi lastne rabe, naprav vodenja, zaščite, meritev in TK.

Avtorji bodo v referatu predstavili potek izgradnje RTP 400/110 kV Cirkovce. Poskušali bodo srniti izkušnje, pridobljene tekom gradnje in priporočilain na podlagi teh izkušenj za boljši pristop k naslednjim tovrstnim investicijam.

Ključne besede: razdelilna transformatorska postaja, daljnovod, stikališče, GIS

ŠK B3-126

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Poimenovanje stikalnih naprav**Drago Bokal¹, Jože Pihler², Rado Ferlič¹, Miha Bečan¹, Robert Maruša¹, Rok Judnič¹,
Boris Zupanc¹, Klemen Zemljak¹**¹ELES²Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, Maribordrago.bokal@gmail.com

Vzpostavljanje vklopne ali izklopne stanja posameznih naprav in vodov zagotavljajo stikalne naprave, ki so pomembni gradniki vsakega postroja, na primer v proizvodnji, prenosu ali distribuciji. V elektroenergetiki uporabljamo šest napetostnih nivojev, in sicer 400, 220, 110, 20, 10 in 0,4-kV, ob tem, da je 35 – kV nivo v opuščanju. Vzpostavljanje ali prekinjanje galvanske povezave je zelo zahtevna in ključna naloga stikalnih naprav, odvisna pa je od lastnosti mesta vgradnje uporabljene stikalne naprave. Zato je zelo pomembno na katerem napetostnem nivoju deluje stikalna naprava, kakšne so lastnosti sistema na mestu vgradnje in katere naloge pri galvanskem ločevanju oz. spajanju mora opravljati. V praksi se uporabljajo številni izrazi, ki naj bi zajemali vse funkcijske lastnosti posamezne stikalne naprave ter ob njihovi uporabi zagotovili enoumno in enotno pomensko dojetje. Os pomenskih in funkcionalnih lastnosti se odraža v besednem nizu stikalo-ločilnik-odklopnik, ki pa je nadgrajena s številnimi izvedbenimi variantami na SN in zlasti NN napetostnem nivoju. Vzpostavljen je terminološki sistem, ki naj bi na najprimernejši način razrešil zahteve, ki se pred poimenovanje stikalnih naprav postavljajo tako glede funkcionalnosti in izvedbe pa tudi ob upoštevanju predmetnega napetostnega nivoja.

Ključne besede: stikalna naprava, stikalo, ločilnik, odklopnik, terminološki sistem, funkcije stikalne naprave, lastnosti stikalne naprave.

ŠK B3-151

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Primerjalna analiza izvedbe ozemljitvenih sistemov novih RTP**Tomaž Živic¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmartomaz.zivic@eimv.si

V članku analiziramo učinkovitost prevajanja povezav in spojev med posameznimi točkami ozemljitvenega sistema znotraj posameznega novega prostozračnega postroja, pri čemer analiza temelji na opisnih statistikah. S predstavljenimi raziskavo bomo preverili ali drži hipoteza, da je najmanjša upornost med točkami postroja pri uporabi bakrenih vrvi in Cadweld spojev, katerim sledi spajanje bakrenih vrvi s kompresijskimi spoji, največja upornost pa je pri vijračnih križnih spojih na FeZn valjancu. Rezultat primerjalne analize naj bi pokazal usmeritev, ob upoštevanju tudi potreb na področju elektromagnetne združljivosti, za izbor materiala in načina spajanja v ozemljitvenem sistemu.

Ključne besede: ozemljitve, spoji, galvanske povezave

ŠK B3-153

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

**Analiza tehničnih in vsebinskih implikacij celostne uvedbe BIM
v družbo ELES****Miha Bečan¹, Dušan Kozjek¹, Uroš Kerin¹, Janez Hrovat¹**¹ELESmiha.becan@eles.si

Prvenstveni uporabnik informacijsko podprtega modeliranja objektov (angl. Building Information Model – BIM) so projektantski biroji, gradbena podjetja in nenazadnje lastniki komunalne, cestne ali nenazadnje elektroenergetske infrastrukture, ki zahteva stroškovno učinkovito obvladovanje v vseh fazah življenjskega cikla. BIM jim nudi računalniško podprto planiranje, izvajanje aktivnosti in izmenjavo podatkov, kar je še posebej dobrodošlo v kompleksnih projektih. Uporablja se za načrtovanje, modeliranje, sodelovanje, pregledovanje, revizijo, potrjevanje, optimizacijo, planiranje kot pomoč pri projektiranju, gradnji, vzdrževanju ter konec koncev tudi pri upravljanju s sredstvi.

V Elesu ugotavljamo, da BIM lahko postane ključna digitalna platforma za podporo upravljanju poslovnih zgradb, elektroenergetskih objektov in sredstev družbe. Vpeljava omogoča veliko tehničnih prednosti, zmanjševanje stroškov investicij in rekonstrukcij ter povečanje učinkovitosti vzdrževanja sredstev. Zato smo izvedli študijo celostne uvedbe BIM v družbo. Cilj študije je prepoznati obseg in potencial uporabe BIM v delovnih procesih in organizacijskih enotah. Na tej osnovi oceniti stroške in učinke na družbo ter pridobiti relevantne informacije povezane z uvedbo, kot so prednosti in slabosti posameznih pristopov uvedbe, možnosti integracije v obstoječe informacijske sisteme, z identificiranimi podatkovnimi toki, časovni vidik uvajanja ipd.

V okviru referata bo predstavljen predlagani pristop uvedbe BIM v družbo in osnovne ugotovitve izdelane študije.

Ključne besede: BIM, uvedba BIM pristopa, projektiranje, gradnja, vzdrževanje

ŠK B3-182

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Primernost virtualne resničnosti za usposabljanje zaposlenih za delo v elektroenergetskih objektih**Roman Tomažič¹, Boris Zupanc¹, Uroš Kerin¹**¹ELESuros.kerin@eles.si

Hiter razvoj tehnologije virtualne in obogatene resničnosti (VR, AR) ponuja elektroenergetskim podjetjem mnoge priložnosti za uporabo v procesih upravljanja s sredstvi. Namenske programske aplikacije lahko običajno mobilno napravo spremenijo v močno orodje za digitalno podporo na terenu. V primerih, ki zahtevajo pristo uporabo rok, pa lahko s posebnimi očali uporabniku ponudimo podobne digitalne vsebine tudi prostoročno neposredno v njegovo vidno polje. Poenostavljeno je pregledovanje, vnos pomanjkljivosti, vnos odčitkov, pregled zgodovine, spremljanje obratovalnih podatkov o sredstvih, pregled tehničnih podatkov in prikaz infrastrukture, ki sicer ni vidna. Na primer, podzemna infrastruktura, načrtovani objekti in podobno. Z multimedijскими učinki lahko uporabnika opozorimo na anomalije in kritične vrednosti.

Nasprotno, pa je največkrat spregledano področje uporabe vizualizacijskih tehnologij izobraževanje. Virtualna resničnost namreč ponuja abstrakten pristop k izobraževanju. Čeprav je v nekaterih panogah že postala sestavni del izobraževalnega procesa (letalstvo ipd), je njena uporaba v te namene v elektroenergetiki precej podhranjena.

Izobraževanje je stroškovno učinkovito, ni nevarno in omogoča hitro seznanitev s postopki dela v elektroenergetskih objektih različne namembnosti. Poteka lahko centralno v učilnici z možnostjo virtualnega sprehoda po poljubnem objektu in učenja za delo na oddaljenih lokacijah. Vgradnja točkvalnega sistema in predpisanega programa aktivnosti dovoljuje preizkuse znanja izvajanja stikalnih manipulacij in varnostnih ukrepov. S primerno nadgradnjo se lahko v učni proces integrira tudi komunikacijo z operaterjem omrežja. Nenazadnje pa lahko virtualne tehnologije na atraktiven način laičnim javnostim približajo tudi osnovne aktivnosti načrtovanja, obratovanja in vzdrževanja elektroenergetskega omrežja.

Referat bo predstavil pilotski projekt uporabe virtualne resničnosti v diagnostično analitskem centru družbe Eles. Opredelil bo ključne ugotovitve in izpostavil priložnosti za širšo uporabo v izobraževalne namene.

Ključne besede: Virtualna resničnost, izobraževanje, energetske objekti

ŠK B3-187

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Integracija poslovnih, tehničnih in obratovalnih podatkovnih virov za vizualno podporo upravljanju z energetskimi transformatorji**Denis Kozjek¹, Dušan Kozjek¹, Uroš Kerin¹**¹ELESuros.kerin@eles.si

V današnjem poslovnem okolju se zaradi vedno večjega vpliva podatkov na poslovne odločitve in obvladovanje delovnih procesov, povečuje tudi potreba po vsebinsko pomenskih vizualizacijah poslovnih, tehničnih in obratovalnih podatkov zunaj klasičnih domen. Vizualizacije omogočajo grafično upodobitev množice podatkov iz najrazličnejših podatkovnih virov, v celovito in uporabniku prijazno množico informacij. Največkrat upodobimo ključne kazalnike uspešnosti in vsebinsko pomembne podatke. V elektroenergetiki, na primer, lahko grafično posredovane informacije pripomorejo k lažjemu in hitrejšemu razumevanju ekonomskih in tehničnih aspektov elektroenergetske infrastrukture.

V Elesu se za podporo upravljanja s sredstvi uporabljajo različna analitična in vizualizacijska orodja. Čeprav so vsa ključna za izvajanje aktivnosti v fazah življenjskega cikla elektroenergetskih naprav in zagotavljanje kakovosti podatkov, sta v luči širše uporabne vizualne analitike največkrat v ospredju Microsoft Power BI in ESRI ArcGIS. Z uporabo teh orodij smo v Elesu pripravili že vrsto prikazov, katerih namembnost sega vse od osnovnih statističnih pregledov, spremljanja kakovosti podatkovnih virov, prostorskih analiz za podporo pripravi na gradnjo, načrtovanja in spremljanja izgradnje infrastrukture, do spremljanja obratovanja in vzdrževanja tehničnih sredstev.

V referatu bomo predstavili namenski prikaz za vizualno podporo upravljanju z energetskimi transformatorji na podlagi poslovnih, tehničnih in obratovalnih podatkov. Čeprav se zdi rešitev nekoliko elementarna, je inženirjem prvič zagotovila celosten dostop do relevantnih podatkov na enem mestu. Neposredno iz informacijskih virov je mogoče spremljanje aktualnih tehničnih, finančnih, vzdrževalnih in obratovalnih podatkov, ki služijo kot sestavljen niz obdelanih informacij pripravljavcem poročil in analiz diagnostičnih in obratovalnih podatkov. Mednje na primer sodijo pregledi ugotovljenih napak, spremljanje izvajanja in stroškov vzdrževanja, planiranje vzdrževanja, identifikacija in odpravljanje napak v podatkovnih virih ipd. Predstavljena bo metodologija razvoja, implementacija in primer uporabe.

Ključne besede: podatki, analitika, vizualizacije, odločanje, upravljanje s sredstvi

ŠK B3-190

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

**Izkušnje in analiza delovanja LTO baterie za lastno rabo
v RTP podlog****Robert Maruša¹, Rok Judnič¹, Aleš Zagoričnik¹, Silvester Cizerle¹, Rado Ferlič¹, Janez Čeh²**¹ELES²Sitel napajalne naprave in sistemirobert.marus@eles.si

Lastna raba v elektroenergetskih objektih je ključnega pomena za varno in zanesljivo delovanje, predvsem pa jo neobhodno potrebujemo v kritičnih situacijah. Izredno pomemben segment lastne rabe so tudi akumulatorske baterije, ki direktno na enosmerni sistem ali preko usmerniško razsmerniških naprav zagotavljajo napajanje občutljivih naprav vodenja zaščite in meritev. V zadnjem obdobju se tehnologija akumulatorskih baterij v svetu strahovito spreminja v smeri litij ionskih baterijskih sklopov. V RTP Podlog je v Sloveniji že vgrajena litij ionska baterija po tehnologiji LTO, zato bodo v prvem delu članka predstavljene prednosti in izkušnje z tovrstno tehnologijo, v drugem delu pa bodo predstavljeni trendi razvoja in uporabnost te tehnologije v prihodnosti.

Ključne besede: Lastna raba, akumulatorske baterije, litij ionski sklopi, enosmerni sistemi

ŠK B3-208

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Dobava in zagon regulacijske dušilke in energetskega kondenzatorja z dušilnim vezjem v RTP DivačaUroš Kerin¹, Jernej Majcen¹¹ELESuros.kerin@eles.si

Izraziti obratovalni izziv v prenosnih omrežjih podjetij ELES, Slovenija, in HOPS, Hrvaška, so visoke napetosti v obdobju nizkega odjema. Za minimizacijo izhajajočih učinkov na mednarodnem nivoju sta operaterja vzpostavila skupni projekt SINCRO.GRID. Osrednji cilj projekta je optimizacija napetosti v posameznem omrežju in pretoka jalove moči med omrežjema.

Finančno in tehnično najboljše del projekta je nabava, inštalacija in zagon klasičnih naprav za regulacijo napetosti in naprav FACTS. ELES je nabavil energetski kondenzator z dušilnim vezjem nazivne moči 100 Mvar, dve variabilni dušilki nazivne moči 150 Mvar vsaka in napravo STATCOM nazivne moči ± 150 Mvar. Energetski kondenzator in variabilna dušilka omogočata diskretno regulacijo napetosti, medtem ko naprava STATCOM injicirani jalovi tok v dinamičnem razponu med kapacitivnim in induktivnim ekstremom regulira izjemno hitro in zvezno. HOPS je nabavil dve variabilni dušilki in SVC.

Projekt se je začel leta 2016 in je danes v zaključni fazi. Večina naprav je bila zagnana, ostale so v dobavi in bodo predvidoma zagnane do konca leta 2021. Finančni volumen projekta je 88,6 milijonov evrov. Sofinanciranje evropske komisije je 40,5 milijonov evrov.

V RTP Divača sta inštalirana regulacijska dušilka in energetski kondenzator z dušilnim vezjem. Povezana sta v 400 kV omrežje. Dušilka obratuje od junija 2020, energetski kondenzator je bil poskusno zagnan v aprilu 2021. V referatu bomo bralcu ponudili vpogled v tehnične detajle tega dela projekta, konkretnije predstavili leto izkušenj z regulacijsko dušilko, prve obratovalne izkušnje z energetskim kondenzatorjem in skušali opredeliti novo vlogo RTP Divača v slovenskem prenosnem sistemu. Z inštalacijo teh dveh naprav ob obstoječa prečna transformatorja je namreč RTP Divača postala osrednja točka različnih visokonapetostnih tehnologij družbe ELES.

Ključne besede: FACTS, regulacija, napetost, kompenzacija

ŠK B3-214

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Možnosti in dileme uporabe dizel agregatov v elektro energetskih objektih za terciarno rezervo**Darjan Colarič¹, Alojz Rozman¹**¹IBEalozj.rozman@ibe.si

Članek obravnava tehnične in izvedbene dileme in možnosti uporabe dizel agregatov v elektro energetskih objektih za pokrivanje potreb po terciarni regulaciji. V času, ko se na tržišču sicer pojavljajo novi in okolju prijaznejši načini zagotavljanja moči za terciarno rezervo (npr. baterijski sistemi), je ideja zagotavljanja rezerve z predvsem obstoječimi dizel agregati, ki so v velikem številu instalirani na različnih energetskih objektih, še vedno aktualna. Večina dizel agregatov v energetskih objektih je nameščenih z namenom zagotavljanja zanesljivega napajanja kritičnih tehnoloških porabnikov na energetskih objektih v izjemnih razmerah, ko pride do izpadov osnovnih in dodatnih normalnih napajalnih virov. Gre za kritično infrastrukturo, ki naj omogoči bodisi varno zaustavitev proizvodnih objektov / agregatov ali omogoči obratovanje prenosnega omrežja v času do odprave okvare, ki je povzročila izpad virov normalnega napajanja lastnih rab. Kako uporabiti takšne varnostne sisteme za novo tržno funkcijo, kakšne modifikacije so potrebne v sistemih lastnih rab, na kaj vse vpliva uvedbe te dodatne funkcije? Članek bo predstavil dileme in možne rešitve v tipičnih enopolnih shemah na energetskih objektih in opozoril na morebitne pasti in nevarnosti. Prikazane bodo potrebne modifikacije v obstoječih sistemih napajanja in zaščit ter meritev, ki bi omogočila uporabo dizel agregatov ta tovrstne tržne namene.

Ključne besede: Dizel agregat, terciarna regulacija frekvence

ŠK B3-219

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

RTP Kobarid – sodoben elektroenergetski objekt**Silvo Topler¹, mag. Milan Vižintin², izr. prof. dr. Jasna Potočnik Topler³**¹IBE; ²SODO; ³Univerza v Mariborusilvo.topler@ibe.si

Vsak energetski objekt pomeni poseg v prostor in vpliva na okolje. Ni pa nujno, da je vpliv na okolje zgolj negativen, zato je izjemno pomembno trajnostno in družbeno odgovorno projektiranje, ki je zapisano tudi v evropskih smernicah, v praksi pomeni upoštevanje potreb vseh deležnikov v procesu. Ob tem je pri umeščanju objekta v prostor treba poudariti izjemen pomen sodelovanja ne zgolj med naročnikom in projektanti, ampak tudi med naročnikom, projektanti in lokalnim okoljem. V našem članku podrobneje predstavljamo nekatere inovativne rešitve projektiranja razdelilno-transformatorske postaje RTP Kobarid, ki je sodoben trajnostno zasnovan elektroenergetski objekt, zgrajen v zaščitenem območju Nature 2000, in hkrati tudi paša za oči.

Ključne besede: RTP Kobarid, projektiranje, sodelovanje, turizem, trajnost

ŠK B3-234

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Fizikalno-kemijska diagnostika VN merilnih transformatorjev**Tanja Lukan¹, Maja Končan Gradnik¹, Tim Gradnik¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmartanja.lukan@eimv.si

V referatu so prikazane fizikalno-kemijske preiskave, ki jih uporabljamo na Elektroinštitutu Milan Vidmar za ugotavljanje stanja VN merilnih transformatorjev v slovenskem elektroenergetskem sistemu zadnja 3 desetletja. Opisane metode so splošno uporabne tudi za ostalo visokonapetostno, z mineralnim oljem polnjeno opremo. Specifičen je le njihov izbor in pogostost izvajanja, ki temelji na upoštevanju vseh posebnosti merilnih transformatorjev. Zaradi večje možnosti eksplozivnih havarij pri merilnih transformatorjih (v primerjavi z energetske TR), ki lahko ogrozijo človeška življenja in povzročijo veliko škodo na sistemu, je diagnosticiranje tovrstne opreme usmerjeno k zgodnjemu odkrivanju in izločanju nezanesljivih enot. Predstavljene so vrste anomalij, kakor tudi dosedanje izkušnje z diagnostiko merilnih transformatorjev. V referatu je prikazan dosedanji sistem kratkega označevanja ocene stanja preiskanih merilnih transformatorjev s pomočjo štirih diagnostičnih šifer, ki diagnostiku olajša identifikacijo in primerjalno analizo sumljivih transformatorjev v množici preiskanih enot, upravljalce transformatorjev pa opozarja na sumljive, ki zahtevajo poostren nadzor ali nevarne enote, ki jih je zaradi nevarnosti havarije smiselno odstraniti iz obratovanja.

Ključne besede: Preventivna diagnostika, merilni transformator, upravljanje s sredstvi, nadzor, spremljanje stanja

ŠK B3-244

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

**Preizkušanja GIS postrojov pred začetkom obratovanja
in skozi njihovo življenjsko dobo****Simon Podkoritnik¹, Ivo Kobal¹, Nejc Zima², Boštjan Barl²**¹Elektroinštitut Milan Vidmar²ELESsimon.podkoritnik@eimv.si

Število GIS postrojov se tako doma kot v svetu drastično povečuje. Novi postroji prinašajo tudi vprašanje preizkušanja le-teh pred začetkom obratovanja in tudi kasneje v obratovanju. Preizkusi, ki se izvedejo v tovarni (FAT) in takoj po montaži (SAT) so pomembni, saj zagotavljajo kakovostno izdelavo in montažo postroja. Enako pomembno pa je tudi kasnejše preizkušanje v smislu preventivnega vzdrževanja, saj je le na ta način možno zagotoviti optimalno vzdrževanje in zanesljivo obratovanje GIS postroja.

Zelo priporočljivo je, da se določene diagnostične meritve v smislu preventivnega vzdrževanja izvedejo že v okviru SAT ali takoj po prevzemu na novem postroju. S tem je mogoče ugotoviti morebitne napake pri izdelavi in montaži (npr. vnos tujkov ali slabi spoji), hkrati pa se s takšnimi meritvami pridobi kvalitetne referenčne podatke, na podlagi katerih je mogoče kasneje – v obratovanju učinkovito ovrednotiti vse morebitne spremembe izmerjenih parametrov..

V referatu je obravnavana predvsem tematika preizkušanja GIS postrojov v obratovanju, z uporabo novih nekonvencionalnih metod merjenja PD in pa razpoložljive možnosti preizkušanja z visoko oz. povišano napetostjo. Prve so namenjene predvsem preventivnemu vzdrževanju in rednim periodičnim kontrolnim meritvam. Izvajajo se v normalnem obratovanju in praviloma ne povzročajo nikakršnih motenj v delovanju postroja. Preizkusi s tujo visoko napetostjo pa so namenjeni potrditvi ustreznosti izdelave in montaže GIS postroja ter ugotavljanju morebitnih težjih okvar med obratovanjem.

Preizkušanje in preventivno vzdrževanje GIS postrojov predstavlja poseben izziv. Stikališča v GIS izvedbi so lahko zelo različna tako po obsegu kakor tudi po številu in tipu posameznih vgrajenih funkcionalnih komponent. Običajno so sestavljena iz različnega števila različnih tipskih modulov (odklopniki, ločilniki, merilni elementi, kabelske komore idr.). Z zunanjimi napravami (npr. omrežje, transformatorji) so takšni postroji povezani s kabelskimi povezavami ali preko VN skoznjikov. Vsi aktivni deli postroja so vgrajeni v enoten sistem, električno in funkcionalno so med seboj povezani in večinoma fizično nedostopni, zato jih z vidika kontrole oz. preizkušanja ni mogoče obravnavati ločeno. Kompaktnost GIS postrojov, ki je glavna prednost pred stikališči na prostem, namreč predstavlja glavni izziv pri učinkovitem preverjanju njihovega stanja.

Ključne besede: GIS, preizkušanje, UHF, delne razelektritve, meritve, izolacija.

ŠK B3-247

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

**Diesel električni agregati vir napajanja nujne lastne rabe
ter kot vir terciarne rezerve****Primož Bogataj¹, Ervin Planinc¹, Peter Ogrizek¹, Rado Ferlič¹**¹ELESpeter.ogrizek@eles.si

V obseg sistemskih storitev, ki jih izvaja ELES, spada tudi zagotavljanje terciarne rezerve. Diesel električni agregati (DEA), ki so nameščeni v elektroenergetskih objektih ELES spadajo med rezervne vire napajanja in zagotavljajo napajanje nujne lastne rabe v času, ko napajanje iz glavnega ali pomožnega vira ni mogoče. DEA se zaženejo samodejno nekaj sekund po izpadu omrežja in morajo zagotavljati vsaj 24 urno avtonomijo rezervnega napajanja nujne lastne rabe (NLR). Vzpostavljanje sistemske rezerve z DEA je projekt združevanja daljinsko vodenih malih proizvodnih virov električne energije, ki je izveden tako, da primarna funkcija DEA, tj. zagotavljanje rezervne NLR, ni nikoli ogrožena.

V prispevku so detajlneje predstavljene DEA naprave s katerimi razpolagamo v podjetju, njihovo vzdrževanje ter vzpostavitev sistemske rezerve z DEA napravami.

Ključne besede: diesel električni agregati, lastna raba, vzdrževanje, mali proizvodni viri električne energije, sistemska rezerva

ŠK B3-249

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

**Uporaba montažnih stebrov na projektu rekonstrukcije RTP
400/110-220/110 kV Cirkovce****Domen Oder¹, Darko Malek¹, Nejc Zima¹, Vladimir Leva¹, Ervin Dokić¹**

ELES

domen.oder@eles.si

ELES d.o.o. je v skladu s planom investicij v letu 2018 pristopil k projektu rekonstrukcije RTP 400/110-220/110 kV Cirkovce. Članek obravnava uporabo montažnih daljnovodnih stebrov pri postavitvi novega končnega daljnovodnega stebra – SM 4A, na DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 2. Dela so se izvajala na delu projekta rekonstrukcije ki obravnava razplet daljnovodov, kjer je bilo potrebno zaradi kasnejše postavitve novega DV 400 kV Cirkovce-Pince del prostožračnih prenosnih vodov zamenjati s kablovodi. S pomočjo montažnih daljnovodnih stebrov nam je uspelo skrajšati čas izklopa DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 2 ob zamenjavi SM 4, na samo 3 dni. S pomočjo inovativnega načrtovanja oblike montažnega stebra, smo optimizirali poseg v obstoječ objekt, izvedbo zemeljskih in elektromontažnih del pri postavitvi montažnega stebra.

Ključne besede: Montažni stebri, zamenjava stebra, daljnovodi, DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 2.

ŠK B3-261

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Strategiji vzdrževanja in diagnostike trifazne regulacijske dušilke (VSR) ter energetskega kondenzatorja z dušilnim vezjem (MSCDN)**Jure Praznik¹, Aleksander Polajner¹, Rado Ferlič¹, Peter Ogrizek¹**¹ELESjure.praznik@eles.si

V okviru projekta SinCro.Grid ELES v slovenski elektroenergetski prenosni sistem pospešeno vgrajuje kompenzacijske naprave ter hranilnike električne energije za izboljšanje napetostnega profila in vključitev dodatnih virov za sistemske storitve. Večina naprav je že, ali pa bo še, letos implementiranih v omrežje. Projektne aktivnosti se z zagonom naprav načeloma zaključijo in nove naprave v obratovanje in vzdrževanje prevzamejo ustrezne strokovne službe.

Z novimi tehnologijami, ki jih uvajamo v okviru projekta, se v ELESu srečujemo prvič. Strokovna koordinacija projekta SinCro.Grid je to dejstvo pravočasno zaznala in pričela z aktivnostmi za zagotovitev celovitega pristopa k uvajanju in upravljanju z novimi tehnologijami, vključno z obratovanjem in vzdrževanjem predmetnih naprav. V ta namen je bila imenovana skupina za pripravo strategije vzdrževanja in diagnostike novih kompenzacijskih postrojev in hranilnikov energije.

V članku bomo predstavili izdelani strategiji ter smernice za vzdrževanje in diagnostiko za nove trifazne regulacijske dušilke (VSR) ter za energetskega kondenzatorja z dušilnim vezjem (MSCDN), ki že uspešno obratujeta in učinkovito kompenzirata jalovo moč.

Ključne besede: SinCro.Grid projekt, kompenzacijske naprave, trifazna regulacijska dušilka, energetskega kondenzatorja, vzdrževanje, diagnostika

ŠK B3-264

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Uporaba 3D projektiranja tehnoloških procesov pri gradnji operativno podpornega centra (OPC) v nuklearni elektrarni KrškoUroš Škoflek¹, Andraž Starc¹, Rajko Petan²¹IBE; ²Nuklearna elektrarna Krškouros.skoflek@ibe.si

Pri načrtovanju tehnoloških procesov se pogosto pojavljajo težave kako v prostor čimbolj učinkovito razvrstiti vso tehnološko elektro-strojno opremo ter zanjo pripraviti optimalno število prehodov skozi betonske stene. V našem projektu je bila stavba kot taka že zgrajena in glede na prostorsko stisko v njej smo za projektiranje uporabili 3D (BIM) pristop k načrtovanju opreme.

V sklopu projekta je bilo potrebno sprojektirati in umestiti v prostor avtonomen prezračevalni sistem, ki vključuje tudi ločeno obravnavane hladilne enote, celoten razvod elektro energetike v objektu ter vgradnjo diesel agregata na streho objekta, da se zagotovi rezervno napajanje nad poplavno koto območja NEK. Z razvodi je bilo potrebno vseskozno usklajevanje ozkih prehodov in križanj, pri čemer se vseskozi zagotavlja ločenost sistemov na ustreznih razdaljah. Članek predstavlja način uporabe modernih BIM-orodij pri razporeditvi opreme ter prepoznavi medsebojnih kolizij med strokami, optimizacijo porabe prostora in prehodov. Vsi pod-modeli, so bili konstruirani z različnimi, tudi CAD orodji, a so se njihove baze podatkov povezale s 3D geometrijo in združile v skupen digitalni tehnološki dvojček objekta. Združen BIM-model je bil vseskozi uporaben tekom gradnje kot predhodna odprava dilem izvajalcem o zmožnosti izvedbe ter vodji projekta v NEK, kot podlaga za izvedbo časovnega plana in načrtovanje faznosti vgradnje posameznih komponent in sklopov.

Takšen pristop k projektiranju bo v prihodnjih letih povsem nadomestil tradicionalni pristop, izdelani BIM modeli pa bodo postali pomemben del predane projekte dokumentacije, saj omogoča večjo natančnost in usklajenost projektnih rešitev različnih strok pri integralnem načinu projektiranja objektov, boljše predstavitev projektnih rešitev naročniku in drugim deležnikom v življenjski dobi projekta, učinkovite mehanizme za koordinacijo in kontrolo kakovosti, natančnejši izračun količin in potrebnih del ter sredstev za izvedbo kakor tudi časovno in finančno načrtovanje in simulacije gradnje. Naročniku pa so predani BIM-modeli v pomoč tudi pri upravljanju z informacijami tekom življenjskega cikla objekta ter pri upravljanju in vzdrževanju objekta samega. S člankom bomo tudi predstavili, da je uporaba BIM pristopa k projektiranju primerna tudi za obstoječe že zgrajene objekte tekom večjih ali kompleksnejših rekonstrukcij.

Ključne besede: NEK, Operativno podporni center, BIM, integralno projektiranje, 3D projektiranje, Nuklearna elektrarna Krško

ŠK B3-267

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

Baterijski sistem ELES NEDO**Tomaž Rakovnik¹, Robert Lindič¹, mag. Drago Pavlič¹, Janez Turinek¹, Klemen Grozina²,
Ervin Planinc³**¹Esotech d.d.; ²Riko d.o.o.; ³ELES
tomaz.rakovnik@esotech.si

V sklopu projekta NEDO je investitor ELES zgradil sistemski hranilnik električne energije. Njegov glavni namen je povečanje fleksibilnosti delovne moči in s tem boljše prilagajanje elektroenergetskega sistema različnim načinom obratovanja. Z uporabo naprednih tehnologij je mogoče obstoječe elektroenergetsko omrežje nadgraditi s sistemskimi hranilniki energije in pametnimi sistemi ter zagotoviti nekatere sistemske storitve na ekološko prijaznejši način. S sodobnimi sistemi hranilnikov energije bo možno izvajati sistemske storitve, ki jih sedaj opravljajo v omrežje priključene elektrarne, s čemer se bo izboljšala kakovost oskrbe odjemalcev z električno energijo.

Sama izgradnja sistema hranilnika električne energije s pripadajočo opremo (baterije, pretvorniki, transformatorji, stikališča SN in NN, oprema vodenja, komunikacije in zaščite kakor tudi gradbena dela in sistem požarne zaščite) se je izvajala v kletnih prostorih hale 18 na lokaciji BTC Ljubljana. Umestitev baterijskega hranilnika v prostor, ki predhodno ni bil namenjen energetskega objektu je pri tem predstavljala dodaten izziv. Sama tehnična rešitev umestitve v prostor, kot tudi sama tehnične rešitve baterijskega hranilnika bo predstavljena v članku.

Gljučne besede: baterijski hranilnik, nedo

ŠK B3-270

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

**Uporaba podatkov iz BIM-modelov tekom gradnje operativno
podpornega centra (OPC) v nuklearni elektrarni Krško****Rajko Petan¹, Uroš Škoflek², Andraž Starc²**¹Nuklearna elektrarna Krško; ²IBErajko.petan@nek.si

Tekom gradnje se pogostokrat pojavlja težave s pridobivanjem podatkov o posamezni opremi, ki se jo vgrajuje na objektu. V tem primeru je dostikrat potrebna komunikacija ter prisotnost projektanta na terenu. V sklopu projekta je bilo dogovorjeno, da se tehnološke obdelave, ki so prikazane na serijah načrtov NEK, prikazujejo tudi v BIM-modelih. V okviru izdelave načrta implementacije BIM-pristopa na projektu smo v sodelovanju s projektantom določili ključne attribute, ki bodo bodisi tekom izvedbe objekta služili kot dodatni vir informacij in promptna pomoč izvajalcu bodisi kot osnova za povezavo terminskega plana gradnje z modelom, kar nam omogoči simulacije in časovno spremljanje gradnje in hkrati tudi analizo izvedljivosti vgradnje posameznih komponent. Tovrstni podatki so bili določeni za vse stroke (elektro, gradbeno in strojno) in s pomočjo le-teh so se razblinili določeni zapleti, ki bi lahko nastali tekom izvedbe. Za pregledovanje projektnih rešitev s pomočjo modelov in kasneje tudi njihovo izvedbo so bile v modele z uporabo relacijskih podatkovnih baz vključene reference do posameznih serij načrtov ter njihove pripadajoče strani. Tako je lahko pregledovalec v zbirnem modelu s klikom na element (npr. elektro omaro) dostopal do spiska afektiranih načrtov.

Modeli različnih strok, ki so bili izdelani z uporabo različnih programskih orodij, so bili združeni v en zbirni model, v katerem so bile vzpostavljene aktivne povezave do ustreznih podatkovnih baz, ki so vključevale bodisi osnovne informacije o elementih (podatkovna baza del izvirnega modela, npr. strojnih inštalacij) bodisi dodatne informacije o elementu, definirane ločeno izven programskega orodja za projektiranje. Te informacije so bile vključene v zbirnem modelu ob vsaki izmed njegovih rednih predaj. Tako so bili na enem mestu vedno dostopni vsi potrebni podatki (npr. oznake prebojev, ventilov, vrsta materiala, premer cevi, ipd.), ki so bili ažurirani z novimi verzijami zbirnega BIM-modela.

Tekom uporabe se je izkazala možnost povezave z NEK-ovo sistemsko bazo podatkov o opremi ter materialih, kar bi bilo smiselno razviti tekom nadaljnje uporabe BIM-pristopa na projektih v Nuklearni elektrarni Krško. Tako postane BIM-model, ki se ga razvije tekom projektiranja in izvedbe, centralni vir informacij, ki služi tudi potrebam upravljanja in vzdrževanja objekta. Trenutno pa nam je takšen pristop k projektiranju pri izvedbi omogočal dobro prehodno pripravo, analizo in spremljanje gradnje po fazah in določitev kritičnih mest za vgradnjo posameznih komponent, na katera so bili vnaprej opozorjeni izvajalci.

Ključne besede: NEK, Operativno podporni center, BIM, integralno projektiranje, DCM, Nuklearna elektrarna Krško, spremljanje faznosti gradnje, časovni plan gradnje

ŠK B3-302

CIGRE ŠK B3 (Razdelilne transformatorske postaje in postroji)

**Baterijski hranilniki električne energije v okviru projekta
SINCRO.GRID****Ervin Planinc¹, Primož Bogataj¹, Martin Hostnik¹**¹ELEServin.planinc@eles.si

ELES, sistemski operater prenosnega elektroenergetskega omrežja Slovenije koordinira vodi mednarodni projekt pametnih omrežij imenovan SINCRO.GRID preko katerega uvaja številne nove tehnologije v elektroenergetsko omrežje. V okviru projekta bosta na območju obstoječih transformatorskih postaj Pekre in Okroglo vgrajena dva baterijska hranilnika električne energije s skupno nazivno močjo 10 MW in kapaciteto 50 MWh. Gre za poseg novih tehnologij v področje tradicionalnih oz. že uveljavljenih naprav katere tvorijo razdelilne transformatorske postaje, zato je bilo potrebno nameniti večjo pozornost pri načrtovanju in sami implementaciji baterijskih hranilnikov.

Ključne besede: SINCRO.GRID, baterijski hranilniki električne energije

ŠK B4

ŠK B4 – Enosmerni prenosi in energetska elektronika

Predsednik: Boštjan Blažič

Tajnik: Valentin Ažbe

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Vključevanje baterijskih hranilnikov v elektroenergetska omrežja

- Multifunkcijska raba baterijskih hranilnikov
- Funkcionalnosti baterijskega hranilnika v otočnem obratovanju

PT 2: Regulacija napetosti v elektroenergetskem omrežju s pomočjo naprav močnostne elektronike

- Regulacija napetosti s pomočjo naprav FACTS
- Regulacija napetosti s pomočjo naprav, ki so na omrežje priključene preko močnostnega pretvornika (sončne in vetrne elektrarne ...)

PT 3: Ugotavljanje odziva razpršenih virov ob motnjah v elektroenergetskem omrežju

- Odziv razpršenih virov na napetostne upade
- Odziv razpršenih virov na harmonsko popačenje napetosti
- Odziv razpršenih virov na nihanja frekvence

PT 4: Prenos električne energije s tehnologijo visokonapetostnega enosmernega prenosa (HVDC)

- HVDC povezava Slovenija – Italija

CIGRE ŠK B4-122

Vilman Anže

Uporaba hranilnika električne energije za lokalno izravnavo odjema v NN omrežju

CIGRE ŠK B4-150

Dolenc Janja, Herman Leopold, Blažič Boštjan

Določanje harmonskega popačenja v prenosnem omrežju na primeru naprave SSSC

CIGRE ŠK B4-171

Bokal Matevž, Blažič Boštjan

Stabilizacija realno-časovnih simulacij strojne opreme v zanki

CIGRE ŠK B4-195

Ceferin Samo, Pevec Boštjan, Kolednik Ladislav, Kos Sašo, Štokelj Nejc, Šuper Danijel, Knuplež Matej

Načrtovanje in vključitev baterijskega hranilnika v elektroenergetski sistem

CIGRE ŠK B4-273

Kerin Uroš, Dragaš Klemen

Tehnični, obratovalni in ekonomski aspekti enosmerne visokonapetostne povezave Slovenija – Italija

CIGRE ŠK B4-295

Kerin Uroš

Večnamenska raba baterijskega hranilnika električne energije v projektu NEDO

ŠK B4-122

CIGRE ŠK B4 (Enosmerni prenosi in energetska elektronika)

Uporaba hranilnika električne energije za lokalno izravnano odjema v NN omrežju**Anže Vilman¹**¹Elektro Gorenjskaanze.vilman@elektro-gorenjska.si

Z razvojem električnih avtomobilov in računalniške industrije so se hranilniki električne energije razvili do te mere, da so primerni za vgradnjo in obratovanje v distribucijskem omrežju. V zadnjem obdobju so bili v Sloveniji zgrajeni predvsem hranilniki večjih moči, ki so priključeni na prenosno omrežje ali direktno na transformatorske postaje v distribucijskem omrežju. Danes je veliko govora o manjših hranilnikih električne energije, ki so namenjeni uporabi v gospodinjstvih in jih je nenazadnje mogoče kupiti pri večjih trgovcih s tehnično opremo. Manjši hranilniki bodo tako priključeni na sam konec distribucijskega omrežja, na nizkonapetostno omrežje. Namenjeni bodo zagotavljanju podpore samozadostnosti proizvajalcev električne energije, ter distribucijskim podjetjem istočasno omogočali lokalno izravnano odjema.

Elektro Gorenjska d.d. je v sodelovanju s podjetjem NGEN leta 2019 začela z izvedbo demonstracijskega projekta vgradnje manjšega hranilnika električne energije. Na lokaciji dveh sončnih elektrarn je bil postavljen hranilnik moči 18 kW s kapaciteto 28 kWh. Hranilnik je vključen v portfelj virtualne elektrarne, ki poleg zagotavljanja sistemskih storitev vzdrževanja frekvence sistema zagotavlja tudi izravnano odjema v priključni točki omrežja. Skupina je s sodelovanjem v projektu pridobila izkušnje z obratovanjem in uporabnostjo hranilnika v nizkonapetostnem omrežju, podjetje NGEN pa je z vključitvijo hranilnika v sistem virtualne elektrarne preizkusilo koncepte izvajanja storitev sekundarne in terciarne regulacije frekvence.

Ključne besede: Hranilnik električne energije, nizkonapetostno omrežje, lokalna izravnano odjema

ŠK B4-150

CIGRE ŠK B4 (Enosmerni prenosi in energetska elektronika)

Določanje harmonskega popačenja v prenosnem omrežju**Janja Dolenc¹, Leopold Herman¹, Boštjan Blažič¹**¹Fakulteta za elektrotehniko v Ljubljanijanja.dolenc@fe.uni-lj.si

Glavna naloga elektroenergetskega sistema je zagotavljanje visoke kakovosti oskrbe z električno energijo, kar zahteva tudi ustrezen nivo kakovosti napetosti. Eden pomembnejših parametrov kakovosti napetosti je nivo harmonskega popačenja, ki pri višjih vrednostih lahko vodi v moteno delovanje naprav EES. Problem harmonskega popačenja postaja vse pomembnejši, ker se delež naprav, ki so na omrežje priključene preko močnostnih pretvornikov, večja. Naprave, na omrežje priključene preko močnostnega pretvornika, večajo nivo harmonskega popačenja in so nanj tudi občutljive. Vedno bolj pomembno je torej obravnavanje posamezne naprave, ki se na prenosno omrežje priključuje preko močnostnega pretvornika. Obravnavanje takšne naprave ni trivialno, zato je proces določanja dovoljenih nivojev harmonskega popačenja zahteven in dolgotrajen proces. V članku je opisan postopek določanja dovoljenih nivojev harmonskega popačenja omrežja, z upoštevanje vplivov naprave na omrežje in simulacij različnih obratovalnih stanj omrežja.

Ključne besede: harmonsko popačenje, prenosno omrežje, kompenzacijske naprave

ŠK B4-171

CIGRE ŠK B4 (Enosmerni prenosi in energetska elektronika)

Stabilizacija realno-časovnih simulacij strojne opreme v zanki**Matevž Bokal¹, Boštjan Blažič¹**¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljanimatevz.bokal@fe.uni-lj.si

Pri preizkušanju naprav v digitalnih simulacijah v realnem času v zaprti zanki z digitalnim simulatorjem prihaja do različnih omejitev zaradi časovnih zakasnitev, vzorčenja signalov in regulacijskih zakonitosti. V pričujočem referatu so predstavljene ugotovitve raziskovanja in odpravljanja nestabilnosti pri povezovanju dveh digitalnih simulatorjev v realnem času podjetja RTDS Technologies in podjetja Typhoon HIL.

V konkretnem primeru nestabilnost povzroča časovna zakasnitev v analognem prenosu merilnih signalov med obema simulatorjema. Električne razmere so bile ponazorjene z matematičnim modelom diferencialne enačbe z zakasnitvijo, na kateri je bila opravljena analiza lastnih vrednosti in izvedena stabilizacija po metodi premika lastnih vrednosti v kompleksni ravnini.

Ključne besede: sistemi s časovno zakasnitvijo, diferencialne enačbe z zakasnitvijo, simulacije, sistemi v realnem času, stabilnost

ŠK B4-195

CIGRE ŠK B4 (Enosmerni prenosi in energetska elektronika)

**Načrtovanje in vključitev baterijskega hranilnika
v elektroenergetski sistem****Samo Ceferin¹, Boštjan Pevec¹, Ladislav Kolednik¹, Sašo Kos¹, Nejc Štokelj¹, Danijel Šuper¹,
Matej Knuplež¹**¹Kolektor Sistehsamo.ceferin@kolektor.com

Transformacija na področju elektroenergetike prinaša veliko novih izzivov načrtovalcem, proizvajalcem, operaterjem in uporabnikom. Spremembe v elektroenergetskem sistemu povzročajo na eni strani proizvodni viri, ki iz stabilnih in togih virov vse bolj spreminjajo svoj značaj in sledijo težnji po proizvodnji iz obnovljivih virov. Na drugi strani pa se vse bolj nakazujejo trendi po spremenjenem načinu porabe, ki jih bo generirala mobilnost in transport ter gradnja objektov. Posledično bodo vse spremembe v sistemu generirale tudi težnjo po večji samooskrbi ter zagotavljanju stabilnosti elektroenergetskega sistema. V zadnjih letih so pospešen razvoj in industrializacijo doživeli hranilniki električne energije. Trenutno je na trgu vse močnejša ponudba proizvajalcev klasičnih baterijskih hranilnikov na osnovi Li-Ion tehnologije, v bližnji prihodnosti pa bodo industrializirane tudi druge tehnologije za shranjevanje električne energije.

Načrtovanje in vključitev baterijskega hranilnika v elektroenergetski sistem pa pomeni precejšnjo kompleksnost in zahteva usposobljenost načrtovalca in dobavitelja takšnih sistemov. Pri načrtovanju je potrebno upoštevati vse vidike umeščanja takšnih objektov v prostor od regulatornih, zakonodajnih do inženirskih ter dobre inženirske prakse. Integracija baterijskega hranilnika z upoštevanjem vseh vidikov je vsekakor kompleksen inženirski izziv, ki vključuje več strok. Poleg same postavitve in priključitve na elektroenergetski sistem predstavlja poseben izziv tudi integracija in vodenje takšnega hranilnika, ki mora sinhrono delovati v sistemu.

V članku želimo osvetliti vidike načrtovanja in umestitve takšnega sistema v praksi. Celovit pristop, ki zagotavlja varno in zanesljivo obratovanje ter omogoča doseganje vseh ekonomskih in tehničnih učinkov investicije.

Ključne besede: Baterijski hranilnik električne energije, elektroenergetski sistem, načrtovanje, gradnja, inženirski objekt

ŠK B4-273

CIGRE ŠK B4 (Enosmerni prenosi in energetska elektronika)

Tehnični, obratovalni in ekonomski aspekti enosmerne visokonapetostne povezave Slovenija – Italija**Uroš Kerin¹, Klemen Dragaš¹**¹ELESuros.kerin@eles.si

Povezovanje visokonapetostne infrastrukture za prenos električne energije z omrežji sosednjih držav je ključen mednarodni vzvod za regionalno oskrbo z električno energijo, zagotavljanje obratovalne fleksibilnosti in morebitne izhajajoče tržne priložnosti.

Moderna tehnologija za prenos električne moči z mnogimi koristnimi obratovalnimi učinki temelji na polprevodniški energetski elektroniki in enosmernem električnem toku, angleško High Voltage Direct Current – HVDC. V klasičnih električnih omrežjih lahko HVDC odpravi omejitve obstoječe prenosne infrastrukture, poveča zanesljivost oskrbe z električno energijo, tehnološko omogoči širšo integracijo obnovljivih virov električne energije, zagotovi nove sistemske storitve, intenzivnejši razvoj trga električne energije in nove poslovne priložnosti. Obenem so mogoči novi obratovalni izzivi in tehnološki, ekonomski ter družbeni učinki, ki jih je potrebno identificirati in analizirati.

V začetnem spogledovanju s projektom tovrstnega tipa je zatorej ključno izvesti obširno študijo izvedljivosti, ki mora investitorju in ostalim ključnim deležnikom osvetliti pričakovane več-dimenzionalne učinke in podati kredibilno osnovo za odločanje. V članku bomo predstavili ključne tematske sklope študije za HVDC projekt v fazi investicijskega odločanja in izpostavili vsebinske aspekte z relevantnimi implikacijami. Povezali jih bomo z aktivnostmi družbe Eles pri oceni smiselnosti HVDC povezave med 400 kV omrežjema družb Eles in Terna, Italija, ter podali glavne ugotovitve.

Ključne besede: HVDC, študija izvedljivosti, učinki

ŠK B4-295

CIGRE ŠK B4 (Enosmerni prenosi in energetska elektronika)

**Večnamenska raba baterijskega hranilnika električne energije
v projektu NEDO****Uroš Kerin¹**¹ELESuros.kerin@eles.si

Baterijski hranilniki električne energije so dobro uveljavljena tehnologija za podporo obratovanju prenosnih, razdelilnih in industrijskih omrežij in izhajajoče tržne storitve. Navadno so grajeni namensko za osredotočeno uporabo, njihove tehnične karakteristike pa ustrezajo priključitvenim pogojem enega priključnega mesta.

Nekatere inštalacije pa presegajo klasično rabo in namesto domenskih zahtevajo večnamenske funkcionalnosti. Kompenzacija kratkotrajnih napetostnih upadov in zagotavljanje kontinuitete obratovanja procesnih bremen v industrijskem omrežju, na eni strani, in zagotavljanje storitev skladno s sistemskimi obratovalnimi navodili v razdelilnem omrežju, na drugi, baterijskemu hranilniku električne energije dodelijo dvojno vlogo z odsekoma morda tudi divergentnimi zahtevami.

Družba ELES v sklopu slovensko-japonskega projekta NEDO gradi postroj baterijskega hranilnika električne energije v urbanem okolju z namenom izvajanja sistemskih storitev na zahtevo operaterja prenosnega omrežja, pomoči razdelilnemu omrežju v kritičnih situacijah in zagotavljanja kontinuitete delovanja industrijskega omrežja v neposredni bližini. Ta kompleksni ambient zahteva abstraktno združitev izkušenj in kompetenc omrežij treh napetostnih nivojev, namembnosti in lastnosti, ki so operativno navadno obravnavana ločeno.

V članku bomo predstavili osnutek operativnih zahtev projekta in njihovo pretvorbo v tehnično specifikacijo baterijskega hranilnika električne energije. Razdelali bomo pričakovane zmogljivosti in izpostavili ključna tehnično-administrativna dognanja.

Ključne besede: Hranilnik, regulacija, napetost, industrijsko omrežje, razdelilno omrežje

ŠK B5 – Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES

Predsednik: Janez Zakonjšek
Tajnik: Drago Taljan

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Izkušnje in izzivi z IEC 61850 standardom

- Izkušnje in interoperabilnost sistemov zaščite in vodenja z nekonvencionalnimi instrumentnimi transformatorji, zajemalnimi enotami (merging unit) in procesnim vodilom
- Uporaba generičnih, objektno usmerjenih dogodkov (GOOSE messages) v postajah
- Sistemi meritev in nadzora v popolnoma digitaliziranih postajah
- Strategije

PT 2: Strategije in metodologije za ublažitev vplivov omrežji z nizko vztrajnostjo in nizkimi tokovi okvar

- Vplivi na delovanje obstoječe zaščite in nadzora EES-a
- Izkušnje in izzivi

PT 3: Novosti na področju zaščite, vodenja in meritev v klasičnih in prilagodljivih (FACTS) EES-ih

- Sistemska zaščita v primeru izrednih pogojev
- Sheme razbremenjevanja EES-a
- Otočno obratovanje posameznih delov EES-a
- Obnovljivi viri – izzivi za zaščito in vodenje tako prenosnih kot distribucijskih omrežij

PT 4: Primeri iz prakse – netipični dogodki v EES-u povezani z delovanjem/nedelovanjem zaščitnih sistemov

CIGRE ŠK B5-105

Rudež Urban, Mihalič Rafael

Vpliv znižanih vztrajnostnih mas na tranzientno stabilnost sinhronskih generatorjev

CIGRE ŠK B5-120

Polajžer Boštjan, Grčar Bojan, Hrovat Gorazd

Izvedba in sekundarno preizkušanje enopolnega avtomatskega ponovnega vklopa na enostransko napajanih 110 kV daljnovodih

CIGRE ŠK B5-123

Sodin Denis, Ilievska Rajne, Čampa Andrej, Smolnikar Miha, Rudež Urban

Koncept adaptivnega podfrekvenčnega razbremenjevanja v realnem elektroenergetskem sistemu

CIGRE ŠK B5-193

Taljan Drago, Rebernik Marko

Integracija funkcij obratovanja in varnosti daljinsko vodenih HE DEM brez stalne posadke

ŠK D5

CIGRE ŠK B5-201

Rebernik Marko, Taljan Drago

Nadgradnje procesnih sistemov vodenja in avtomatike – investicija v prihodnost ali nepotreben strošek?

CIGRE ŠK B5-204

Škrjanc Tadej, Mihalič Rafael, Rudež Urban

Napredna nadgradnja konvencionalne zaščite pod-frekvenčnega razbremenjevanja

CIGRE ŠK B5-206

Škrjanc Tadej, Mihalič Rafael, Rudež Urban

Kategorizacija literature s področja pod-frekvenčnega razbremenjevanja s pomočjo metode za rojenje

CIGRE ŠK B5-228

Babnik Tadeja, Mahkovec Bojan, Subotic Srdjan

Centraliziran sistem za dinamično nastavljanje nadfrekvenčne zaščite generatorjev

CIGRE ŠK B5-254

Grozdanovski Jovancho, Mihalič Rafael, Rudež Urban

Namerna razdelitev elektroenergetskega sistema na več dinamično stabilnih otokov

CIGRE ŠK B5-269

Meža Boštjan, Kovač Igor, Firer Matej, Judnič Rok, Bordon Darko

Izdelava in tovarniško preizkušanje omar vodenja in zaščite pri obnovi RTP 400/220/110 kV Beričevo

ŠK B5-105

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

Vpliv nižanih vztrajnostnih mas na tranzientno stabilnost sinhronskih generatorjev**Urban Rudež¹, Rafael Mihalič¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehnikourban.rudez@fe.uni-lj.si

Dejstvo je, da se vztrajnostne mase v elektroenergetskih sistemih (vsaj) razvitih držav v splošnem nižajo ter izkazujejo vedno večjo stopnjo časovne variacije. Pričakujemo lahko, da se bo takšen trend v prihodnje še stopnjeval. To ima za posledico precejšnje spremembe v obratovanju elektroenergetskih sistemov, v njegovi zaščiti in tudi vodenju. V tem članku je predstavljen zgolj eden od teh vplivov.

Tranzientna stabilnost sinhronskih generatorjev (kotna stabilnost za velike motnje) je ključna za stabilno obratovanje elektroenergetskega sistema. Iz vidika razumevanja in poučevanja tega pojava se običajno uporablja kriterij enakih površin na enostavnem SMIB modelu (angl. Single Machine Infinite Bus). SMIB sistem vsebuje dva vira moči, prvi je opazovani sinhronski generator ter drugi neskončen vir moči, ki po definiciji drži vrednosti amplitude napetosti, njenega faznega kota in frekvence na konstantni vrednosti. Ta vir moči je do nedavnega ustrezno predstavljal ekvivalent elektroenergetskega sistema, na katerega je opazovani sinhronski stroj priključen. Z niževanjem vztrajnostnih mas pa postaja takšen model neustrezen.

V članku bo zato predstavljen izboljšan in realnejši model enostavnega sistema, v katerem je neskončni vir moči zamenjan s sinhronskim generatorjem velike moči in vztrajnostne konstante. Z nižanjem slednje bo mogoče opazovati kako znižanje vztrajnostnih konstant v elektroenergetskem sistemu vpliva na tranzientno stabilnost izbranega sinhronskega generatorja. Na osnovi tega modela bo podan analitičen izračun kritičnega časa odstranitve motnje, ki z nižanjem vztrajnostnih konstant nakazuje izboljšanje razmer ter daljše dovoljene izklopne čase zaščitnih relejev.

Ključne besede: Tranzientna stabilnost, vztrajnostne mase, kriterij enakih površin, sinhronski generator, kritični čas odstranitve motnje

ŠK B5-120

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

Izvedba in sekundarno preizkušanje enopolnega avtomatskega ponovnega vklopa na enostransko napajanih 110 kV daljnovodih**Boštjan Polajžer¹, Bojan Grčar¹, Gorazd Hrovat²**¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; ²ELESbostjan.polajzer@um.si

V prispevku bodo obdelana nekatera za prakso pomembna vprašanja, ki se navezujejo na proces enopolnega avtomatskega ponovnega vklopa (APV) na enostransko napajanih 110 kV daljnovodih (DV). Na osnovi teoretičnih spoznanj in na osnovi numeričnih analiz bo pokazano, da v primeru delovanja enopolnega APV samo na napajalni strani DV le-ta najverjetneje ne bo uspešen zaradi preostale napetosti na mestu okvare. Za uspešno proženje enopolnega APV na nasprotni (nenapajalni) strani DV bo zato predlagana dopolnjena metodologija izbire in parametrizacije enopolnega APV. Analizirane bodo tri različice proženja enopolnega APV na nenapajalni strani DV, ki bodo ustrezno dopolnjene s signalom kriterija distančne zaščite na 2. distančno cono in z lokalno blokado na 4. distančno cono. Podrobneje bo obravnavana izvedba enopolnega APV z logiko »weak-end infeed«, ki bo verificirana s sekundarnimi preizkusi dveh signalno povezanih zaščitnih relejev ABB REL 670. Uporabljeni rešitev je priporočljiva predvsem za DV, ki bi zaradi morebitne spremembe topologije omrežja lahko prešli iz dvostranskega v enostransko napajanje.

Ključne besede: Avtomatski ponovni vklop, sekundarno preizkušanje

ŠK B5-123

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

**Koncept adaptivnega podfrekvenčnega razbremenjevanja
v realnem elektroenergetskem sistemu****Denis Sodin^{1,2}, Rajne Ilievska³, Andrej Čampa^{1,2}, Miha Smolnikar^{1,2}, Urban Rudež³**¹Institut Jožef Stefan; ²ComSensus; ³Fakulteta za elektrotehniko
denis.sodin@comsensus.eu

Elektroenergetski sistemi (EES) so v zadnjem času podvrženi precejšnjim spremembam, kar je v veliki večini posledica uvajanja trajnostnega pristopa k proizvodnji električne energije. Konvencionalne vire, predvsem jedrske elektrarne in elektrarne na fosilna goriva, vedno pogosteje zamenjujejo obnovljivi viri energije (OVE), večinoma vetrne elektrarne, fotovoltaične elektrarne itd. Kljub koristim, ki se izkazujejo predvsem na znižani ravni izpustov toplogrednih plinov in onesnaženosti okolja, pa je potrebno izpostaviti tudi izzive, ki jih OVE prinašajo. Energetski prehod, kakršnemu smo priča, namreč s sabo posledično prinaša tudi povečanje kompleksnosti obnašanja EES, ki pa ne sme negativno vplivati na stopnjo njegove zanesljivosti. Pri tem imamo v mislih predvsem znižano stopnjo frekvenčne stabilnosti EES, ki je posledica spremenljivosti (v smislu trenda pa znižanja) inherentnih vztrajnostnih mas EES.

Podfrekvenčno razbremenjevanje (PFR) je zadnji mehanizem, ki v primeru padanja frekvence od nazivne vrednosti EES štiti pred popolnim razpadom. V praksi se večinoma še vedno uporablja konvencionalna shema PFR, na raziskovalnem področju pa je precej aktivnosti za njeno izboljšanje v smislu adaptivnih shem PFR. Le-te za izboljšano delovanje napram konvencionalni shemi pogosto uporabljajo prvi odvod frekvence (RoCoF), ki pa je po drugi strani, zaradi svoje oscilatorne narave, vpletenega šuma in skočnih sprememb, tudi glavni razlog zakaj so operaterji v praksi zadržani do uporabe rešitev povezanih z njim.

Preteklo raziskovalno delo avtorjev je imelo za posledico vložitev patentne prijave na mednarodni patentni urad, ki za namen izboljšanja konvencionalnega načina PFR predlaga sprotni izračun stabilnostne rezerve na podlagi trenutne vrednosti RoCoF. Cilj referata je predstaviti postopek, ki (navkljub uporabi RoCoF-a) zagotovi robustno delovanje prej omenjene sheme tudi v realnem okolju. Za izvor meritev je bila uporabljena specializirana strojna oprema za digitalno simulacijo EES v realnem času RTDS (Real Time Digital Simulator), ki v tem trenutku predstavlja najbližji mogoč približek realnemu EES. RTDS izvaja izračune v EMT načinu (Electro-Magnetic Transient) in omogoča interakcijo med digitalnim modelom EES ter fizičnimi napravami (tako zaščitnimi, merilnimi, kot tudi tistimi namenjeni regulaciji EES). Slednje je še posebej pomembno, saj omogoča tako imenovano testiranje v zanki (»hardware in the loop«) s čimer se izboljšana logika PFR preizkusi na fizični napravi in zagotovi pravilno delovanje naprave pred priklopom v realno omrežje, kjer bi neustrezno delovanje lahko imelo hude in neželene posledice.

Ključne besede: Podfrekvenčna zaščita, Testiranje v zanki, RTDS

ŠK B5-193

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

**Integracija funkcij obratovanja in varnosti daljinsko vodenih
HE DEM brez stalne posadke****Drago Taljan¹, Marko Rebernik¹**Dravske elektrane Maribor¹drago.taljan@dem.si

Referat analizira razmejitev oz. integracijo funkcij obratovanja in zagotavljanja varnosti daljinsko vodenih HE DEM brez stalne obratovalne posadke. Vse to zagotavlja sodobna oprema: procesnega vodenja, neodvisnih zaščit in napajanja. Pojem obratovanja predpostavlja visoko razpoložljivost proizvodnih naprav zlasti agregatov, zagotavljanje varnosti pa učinkovito registracijo okvar in možnosti za njihovo odpravo. Zahteve za procesno opremo se zato stalno povečujejo. Biti mora čim bolj enovita, povezljiva, kibernetsko varna in zanesljiva, ter se hitro prilagajati potrebam trženja, EE sistema in pravne regulative, ki se pogosto menja oz. zaostuje. V zadnjem času je vse bolj pomembna tudi okoljska tematika. Zlasti trženje razpoložljivih kapacitet za zagotavljanje primarne in sekundarne regulacije frekvence, napetosti in jalove moči zahteva visoko zanesljivo, standardizirano ter sodobno in povezljivo opremo. Podobno velja za zaščitne in napajalne sisteme. Prva zagotavlja varnost proizvodnih naprav in HE kot celote, druga pa visoko razpoložljivost delovanja vse primarne in sekundarne opreme HE zlasti avtomatike, zaščite, regulacijskih sistemov ter napajanja pogonov zapornic in skupnih naprav HE. Referat se opredeli do te problematike glede sodobnih rešitev na področju izbire opreme, komunikacij ter tehnoloških rešitev sistemov lokalnega in daljinskega vodenja HE DEM, ki obratujejo brez stalne obratovalne posadke.

Ključne besede: integracija, obratovanje, zaščita, komunikacije, varnost, razpoložljivost



cigre
Slovenija



CIRED
Slovenija

ŠK B5-201

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

Nadgradnje procesnih sistemov vodenja in avtomatike – investicija v prihodnost ali nepotreben strošek?

Marko Rebernik¹, Drago Taljan¹

¹Dravske elektrarne Maribor

marko.rebernik@dem.si

Avtomatizacija vseh tehnoloških procesov se s procesom digitalizacije počasi spreminja iz strogo industrijske tehnike v nerazdružljiv preplet informacijskih tehnologij in tehnoloških procesov. Z napredkom razpoložljivih tehnologij in menjavo generacij osebja ter vedno višjo ceno in zahtevnostjo vzdrževanja postajajo zastareli procesni sistemi večplastno nesprejemljivi. Možnih pristopov k problematiki je več, denimo izvedba parcialnih nadgradenj akutnih segmentov, denimo zgolj SCADA sistemov. V tem primeru je glavni inženirski izziv izvedba sobivanja raznorodnih in generacijsko zelo različnih sistemov, ki vendarle morajo delovati ubrano, da se ohrani in precej pogosto tudi nadgradi funkcionalnost celote. Druga možnost je vzdrževanje obstoječega stanja z zamenjavami opreme z enako v primerih okvar. Ta pristop povzroči nižje stroške vzdrževanja, hkrati pa na koncu življenjskega cikla privede do drage celovite prenove. Nujne funkcionalne izboljšave znotraj cikla, ki jih povzročajo zahteve Centra vodenja, sistemskega operaterja omrežja ali zakonodaje, pa so znotraj cikla vedno zahtevnejše, predvsem časovno in kadrovske. V članku bomo prikazali izkušnje z obema pristopoma do nadgradenj oziroma prenov. Na objektih Zlatoličje, Vuhred in Ožbalt se že blizu 20 let ohranja sekundarna oprema v dobri kondiciji in so uspešen model, kako lahko skozi celoten življenjski ohranjamo visoko raven tehnologije in razpoložljivosti kadrov. Sprotno vlaganje v procesne sisteme ne prinese zgolj prednosti v obliki strojne in programske opreme, temveč tudi dviga nivo znanja osebja. Na treh elektrarnah je v teku priprava na celovito prenovo, saj se je na njih uporabil pristop odprave okvar in je stanje procesnih sistemov v veliki meri enako, kot ob začetku obratovanja. Članek bo zajel težave na področju vodenja, zaščite, vzbujalnih sistemov in turbinske regulacije. Na vsa ta področja zaradi enostavnosti vzdrževanja in intenzivne širitve funkcionalnosti in nudenja sistemskih storitev vdira digitalizacija. To pa odpre občutljivo poglavje kibernetike varnosti, standardizacije opreme in komunikacijskih protokolov.

Ključne besede: nadgradnja, procesni sistemi, avtomatizacija, obratovanje brez posadke

ŠK B5-204

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

Napredna nadgradnja konvencionalne zaščite pod-frekvenčnega razbremenjevanja**Tadej Škrjanc¹, Rafael Mihalič¹, Urban Rudež¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehnikotadej.skrjanc@fe.uni-lj.si

Najhujši scenarij, ki se lahko zgodi v elektroenergetskem sistemu (EES) je razpad sistema, saj ima velike ekonomske in družbene posledice. Za odpravljanje posledic resnih okvar v EES, skrbijo tako imenovane zaščitne sheme za ohranjanje integritete EES (ang. System integrity protection schemes, SIPS). Ena od zaščit, ki spada v to skupino in je zadolžena za ohranjanje frekvenčne stabilnosti EES, je zaščita pod-frekvenčnega razbremenjevanja (PFR). Glavna naloga le-te je začasna omejitev porabe z namenom ponovne vzpostavitve ravnovesja med proizvodnjo in porabo delovne moči po pojavu nekega velikega primanjkljaja.

Več desetletne izkušnje uporabe PFR razkrivajo, da so konvencionalne sheme PFR hitre, robustne in zanesljive, a zaradi statičnih nastavitvev nesposobne prilagajanja svojega odziva glede na resnost motnje. Posledica tega je, da v primeru, ko nastopi situacija za katero shema ni bila dizajnirana (ponavadi je dizajnirana za najhujši možni primer s stališča frekvenčne stabilnosti), pride do odklopa prevelikega ali premajhnega števila porabnikov, kar pa lahko vodi v razpad EES. Tako je v časih, ko je moderen EES čedalje bolj podvržen hitrim in nepredvidljivim spremembam, potreba po shemah PFR, sposobnih finega prilagajanja primanjkljaju delovne moči, še toliko večja. S praktičnega in ekonomskega vidika je zaželeno, da se izboljšave shem PFR izvajajo postopno ter da le te minimalno posegajo v obstoječ koncept. Zato v tem članku predstavimo nadgradnjo obstoječega koncepta, ki po eni strani zadosti obema zahtevama, po drugi strani pa je še vedno v skladu z zahtevami ENTSO-E Policy 5.

Ideja je, da poleg obstoječih konvencionalnih relejev PFR dodatno uporabimo manjše število pametnih elektronskih naprav (ang. Intelligent electronic devices, IEDs), opremljenih s funkcionalnostjo strojnega učenja. To nam omogoči, da ohranimo obstoječe nastavitve PFR in vse njene pozitivne lastnosti, pri čemer pa uvedemo novo dodatno dinamično stopnjo, katere nastavitve se samodejno spreminjajo glede na potrebo po finem reguliranju primanjkljaja delovne moči. Zaradi naprednih sposobnosti in vodilne vloge pri obrambi, smo si sposodili termin iz odbojke in jo poimenovali libero stopnja PFR (L-PFR).

Predlagani algoritem sestavljajo štiri glavni koraki. V prvem, s pomočjo analize glavnih komponent (ang. Principal Component Analysis, PCA) in klasifikacijskega algoritma k-najbližjih sosedov (ang. k-Nearest Neighbor, kNN), L-PFR prepozna relevantne vzorce obnašanja frekvence. V drugem koraku, L-PFR uporabi model frekvenčnega odziva EES (ang. system frequency response, SFR) in metodo najmanjših kvadratov, da predvidi nadaljnji potek frekvence nekaj sekund vnaprej. V tretjem koraku, L-PFR na podlagi predvidenega poteka frekvence določi pričakovan čas in frekvenčno mejo do naslednje statične PFR stopnje. S pomočjo teh dveh informacij prepoznamo ali so predhodne statične stopnje PFR že odpravile večino primanjkljaja in je čas za bolj natančno prilagajanje procesa stabilizacije frekvence. Torej, ko je primanjkljaj dovolj majhen, L-PFR v zadnjem koraku spremeni svoje nastavitve tako, da prepreči aktivacijo naslednje (prevelike) statične stopnje.

Količino bremen, ki jo zajema L-PFR stopnja, je enaka količini bremen, ki jo zajema največja konvencionalna PFR stopnja, tj. v tem članku 10% celotne obremenitve EES. Da se L-PFR lahko bolj natančno prilagaja neravnovesju moči, je L-PFR stopnja razdeljena na tri pod-stopnje. Dodatno, v L-PFR stopnji predvidevamo uporabo le aktivnih bremen, tj. bremen, ki zagotavljajo pomožne storitve.

Ključne besede: stabilnost elektroenergetskega sistema, prilagodljivo pod-frekvenčno razbremenjevanje, metoda glavnih komponent, pametna omrežja, otočno obratovanje

ŠK B5-206

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

Kategorizacija literature s področja pod-frekvenčnega razbremenjevanja s pomočjo metode za rojenje**Tadej Škrjanc¹, Rafael Mihalič¹, Urban Rudež¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehnikotadej.skrjanc@fe.uni-lj.si

Prvi korak vsake raziskave je pregled področja, ki ga bomo obravnavali. Na ta način spoznamo problematiko in obstoječe rešitve, skupaj z njihovimi prednostmi in slabostmi. Nova odkritja in rezultate raziskav širimo oz. delimo z drugimi predvsem s pomočjo člankov in knjig. Vsako delo opisuje določen problem oz. podaja rešitev le-tega, zato se z leti raziskav na nekem področju nakopiči precej velika količina literature. Posledično kmalu izgubimo pregled in imamo težave z učinkovitim povezovanjem gradiva med seboj.

Človek je vizualno bitje, zato si stvari lažje predstavlja in razlaga s pomočjo različnih slik, grafov ter diagramov. To je eden izmed razlogov, da so pri analizi velike količine podatkov zelo priljubljene tehnike za zmanjšanje dimenzij podatkov in metode rojenja, saj nam omogočajo, da multi-dimenzionalno informacijo prikažemo v 2D ali 3D prostoru. Prav tako se v takem prostoru opazovanja s podobnimi lastnostmi nahajajo bližje skupaj. Tako dobimo mnogo med seboj ločenih rojev, kjer vsak zajema le opazovanja z določenimi značilnostmi.

V članku bomo na primeru literature s področja pod-frekvenčnega razbremenjevanja (PFR) pokazali, kako lahko s pomočjo *t-SNE* (ang. *t-Distributed Stochastic Neighbour Embedding*) metode rojenja in PCA (ang. *Principal Component Analysis*) tehnike reduciranja dimenzij podatkov, zbrano literaturo klasificiramo glede na podobnost. V ta namen smo ustvarili bazo z več kot 400 članki, doktorati, magistrskimi deli in drugimi podobnimi dokumenti s področja zaščite PFR. Pri vsakem izmed njih smo izluščili številne podatke, kot so ključne besede, vsebovane reference, citiranost, leto nastanka itd. ter kakšne so lastnosti opisane sheme PFR (npr. ali se odločitev sprejema lokalno ali globalno, kateri so potrebni podatki za delovanje, ali uporablja kakšne napredne tehnike ...).

Na ta način lahko lažje in hitreje poiščemo dokumente, ki opisujejo sheme PFR s podobnimi lastnostmi. Prav tako vidimo, kateri tip je bil najpogosteje obravnavan v preteklosti, kateri tipi potrebujejo dodatne raziskave ter kakšen je trend danes.

Pri sestavi in urejanju baze z literaturo ter njenem analiziranju, smo si pomagali s programskima orodjema Python in Matlab. Le-ta ponujata številne uporabne funkcije, s katerimi lahko pohitrimo sicer časovno zamuden proces. Relevantno literaturo s področja PFR zaščite smo pridobili iz različnih odprto dostopnih revij, revij s faktorjem vpliva, repozitorijev različnih univerz ter arhivov raznih energetskega podjetij in operaterjev prenosnega omrežja. Podatke o citiranosti pa smo našli s pomočjo spletne strani Google Učenjak.

Ključne besede: rudarjenje podatkov, *t-SNE*, PCA, prepoznavanje vzorcev, pod-frekvenčno razbremenjevanje

ŠK B5-228

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

**Centraliziran sistem za dinamično nastavljanje nadfrekvenčne
zaščite generatorjev****Tadeja Babnik¹, Bojan Mahkovec¹, Srdjan Subotic²**¹ELPROS; ²AD Elektromreža Srbije, Srbijatadeja.babnik@elpros.si

Kodeks omrežja za priključitev generatorjev na omrežje (NC RfG (*Network code on requirements for grid connection of generators*)) predvideva nov mehanizem za regulacijo frekvenca pri povišanih vrednostih frekvence, t.i. LFSM-O (Limited Frequency Sensitive Mode – Overfrequency). Omrežni kodeks/smernice za krizno stanje in vzpostavitev sistema po razpadu (NC ER (*Network Code on Emergency and Restoration*)) omogoča tudi nadomestni sistem za nadfrekvenčno zaščito, ki bi omejil frekvenčno odstopanje z zaustavitvijo generatorskih enot. Vendar kodeks omrežja sam ne opisuje značilnosti tega sistema.

V referatu bo predstavljen koncept sistema za centralizirano dinamično nastavljanje nadfrekvenčne zaščite generatorjev, ki je bil predlagan v okviru CROSSBOW (H2020) projekta in temelji na informacijah iz SCADA-e in WAMS-a. Algoritem za nadfrekvenčno delovanje generatorjev je implementiran v sistemu WAProtector. Predstavljena bo instalirana rešitev v elektroenergetskem sistemu Srbije (Elektromreža Srbije).

Prispevek bo obravnaval možnosti pošiljanja ukazov v realnem času za nastavitve nadfrekvenčne zaščite generatorjev. Namen dinamičnega nastavljanja je zagotavljanje stabilnega delovanja EES v primeru prekoračitve frekvence preko dopustnih meja.

Ključne besede: nadfrekvenčna zaščita, WAMPAC, kodeks omrežja

ŠK B5-254

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

Namerna razdelitev elektroenergetskega sistema na več dinamično stabilnih otokov**Jovancho Grozdanovski¹, Rafael Mihalič¹, Urban Rudež¹**¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljanijovancho.grozdanovski@fe.uni-lj.si

V elektroenergetskem sistemu (EES) moramo ves čas zagotavljati normalno obratovanje tj. obratovanje, ki ohranja značilne parametre EES v predpisanih mejah, tudi v primeru ko pride do izpada kateregakoli elementa ($N - 1$ kriterij). Toda kadar EES obratuje na meji, lahko dogodek kot je npr. kratek stik, povzroči kaskadni izpad preostalih elementov, kar pa vodi v nestabilno obratovanje in posledično razpad EES. Da bi se izognili nestabilnim obratovalnim stanjem, uporabimo vrsto zaščitnih ukrepov (ang. *system integrity protection schemes, SIPS*), kot so npr. pod-frekvenčno in pod-napetostno razbremenjevanje ter pod- in nad-frekvenčni izklop generatorja. Kljub temu še vedno prihaja do delnih ali popolnih razpadov EES, kot npr. v Italiji leta 2003, Turčiji leta 2015 in Avstraliji leta 2016. Zaradi tega se v zadnjem času vse več pozornosti namenja namernemu otočenju (ang. *intentional controlled islanding*), oz. razdelitvi EES na več dinamično stabilnih otokov. Na ta način zagotovimo hitrejšo ponovno sinhronizacijo nastalih otokov v povezano obratovanje. Tovrstni skrajni pristop se uporabi le v primerih, ko so izčrpani vsi preostali ukrepi.

V članku bomo pokazali, kako lahko koordiniramo več različnih zaščit tako, da dobimo dinamično stabilne otoke. To želimo doseči predvsem zato, da lahko v najkrajšem možnem času sinhroniziramo obratovanje nastalih otokov in ponovno preidemo v stabilno povezano obratovanje. Po prehodu v otočno obratovanje se ponavadi pojavi neravnovesje med proizvedeno in porabljeno električno energijo. Da povrnemo ravnovesje, uporabimo pod-frekvenčno razbremenjevanje, in sicer adaptivno shemo, ki se je sposobna prilagajati razmeram v otoku.

Za izvajanje dinamičnih (RMS) simulacij uporabimo PowerFactory DIgSILENT, za izvajanje optimizacijskih algoritmov, s pomočjo katerih razdelimo EES na ustrezne otoke, pa programsko okolje Python. Torej, DIgSILENT posreduje izmerjene veličine v Python, le-ta pa na podlagi naprednih algoritmov oceni ali je potreben določen ukrep, kot je npr. razbremenitev ali stikalni maneuver, in nato pošlje ustrezen ukaz nazaj v DIgSILENT. Določitev optimalne kombinacije vodov za izklop predstavlja linearen problem, ki ga rešimo s pomočjo mešanega celoštevilskega linearnega programiranja (ang. *mixed integer linear programming, MILP*). Predlagano metodo preizkusimo na IEEE 39 vozliščnem testnem modelu.

Ključne besede: pod-frekvenčno razbremenjevanje, namerno otočenje, linearno programiranje

ŠK B5-269

CIGRE ŠK B5 (Zaščita, avtomatizacija in meritve v EES)

Izdelava in tovarniško preizkušanje omar vodenja in zaščite pri obnovi RTP 400/220/110 kV Beričevo**Boštjan Meža¹, Igor Kovač¹, Matej Firer¹, Rok Judnič², Darko Bordon²**¹Esotech; ²ELESbostjan.meza@esotech.si

RTP Beričevo je največja razdelilna transformatorske postaja v prenosnem omrežju Slovenije. Celotna obnova zajema 400, 220 in 110 kV stikališče ter pripadajoče objekte za potrebe lastne rabe, vodenja in nadzora. Sama obnova poteka fazno z zagotavljanjem nemotene proizvodnje in oskrbe z električno energijo, kar zahteva precejšen izziv in usklajenost sodelujočih na vseh področjih izvedbe projekta.

V članku so predstavljene izkušnje pri izdelavi in preizkušanju sodobnih omar vodenja in zaščite. Prikazano je izpolnjevanje tehnično tehnoloških zahtev in preverjanje omar skladno z zahtevami razpisne dokumentacije in standardov in ter postavitev poligona za tovarniška preizkušanja.

V nadaljevanju je opisano, uvajanje novih tehnologij in opreme, parametriranje in preizkušanje delovanja posameznih sklopov, preverjanje ustreznosti komunikacijskih povezav in izvedba funkcionalnih preizkusov celotnega sistema za nadzor, vodenje, zaščito in meritve na vseh napetostnih nivojih.

Na takšen način predhodno izvedeno tovarniško preizkušanje omogoča učinkovito preverjanje in dokazovanje zahtevanih lastnosti celotnega sistema za kasnejšo vgradnjo in zanesljivo delovanje.

Ključne besede: obnova, tovarniška preizkušanja, izdelava, preizkušanje, omare vodenja in zaščite



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

ESOTECH

 **ENDAL**



C & G D.O.O. LJUBLJANA

 **dalekovod**

 **BeeIN**

BELMET MI

SIEMENS
ENERGY

srebrni sponzorji



Energetska prihodnost.

Elektroinštitut Milan Vidmar je vodilna slovenska inženirska in znanstveno-raziskovalna organizacija na področju elektroenergetike in splošne energetike, ki v svojih raziskovalnih študijah, ekspertnih poročilih, ekoloških, kemijsko-fizikalnih in drugih analizah obravnava proizvodnjo, prenos in distribucijo slovenskega elektroenergetskega sistema ter izvaja nadzor nad njegovo kakovostjo in delovanjem.

ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR,
MILAN VIDMAR ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE,
Hajdrihova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
Tel.: +386 1 474 36 01
e-mail: info@eimv.si
www.eimv.si



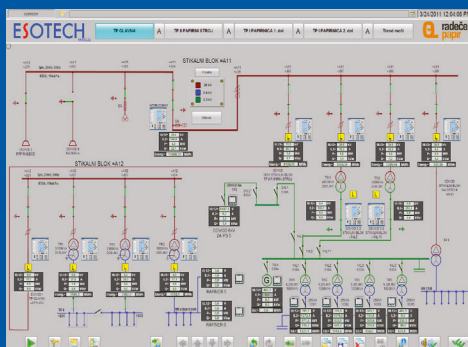
- Ekologija**
- Rešitve na področju voda
 - priprava vode, priprava pitne vode
 - čiščenje komunalnih vod, čiščenje industrijskih vod
- Rešitve na področju zraka
 - razžveplanje in denitrifikacija dimnih plinov
 - čiščenje zraka in plinov
 - odpravevanje in filtriranje
- Rešitve na področju odpadkov
 - procesiranje industrijskih in komunalnih odpadkov
 - sortiranje komunalnih, industrijskih in gradbenih odpadkov
 - termično procesiranje odpadkov – 'Waste to Energy'
 - Namenske tehnološke rešitve

ESOTECH

Z znanjem do inovativnih rešitev

www.esotech.si

- Energetika**
 - obnova in novogradnja termoeenergetskih in hidroenergetskih objektov
 - prenos in distribucija električne energije
 - proizvodnja in distribucija toplotne energije
 - industrijske instalacije
 - učinkovita raba energije
 - obnovljivi viri energije
 - proizvodnja NN razdelilnih in krmilnih sestavov
- Gradbeništvo**
 - obnova in novogradnja objektov
 - energetske sanacije javnih objektov
 - energetske pogodbeništvo
 - javno zasebna partnerstva



Rešitve po meri kupca

• Priprava razpisne dokumentacije

• Idejne rešitve in razvoj aplikacij

• Projektiranje [projektna dokumentacija, upravni postopki]

ENERGETIKA

• Dobava opreme

• Izvedba projektov

• Meritve

EKOLOGIJA

• Avtomatizacija procesov ter zagon

• Šolanje kadrov

• Vzdrževanje in servisiranje

• Servis na daljavo

• Finančni inženiring

• Nadzor projektov

• Projektni management

GRADBENIŠTVO

Esotech

Družba za razvoj in izvajanje ekoloških in energetskih projektov, d. d.

Preloška cesta 1

SI-3320 Velenje, Slovenija

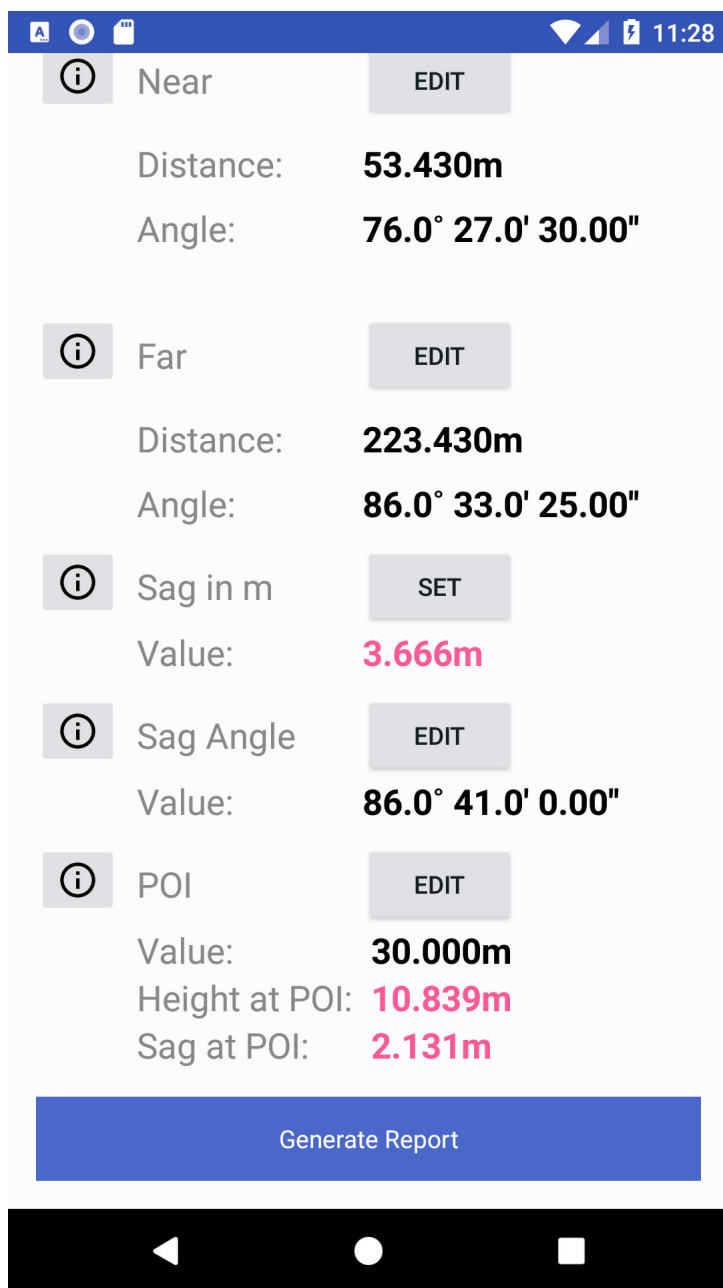
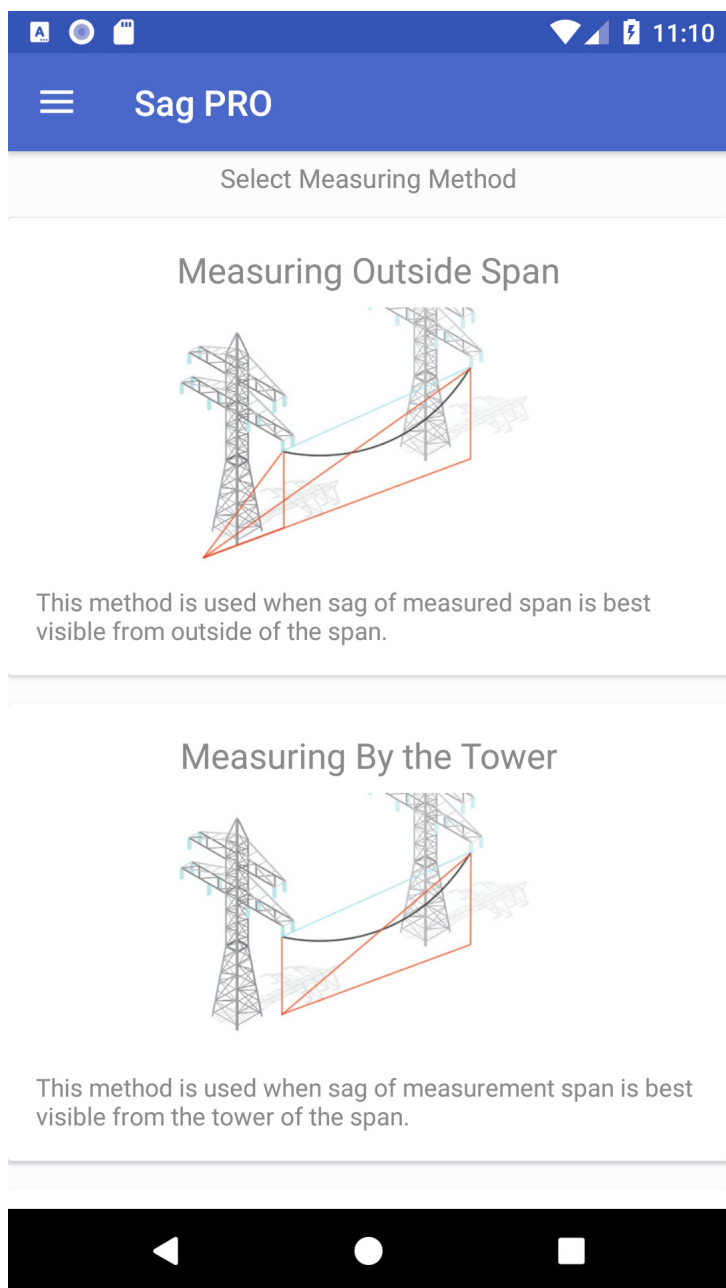
T [03] 8994 500 F [03] 8994 503

E info@esotech.si



SAG PRO

Programska oprema za izračun ter preverjanje povesov na terenu SAG PRO s pomočjo pametnega telefona ANDROID, Za več informacij kontakt na marko@endal.si



C&G in SiPRO, partnerja usmerjena v prihodnost.

Projektiranje in inženiring: energetika,
industrija, plinovodi, železnice.

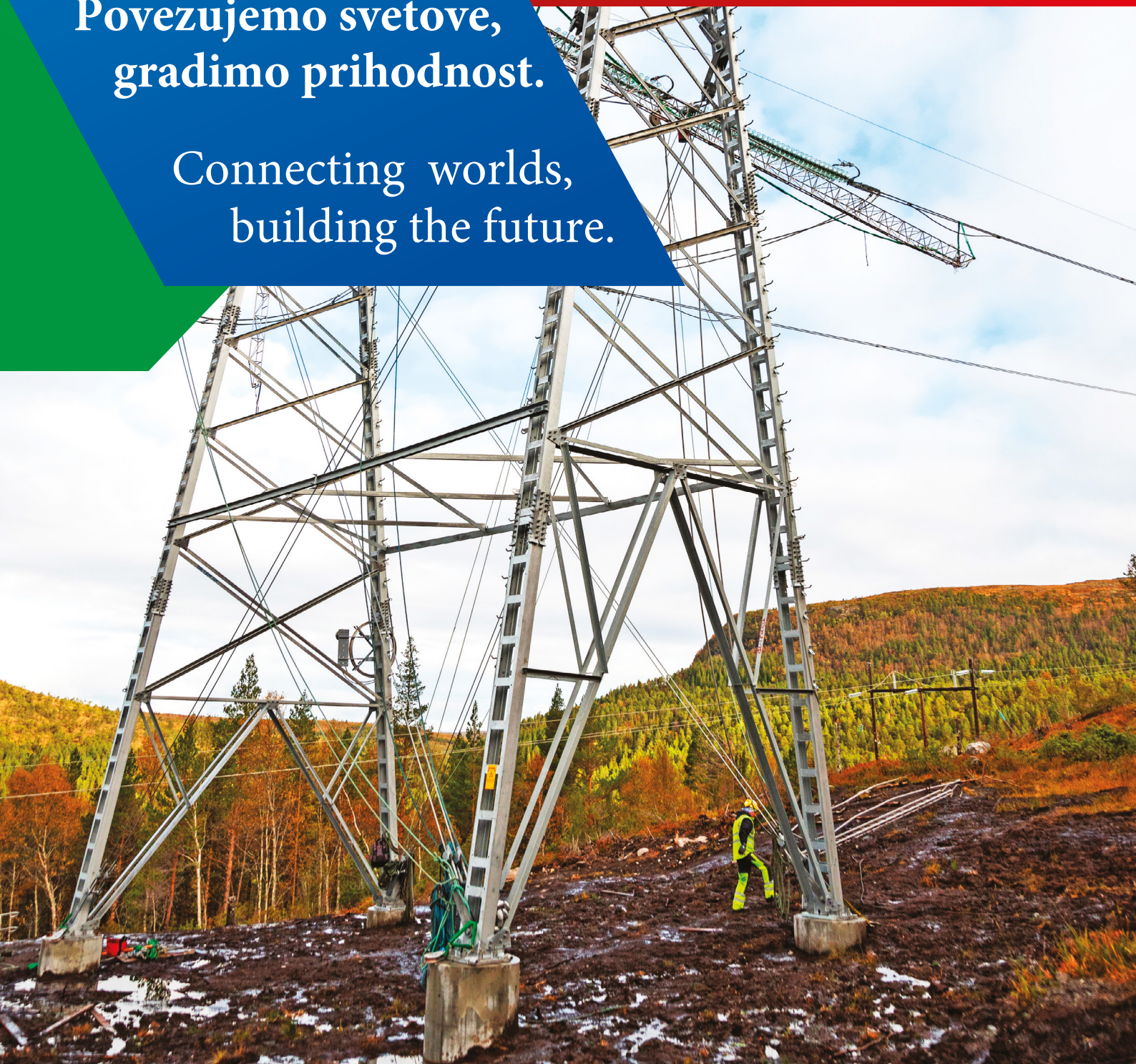


C & G D.O.O. LJUBLJANA

SiPRO
INŽENIRING

**Povezujemo svetove,
gradimo prihodnost.**

**Connecting worlds,
building the future.**





prvi slovenski operater za digitalizacijo industrij



DIGITAL · GREEN · CONNECTED

BELMET MI

merilni in
diagnostični
instrumenti



primarna
oprema
TP/RTP



že več kot
30 let
vaš zanesljivi
partner



sistemi
monitoringa
TP/RTP



vedno
v koraku
s tehniko

Siemens Energy Blue VN Produkti

Trajnostna tehnologija stikalnih naprav
za CO₂ nevtralnno prihodnost

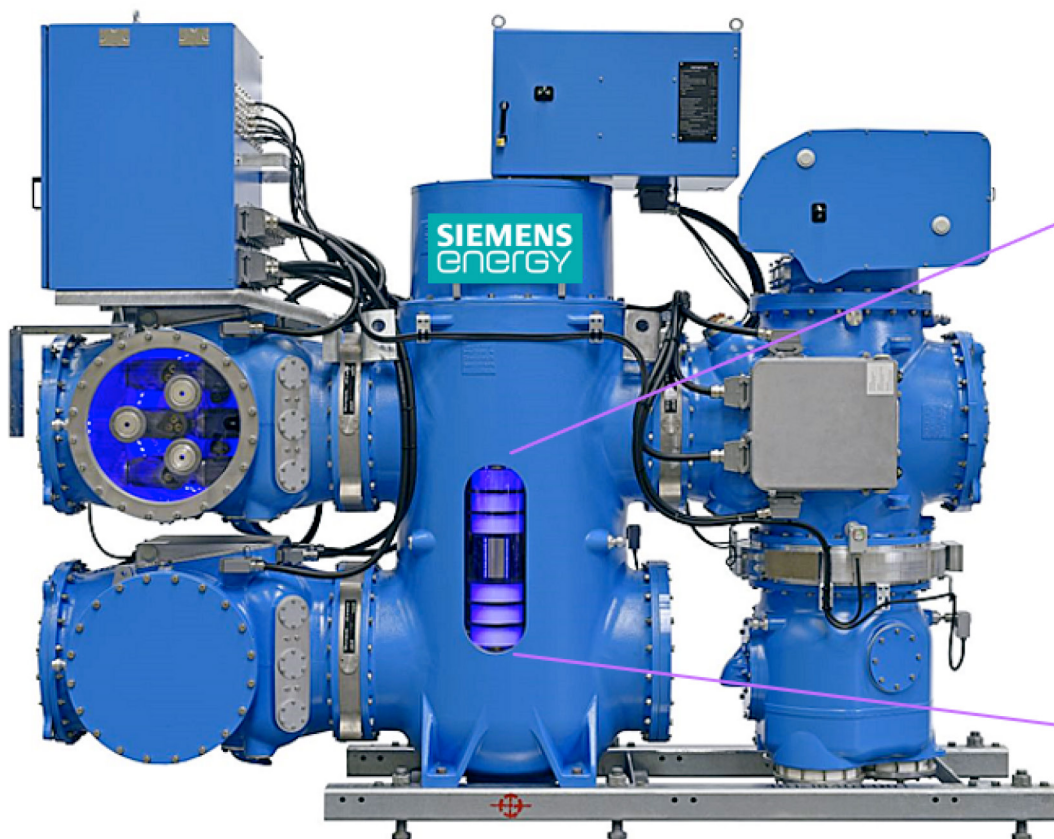
Oktober 2021



145kV Blue GIS[®]

SIEMENS
energy

Izolacijski medij SF₆ nadomeščen s čistim zrakom



Odklopnik z
vakuumsko komoro

ŠK C1 – Razvoj in ekonomika sistemov

Predsednik: Saša Jamšek
Tajnik: Andrej Bučar

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Razvoj elektroenergetskega sektorja v smeri povečanja robustnosti

- Aktualni pristopi k načrtovanju razvoja elektroenergetskega sektorja
- Zagotavljanje ustrezne ravni energetske varnosti
- Projekti elektroenergetskega sektorja za doseganje evropskih in nacionalnih cilj

PT 2: Celoviti pristopi k načrtovanju prenosnega omrežja

- Integracija tržnih orodij v pristope za načrtovanja prenosnega omrežja
- Vpliv distribuiranih virov energije na zagotavljanje odpornosti in zanesljivosti delovanja omrežja
- Zagotavljanje robustnosti prenosnega omrežja upošteva veliko stopnjo negotovosti in spreminjajočih zunanjih okoliščin

PT 3: Razvoj metodologij za obvladovanje tveganj v celotnem življenjskem ciklu sredstev

- Obvladovanje tveganj z namenom zagotavljanja vzdržnosti posameznih faz in celotnega življenjskega cikla sredstev
- Informacijska podpora odločanju pri upravljanju s sredstvi
- Določanje stanja sredstev za namene povečanja učinkovitosti poslovanja družb

CIGRE ŠK C1-108

Bakič Krešimir

Prihodnost globalnih elektroenergetskih sistemov

CIGRE ŠK C1-112

Košnjek Edvard, Sučić Boris, Kovač Marko, Merše Stane

Energetske skupnosti kot instrument pravičnega prehoda in razvoja trajnostne mestne infrastrukture – novi pristop k kartiranju potencialov OVE in povezovanju z dejansko porabo energije

CIGRE ŠK C1-146

Sučić Boris, Košnjek Edvard, Pušnik Matevž, Čižman Jure, Merše Stane, Cimerman Franc, Munih Anton, Stušek Andrej, Vuk Tomaž

Energetske skupnosti kot platforma za doseganje ciljev trajnostnega razvoja in povezovanje energetske intenzivne industrije, energetskih omrežij in lokalnega prebivalstva

CIGRE ŠK C1-173

Kolenc Marko, Rebić Nikola, Deželak Aljoša, Dragaš Klemen

Vpliv razogljčenja evropskega energetskega sektorja in vizije izgradnje 450 GW vetrnih polj na evropskih morjih

ŠK C1

CIGRE ŠK C1-175

Kolenc Marko, Rebić Nikola, Deželak Aljoša, Dragaš Klemen

Izračun zadostnosti ENTSO-E sistema v luči metodologij MAF in ERAA

CIGRE ŠK C1-180

Jamšek Saša, Kerin Uroš

Ustvarjanje vrednosti s sredstvi v družbi ELES

CIGRE ŠK C1-183

Bučar Andrej

Ocena obvladovanja upravljanja s sredstvi v družbi ELES

CIGRE ŠK C1-189

Deželak Aljoša, Kolenc Marko, Rebić Nikola, Dragaš Klemen

Prepoznavna prihodnjih potreb prenosnega sistema Republike Slovenije

CIGRE ŠK C1-202

Qanbari Soheil, Hribar Janez, Kozjek Dušan, Zupanc Boris

Sprejemanje prelomnih tehnologij za trajnostno in odporno vzdrževanje sredstev

CIGRE ŠK C1-265

Omahen Gregor, Souvent Andrej, Kosmač Janko

Koristi uporabe sistema za ugotavljanje meja obratovanja v prenosnem sistemu

ŠK C1-108

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

Prihodnost globalnih elektroenergetskih sistemov**Krešimir Bakič¹**

TESI

kresimir.bakic@gmail.com

Povezana elektroenergetska omrežja so omogočila izredno hiter in učinkovit razvoj naše civilizacije. Leta 2000 je Ameriška inženirska zbornica na čelu z astronautom Neilom Armstrongom razvrstila povezane elektroenergetske sisteme na prvo mesto največjih dosežkov človeka v 20. stoletju ob upoštevanju 20 različnih področij inženirskih dosežkov. Dvajset let po tem nominiranju se pred človeštvo postavljajo nove naloge, ki lahko bistveno spremenijo dosedanje koncepte razvoja elektrifikacije.

Vpliv človeka na atmosfero in posledično na vremenske spremembe po mnenju velike večine znanosti z nadaljevanjem razvoja izrazito ogljične družbe pelje v samouničenje človeka in mnogih drugih vrst organizmov na Zemlji. Zaradi tega smo moralno obvezni razogljčiti tudi naš elektroenergetski sistem.

V organizaciji CIGRE je bilo veliko tehničnih aktivnosti usmerjenih v reševanje problemov razogljčenja v obeh smereh nadaljnjega razvoja:

- Razpršeni mikro sistemi oskrbe z električno energijo upoštevajoč večinoma obnovljive vire električne energije, in/ali
- Globalni elektroenergetski sistemi, kjer bi izkoriščali danosti Zemlje in obnovljivih virov na oddaljenih nenaseljenih območjih.

V članku bodo opisane obe smeri možnega razvoja, njihovih prednosti in slabosti. Dodane bodo tudi možnosti konvencionalnih virov in/ali novih virov, ki so v intenzivnem razvoju. V članku bodo prikazani rezultati zadnjih raziskav študijske skupine Cigre.

Ključne besede: elektroenergetski sistemi, globalna omrežja, obnovljivi viri, razvoj omrežij, mikro omrežja

ŠK C1-112

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

Energetske skupnosti kot instrument pravičnega prehoda in razvoja trajnostne infrastrukture – nov postopek ocenjevanja potencialov OVE v povezavi z dejansko rabo energije**mag. Edvard Košnjek¹, dr. Boris Sučić¹, dr. Marko Kovač¹, mag. Stane Merše¹**

Institut Jožef Stefan

edvard.kosnjek@ijs.si

V zadnjem desetletju se je pojavilo več novih konceptov načrtovanja energetskih sistemov, a univerzalnega pristopa še vedno ni. Moderni energetski sistemi so zelo kompleksni in zahtevajo razvoj in uporabo novih pristopov za celovito načrtovanje in združevanje širokega nabora tehnologij. Trajnostni in podnebju prijazen razvoj energetske infrastrukture v ožjem smislu pomeni, da države in regije trenutnih razvojnih težav ne prelagajo v prihodnost. Prehod iz okolju neprijaznega gospodarstva, ki temelji na fosilnih gorivih, v trajnostni in podnebju prijazen razvoj zahteva oblikovanje politik in rešitev, ki morajo temeljiti na odličnem poznavanju razvojnih alternativ urbanega okolja kot dobro povezanega energetskega sistema.

Energetska učinkovitost v kombinaciji s pospešenim razvojem omrežij za boljšo integracijo obnovljivih virov energije (OVE) predstavlja hrbtenico prihodnjega trajnostnega razvoja vseh sektorjev. Pri razvoju in povezovanju sektorjev mora biti velik poudarek na pospešenem razvoju omrežja za distribucijo električne energije. Ta je nujen zaradi sprememb v elektroenergetskem sistemu, ki so povezane z večjimi obremenitvami, še posebej pa s povečevanjem deleža razpršenih virov na najnižjih napetostnih nivojih. Pojavljajo se problemi pri obratovanju sistema (regulacija napetosti, odpravljanje zamašitev, zaščita, kakovost oskrbe) in načrtovanju omrežja (novi kriteriji načrtovanja, spremenjeni koncepti). Čeprav teorija pogosto navaja tako imenovane splošno uporabne rešitve (npr. prožnost), praktične izkušnje potrjujejo, da brez ustreznega razumevanja izvedbenega okolja ni mogoče pričakovati uresničitve ambicioznih akcijskih načrtov. Ambiciozni načrti za povečanje deleža OVE in izboljšanje energetske učinkovitosti v vseh sektorjih zahtevajo nenehno izboljševanje pristopov in instrumentov za njihovo izvajanje. Slovenski energetski sistem je poseben po svojem geografskem položaju in relativni majhnosti, ki mu ne omogoča doseganja učinkov ekonomije obsega v enaki meri kot večjim sistemom. Manjši energetski sistemi bi morali biti bistveno bolj prilagodljivi pri izbiri strategije pridobivanja podpore državljanov, podjetij in državnih institucij za nujne investicije v trajnostno infrastrukturo in pri zagotavljanju pravičnega prehoda energetske intenzivnih podjetij. V tem kontekstu si postavljamo naslednje raziskovalno vprašanje: »Kako trajnostno opolnomočiti državljanke za podporo razvoju trajnostne energetske infrastrukture in za njihovo sodelovanje v lokalnih energetskih skupnostih, ki temeljijo na OVE?«

V prispevku je predstavljeno teoretično ozadje energetskih skupnosti, ki so v aktualnem Nacionalnem energetskem in podnebnem načrtu prepoznane kot instrument za doseganje ciljev pravičnega prehoda in pospešene razvoja trajnostne infrastrukture. Predstavljen je tudi nov pristop za kartiranje in objektivno oceno potencialov OVE, ki temelji na analizi masovnih podatkov. Ta omogoča povezovanje proizvodnje in dejanske porabe električne energije na posamezni lokaciji ter predstavlja osnovo za boljšo integracijo obstoječih energetske intenzivnih industrijskih panog v lokalna okolja. Omogoča tudi optimiranje postopkov prostorskega načrtovanja za učinkovito uporabo lokalnih virov energije in povezovanje sektorjev (električna energija, daljinsko ogrevanje, zemeljski plin, sintetični plini). V zaključku prispevka so objektivno predstavljeni razvojni izzivi, ki so povezani s predvidenimi ukrepi za boljšo integracijo energetske intenzivnih industrijskih panog v lokalna omrežja ter pospešeno rabo OVE.

Ključne besede: energetska skupnost, analiza velikih podatkov, nacionalni energetski in podnebni načrt, obnovljivi viri energije, energetska in podnebna politika, energetska učinkovitost

ŠK C1-146

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

Energetske skupnosti kot platforma za doseganje ciljev trajnostnega razvoja in povezovanje energetske intenzivne industrije, energetskih omrežij in lokalnega prebivalstva**dr. Boris Sučić¹, mag. Edvard Košnjek¹, dr. Matevž Pušnik¹, mag. Jure Čizman¹,
mag. Stane Merše¹, dr. Franc Cimerman², mag. Anton Munih³, Andrej Stušek⁴, dr. Tomaž Vuk⁵**¹Institut Jožef Stefan; ²Plinovodi; ³SIJ Acroni Jesenice; ⁴ENOS Jesenice; ⁵Salonit Anhovo
edvard.kosnjek@ijs.si

Prehod v podnebno nevtralno družbo ne more biti le izziv posameznih podjetij, občin ali regij. Gre za nacionalno vprašanje, saj samo z ukrepi občinskih oblasti ali posameznih podjetij ni mogoče doseči ambicioznih okoljskih ciljev, ki jih predvideva Nacionalni energetski in podnebni načrt (NEPN) in osnutek Dolgoročne podnebne strategije Slovenije do leta 2050. Pri načrtovanju prestrukturiranja posameznih industrijskih panog je potrebno upoštevati vse relevantne okoliščine, ki vplivajo na dinamiko prestrukturiranja, kot so pravična porazdelitev bremen v EU, gospodarske razmere in zmogljivosti Slovenije, potencial za stroškovno učinkovito uvedbo obnovljivih virov energije (OVE), geografske, okoljske in naravne omejitve.

Energetske intenzivne dejavnosti so v Sloveniji trdno zasidrane v lokalnih in regionalnih skupnostih, saj so temelj socialne kohezije in stabilnosti. Zato je nujno zagotoviti trajnostne pogoje za njihovo obratovanje tudi v prihodnje. Številna energetske intenzivna podjetja v Sloveniji (proizvodnja jekla, cementa in kamene volne) sodijo v skupino najbolj naprednih podjetij v EU. Podjetja aktivno podpirajo uvajanje najsodobnejših in najčistejših tehnologij, ki omogočajo varovanje okolja na najvišji dosegljivi ravni, kar na široko odpira vrata pilotnim in demonstracijskim projektom ter intenzivnemu uvajanju tehnologij učinkovite rabe energije (URE) na vseh področjih.

V sodelovanju z lokalnimi oblastmi bo potrebno nasloviti izzive prihodnjega razvoja lokalnih energetskih skupnosti, ki mora temeljiti na URE, izrabi odvečne toplote iz industrijskih procesov in izrabi OVE, o čemer se veliko govori tudi v Evropskem zelenem dogovoru. Energetski in infrastrukturni projekti so praviloma povezani z velikimi in občutljivimi posegi v okolje. Za njihovo uspešno izvedbo je potrebno pridobiti podporo in sodelovanje večine tam živečih prebivalcev. Lokalne energetske skupnosti bodo zato igrale zelo pomembno vlogo v povezovanju energetskih sektorjev, energetske intenzivne industrije, energetskih omrežij in lokalnega prebivalstva.

V prispevku bodo predstavljeni rezultati analize, ki obravnava problematiko pravičnega prehoda nekaterih slovenskih regij v podnebno nevtralno družbo. Rezultati analize so jasno pokazali, da mora tudi država oblikovati ustrezne predpise in ukrepe, s katerimi bi spodbudila sodelovanje energetske intenzivnih podjetij v skupnih projektih z lokalnimi skupnostmi. Ustrezna državna podpora bi imela pomembno vlogo pri premagovanju ovir, zlasti z zagotavljanjem finančnih spodbud za pospešitev razvoja, uporabe novih tehnologij ter povezovanja sektorjev (energetske intenzivna industrija, elektroenergetika, plinovodno in omrežje za daljinsko ogrevanje). V prispevku so predstavljeni izbrani ukrepi, ki zelo jasno nakazujejo, da bo prehod v podnebno nevtralno družbo terjal celovit in multidisciplinaren pristop. Pri tem bodo eno od ključnih vlog odigrale lokalne energetske skupnosti, saj bodo z njimi lokalne skupnosti v sodelovanju z energetske intenzivnimi podjetji ter upravljalci omrežij mnogo lažje in celoviteje obvladovale okoljska, energetska, prometna, demografska in migracijska bremena, ki jih pestijo.

V zaključku prispevka so objektivno predstavljeni izzivi prihodnjega razvoja energetske skupnosti kot platforme za povezovanje energijsko intenzivnih sektorjev z lokalnimi skupnostmi na poti k skupnim ciljem pravičnega prehoda v podnebno nevtralno družbo do leta 2050.

Ključne besede: energetska skupnost, povezovanje sektorjev, nacionalni energetski in podnebni načrt, obnovljivi viri energije, energetska in podnebna politika, energetska učinkovitost

ŠK C1-173

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

Vpliv razogljčenja evropskega energetskega sektorja in vizije izgradnje 450 GW vetrnih polj na evropskih morjih**Marko Kolenc¹, Nikola Rebić¹, Aljoša Deželak¹, Klemen Dragaš¹**¹ELESmarko.kolenc@eles.si

Vizija razvoja Evrope napoveduje nadaljnje spremembe v evropskem energetskega prostoru, pri čemer le ta izvaja temu primerne vzvode. V ta namen se bo Evropa v prihodnosti spopadala z velikimi izzivi ter tudi s priložnostmi za uvajanje novih načinov proizvodnje, prenosa in razdeljevanja električne energije. Izzivi za skupno evropsko prenosno infrastrukturo so sicer jasni: električna omrežja prihodnosti morajo biti zgrajena in delovati na način, ki mora slediti rastoči porabi električne energije, visoki stopnji rasti elektrifikacije energije, spremenljivim vzorcem odjema in predvsem proizvodnji iz obnovljivih virov energije (centralizirane in tudi razpršene proizvodnje).

Največji gonilniki sprememb v evropskem energetskega prostoru, tj. vključevanje velikih in težje napovedljivih virov električne energije, bodo v prihodnosti predvsem vetrne elektrarne na območju severnega morja in sončne elektrarne na jugu Evrope oziroma območju severne Afrike, kar bo zahtevalo dodatna vlaganja v okrepitev omrežja. Članek predstavlja analizo prihodnjih razmer v Evropi do leta 2050, ko je predvideno vključevanje dodatnih 450 GW vetrnih elektrarn na evropskih morjih. Poudarek analize je podati gibanja cene električne energije in izračun zadostnosti celotnega ENTSO-E sistema v primeru uresničevanja razogljčenja energetskega sektorja.

Ključne besede: načrtovanje, tržne analize, vetrna energija, dolgorično načrtovanje

ŠK C1-175

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

**Izračun zadostnosti ENTSO-E sistema v luči metodologij
MAF in ERAA****Marko Kolenc¹, Nikola Rebić¹, Aljoša Deželak¹, Klemen Dragaš¹**¹ELESmarko.kolenc@eles.si

Zadostnost je pokazatelj sposobnosti sistema za pokrivanje potreb odjemalcev po električni energiji in moči v različnih možnih obratovalnih stanjih, ob upoštevanju načrtovanih ter nenačrtovanih nerazpoložljivosti elementov v elektroenergetskem sistemu. Zadostnost, skupaj s sigurnostjo podaja informacijo o zanesljivosti EES. V ta namen ENTSO-E vsakoletno izdaja poročila o zadostnosti elektroenergetskega omrežja Evrope (MAF), katerega namen je podpora in opozarjanje zainteresiranih deležnikov pri sprejemanju geo-strateških odločitev. Gre za zahteven proces, podprt z več delovnimi skupinami znotraj ENTSO-E, pri čemer se uporablja napredne programe za analize trga z električno energijo.

Članek predstavlja trenutno metodologijo MAF, s poudarkom prikaza razmer v Sloveniji in analizo vpliva vpleljave različnih rešitev na kazalce zadostnosti, z upoštevanjem alternativnih načinov za zmanjšanje vrednosti kazalcev (uporaba pametnih rešitev, vključevanje razpršenih virov, prilaganje odjema, itd.). V okviru analize so predstavljeni rezultati simulacij z modernim orodjem za analize trga z električno energijo. Članek podaja tudi ENTSO-E aktivnosti pri prehodu iz metodologije MAF na metodologijo ERAA, ki predstavlja nadgradnjo obstoječe MAF metodologije, njen namen pa je določiti učinkovito in uspešno zagotavljanje ustrezne zadostnosti proizvodnih enot v EU.

Ključne besede: zadostnost, MAF, ERAA, zanesljivost, sigurnost, ENTSO-E

ŠK C1-180

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

Ustvarjanje vrednosti s sredstvi v družbi ELESSaša Jamšek¹, Uroš Kerin¹¹ELESsasa.jamsek@eles.si

Ustvarjanje vrednosti s sredstvi je eden od štirih stebrov, ki jih postavlja standard ISO 55001. Sredstva imajo dejansko in potencialno vrednost za organizacijo. V članku je predstavljen pristop k identifikaciji vrednosti za družbo ELES pri doseganju strateških ciljev v okviru šestih kapitalov: človeški, intelektualni, naravni, družbeni, finančni in proizvodni. Z ustvarjanjem vrednosti družba izpolnjuje zahteve deležnikov, pri čemer pričakovanja slednjih oblikujejo okvir za odločanje. Predstavljen je koncept ustvarjanja vrednosti v družbi s podporo odločanju za učinkovito upravljanje s sredstvi in obvladovanje tveganj v celotnem življenjskem ciklu sredstev.

Ključne besede: upravljanje s sredstvi, ustvarjanje vrednosti, življenjski cikel, odločanje, tveganja

ŠK C1-183

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

Ocena obvladovanja upravljanja s sredstvi v družbi ELES**Andrej Bučar¹**¹ELESandrej.bucar@eles.si

Da se družba ELES pomena upravljanja s sredstvi zaveda daljše časovno obdobje je postalo jasno že leta 2013, ko je bilo z reorganizacijo v družbi ustanovljeno Področje za upravljanje s sredstvi in projekti. V naslednjih dveh letih so bili zastavljeni strateški cilji področja, ki so zajemali uvedbo ustreznega modela upravljanja s sredstvi, upoštevanje ustreznih postopkov pri upravljanju s sredstvi s posebnim poudarkom na obvladovanju tveganj v celotnem življenjskem ciklu, obvladovanje podpornih informacijskih orodij ter razvijanje ustrezne organizacijske kulture v podjetju in potrebnih kompetenc zaposlenih. V članku je podrobneje predstavljeno aktualno stanje upravljanja s sredstvi in ocena napredka pri obvladovanju upravljanja s sredstvi, ki je bil v preteklih letih ocenjevan tudi preko mednarodnih primerjav.

Ključne besede: upravljanje s sredstvi, učinkovitost, mednarodne primerjave

ŠK C1-189

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

**Prepoznavna prihodnjih potreb prenosnega sistema
Republike Slovenije****Aljoša Deželak¹, Marko Kolenc¹, Nikola Rebić¹, Klemen Dragaš¹**¹ELESaljosa.dezelak@eles.si

Razvoj prenosnega omrežja je zahteven proces, ki med drugim obsega infrastrukturo visokih investicijskih vrednosti, z dolgo življenjsko dobo in praviloma dolgotrajnim umeščanjem objektov v prostor. To pomeni, da je potrebno že v fazi načrtovanja velik poudarek nameniti upoštevanju širokega nabora vplivnih dejavnikov in določiti optimalen razvoj prenosnega omrežja, kar je eden glavnih namenov članka.

Združenje ENTSO-E je v preteklih letih izdelalo splošno uveljavljena merila in smernice za načrtovanje razvoja prenosnega omrežja. Smernice načrtovanja, ki jih ELES kot član združenja ENTSO-E sooblikuje, se stalno nadgrajujejo in izboljšujejo, ELES pa jih sproti vgrajuje v lastne procese načrtovanja prenosnega omrežja. V ta namen je družba ELES v skladu s smernicami ENTSO-E v sklopu razvojnih analiz ter v procesu načrtovanja vpeljala pristop prepoznave prihodnjih potreb prenosnega sistema. Ta temelji na scenarijih porabe in bodočega proizvodnega parka za ciljno leto v prihodnosti, pri čemer je simulirano obstoječe stanje omrežja z izjemo investicij, ki so že v gradnji. Tak celovit pristop omogoča vrednotenje možnih situacij v prenosnem omrežju, ki lahko pomenijo grožnjo sigurnosti obratovanja, večja pa je tudi verjetnost, da zaznamo najbolj neugodno stanje, ki se lahko v analiziranem letu pojavi.

Na podlagi prepoznave prihodnjih potreb ter v sklopu celovitega procesa načrtovanja so v članku opredeljene rešitve oziroma seznam novih in obnovitvenih vlaganj do leta 2030, s čimer bo zagotovljeno sigurno in zanesljivo obratovanje prenosnega omrežja v prihodnosti.

Ključne besede: načrtovanje prenosnega sistema, razvoj EES



ŠK C1-202

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

Sprejemanje prelomnih tehnologij za trajnostno in odporno vzdrževanje sredstev

Soheil Qanbari¹, Janez Hribar¹, Dušan Kozjek², Boris Zupanc²

¹Comland; ²ELES

janez.hribar.g35@gmail.com

Prelomne tehnologije na področju upravljanja in vzdrževanja sredstev prehajajo v zrelejše obdobje in postajajo nov pomemben omogočevalni dejavnik optimalne izrabe sredstev, kar raziskujemo in preverjamo z namenom povečevanja učinkovitosti procesov vzdrževanja sredstev. Obvladovanje kompleksnosti sodobnih tehnologij, kot so BIM, IoT, obveščanje in vizualizacija pri upravljanju sredstev podjetja (EAM), je izziv in potreba pri izpolnjevanju zahtev po stalnem doseganju optimalne učinkovitosti sredstev ob nenehno spreminjajoči se industrijski dinamiki in prizadevanju za proaktivno vzdrževanje premoženja.

V tej raziskovalni študiji avtorji obravnavajo te izzive s ponudbo celovite metodologije CARE za sistematično uvajanje prelomnih tehnologij za doseganje trajnosti in odpornosti upravljanja s sredstvi. CARE omogoča sestavljanje informacijskega ekosistema, ki usklajuje fizično, vedenjsko in digitalno resničnost, v smeri vernega sistema digitalnih dvojčkov, zaznavanja, analitike in napredne vizualizacije, kar pravzaprav predstavlja temeljne elemente CARE:zberi (Collect), analiziraj (Analyze), predstavi (Render) in ovrednoti (Evaluate).

Obravnavamo hipotezo premika usmerjenosti v daljinski način izvajanja kjer je to smiselno, v iskanje možnost skrajševanja potrebnega časa za izvajanje del na terenu, pri pripravi del in v razširjanje zmožnosti analiz ter celovitega vpogleda v stanje sistema. S pomočjo CARE iščemo možnosti izboljšav v postopkih vzdrževanja.

Izboljšave podpore terenskega dela iščemo v dokončanju digitalizacije, za kar predstavljamo rezultate primerov PSA in MightyFields. Obdobje digitalizacije se nadaljuje z obdobjem optimizacije, kjer izboljšave pričakujemo z uvajanjem novih prostorskih 3D tehnologij GIS in mešane resničnosti AR/MR. Pomemben preskok v učinkovitosti terenskega dela v bodočnosti pričakujemo z uvajanjem glasovne komunikacije in umetne inteligence, za kar predstavljamo prve rezultate na primeru MF Voice.

Na področju načrtovanja, priprave dela, daljinskega dela in razširjanja vpogleda v stanje sistema iščemo izboljšave v uvajanju rešitev za poglobljeni vpogled v zajete podatke preko interneta stvari (IoT), za kar predstavljamo izkušnje na primeru MightyInsight. Pomembne možnosti napredka vidimo v nadgrajevanju BIM koncepta in vzpostavljene infrastrukture z napredno vizualizacijo in opisovanjem obnašanja v smeri digitalnih dvojčkov, za kar predstavljamo prve rezultate projekta ARGO.

Opredeljena je študija primera operaterjev prenosnega energetskega omrežja, za katero je bila uporabljena metodologija CARE za sistematično načrtovanje uvajanja prelomnih tehnologij in ocenjevanja rezultatov na področju upravljanja življenjskega cikla sredstev s povečevanjem obsega stalnega zaznavanja realnosti, analize vzorcev obnašanja sredstev za optimalne odločitve vzdrževanja, razširjene resničnosti na zahtevo in izvajanja vrednotenja uspešnosti zmogljivosti in učinkovitosti sredstev.

Ključne besede: prelomne tehnologije, upravljanje s sredstvi, podpora vzdrževanja sredstev

ŠK C1-265

CIGRE ŠK C1 (Razvoj in ekonomika sistemov)

**Koristi uporabe sistema za ugotavljanje meja obratovanja
v prenosnem sistemu****Gregor Omahen¹, Andrej Souvent², Janko Kosmač¹**¹ELES; ²Operato d.o.o., Slovenijagregor.omahen@eles.si

ELES ima sistem DTR (Dynamic Thermal Rating – Sistem za ugotavljanje meja obratovanja) imenovan SUMO, plod lastnega znanja in razvoja, nameščen na 29 daljnovodih. Sistem omogoča varno obratovanje nad ali pod statično mejo. V članku bomo podrobno analizirali koristi sistema za prenosne operaterje. Te se pojavljajo na dveh segmentih, saj sistem podaja stroškovno učinkovito dodatno prenosno zmogljivost na eni strani in zmanjšuje izvajanje korektivnih obratovalnih ukrepov na drugi strani. Pri tem upoštevamo značilnosti delovanja sistema in njegove omejitve, saj je višina dinamične obratovalne meje odvisna od okoljskih parametrov in ni stabilna. Ugotavljamo, da sistem SUMO predstavlja stroškovno učinkovito alternativo.

Ključne besede: dynamic thermal rating, pametna omrežja, koristi, stroški, ekonomika

ŠK C2

ŠK C2 – Obratovanje in vodenje sistemov

Predsednik: Janko Kosmač
Tajnik: Franci Kropec

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Pregled doseganja nacionalnih in evropskih zakonodajnih zahtev

- Povečanje spoznavnosti distribucijskega in proizvodnega dela EES
- Zaostrene zahteve glede redundance meritev
- Dograditev AGC z novimi funkcionalnostmi

PT 2: Organizacija dela v CV v času kriznih razmer zaradi novega korona virusa

- Ključne dileme, ki so krojile odločitve vezane na zagotavljanje izvajanja storitev
- Organizacija dela
- Preventivni ukrepi
- Zagotavljanje osnovnih življenjskih pogojev

PT 3: Tehnološke rešitve za učinkovitejše izvajanje operativnih nalog v obratovanju

- Virtualizacija za potrebe sistemov vodenja in podpornih sistemov
- Pomen nadzora strežnikov pri diagnosticiranju v sistemu vodenja
- Baterijski hranilniki, vloga in način vključitve
- Vzpostavitev centralnega upravljanja uporabnikov v Linux okolju

CIGRE ŠK C2-179

Bulatovič Dejan, Kužnik Dejan, Mihorko Marko

Integracija aplikacij v SVEES

CIGRE ŠK C2-237

Gašperič Samo, Stopr Rok, Tome Jakob, Lebar Peter, Cek Emil, Peharda Domagoj

Sprotno spremljanje kakovosti ocenjevalnika stanj

CIGRE ŠK C2-255

Groždanovski Jovancho, Mihalič Rafael, Rudež Urban

Ustvarjanje baze podatkov s pomočjo simulacijskega programa PowerFactory DIgSILENT in programskega jezika Python

CIGRE ŠK C2-260

Kosmač Janko, Čegovnik Boštjan, Tomšič Tomaž, Strnad Luka, Kropec Franci

Uporaba rezultatov SUMO v obratovanju v N in N-1 topologijah

CIGRE ŠK C2-278

Momirovski Aleksandar, Glaser Bruno, Kurnik Jurij, Bergant Robert

Vpliv novega jedrskega bloka JEK2 na obratovanje EES Slovenije

ŠK C2-179

CIGRE ŠK C2 (Obratovanje in vodenje sistemov)

Integracija aplikacij v SVEES**Dejan Bulatovic¹, Marko Mihorko¹, Dejan Kuznik¹, Samo Gašperič¹**¹ELESdejan.bulatovic@eles.si

Sistemske operaterji so kot upravljalci prenosnih omrežij, ves čas dolžni vzdrževati ravnovesje med proizvodnjo in porabo električne energije na svojih območjih.

Motnje v ravnovesju med proizvodnjo in porabo električne energije privedejo do odstopanja sistemske frekvence.

Cilj systemskega operaterja je sistemsko frekvenco čim bolj približati 50Hz, ne glede spremembe v obremenitvi in ostale motnje. V ta namen elektroenergetski sistem uporablja tri nivoje regulacije:

- RVF – rezerva za vzdrževanje frekvence
- aRPF – rezerva za povrnitev frekvence z avtomatsko aktivacijo
- rRPF – rezerva za povrnitev frekvence z ročno aktivacijo

Na področju regulacije so bile v zadnjem času vpeljane številne novosti:

- MOL,
- RVF,
- PSI / PSI alarmiranje, ...

Referat govori o integraciji aplikacij MOL, RVF in PSI v sistem vodenja.

Zaradi specifičnih zahtev posamezne aplikacije, smo bili prisiljeni posegat po orodjih, ki niso dele integriranega SCADA sistema.

Ključne besede: PSI, MOL, RVF, SVEES

ŠK C2-237

CIGRE ŠK C2 (Obratovanje in vodenje sistemov)

Sprotno spremljanje kakovosti ocenjevalnika stanj**Samo. Gašperič¹, Rok Stopar¹, Jakob Tome¹, Peter Lebar¹, Emil Cek¹, Domagoj Peharda²**¹ELES; ²Končar KET, Hrvaška
samo.gasperic@eles.si

Sistemske operaterje elektroenergetskih omrežij za nadzor in vodenje prenosnega omrežja uporabljajo SCADA/EMS (angl. Supervisory Control and Data Acquisition/ Energy Management System), ki je osnova za vse višjenivojske funkcije sistema vodenja. Vhodni model omrežja za višjenivojske funkcije, kot so: izračuni spremenljivk stanj, sigurnostne analize, optimiranje pretokov energije idr. periodično izračunava ocenjevalnik stanja (angl. State Estimator), katerega zanesljivost delovanja in točnost izračuna je ključna za vse algoritme katerim posreduje aktualne modele omrežja.

Z razvojem tehnologije za zajem in obdelavo podatkov, povečevanjem procesorske moči računalnikov, ki nadzorujejo delovanje elektroenergetskih sistemov (EES) se večja tudi vloga zanesljivega in točnega izračuna ocenjevalnika stanja, saj se do nekdanj analitična programska orodja postopoma vključujejo v realno delovanje EES v smislu avtomatskega pošiljanja komand na naprave. Na področju vodenja EES v Elesu potekata dva (pilotna) projekta avtomatizacije obvladovanja napetostnih razmer – VVS (angl. Voltage Var Scheduler), ki je del evropskega projekta SINCRO.GRID in VVC (angl. Voltage Var Control), ki je višjenivojska funkcija elesovega sistema vodenja. Obema aplikacijama ključne vhodne modele prenosnega omrežja pripravi ocenjevalnik stanja, zato smo pri izvedbi projektov posebno pozornost namenili nadzoru njegovega delovanja.

Pričujoči referat opisuje kriterije na katerih je izdelana ocena delovanja ocenjevalnika stanj in kakovost modela omrežja, kot vhodni podatek za aplikaciji VVS in VVC. V referatu analiziramo indeks kakovosti delovanja ocenjevalnika stanja (angl. State Estimator Qualita Index – SEQI) na do sedaj zbranih podatkih in pokažemo njegovo uporabnost pri obratovanju EES v realnem času, kot tudi kot možnosti kazalca kakovosti v procesih vodenja, obratovanja in analitike EES.

Ključne besede: Vodenje EES, Ocenjevalnik stanj, Indeksi kakovosti EES

ŠK C2-255

CIGRE ŠK C2 (Obratovanje in vodenje sistemov)

Ustvarjanje baze podatkov s pomočjo simulacijskega programa PowerFactory DlgSILENT in programskega jezika Python**Jovancho Grozdanovski¹, Rafael Mihalič¹, Urban Rudež¹**¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljanijovancho.grozdanovski@fe.uni-lj.si

Z večanjem uporabe sinhrofazorjev (ang. *phasor measurement unit, PMU*), kot načinom merjenja električnih parametrov, se večja tudi število pridobljenih podatkov. Perioda poročanja meritev znaša nekaj deset milisekund, in sicer med 20 in 50 milisekundami. Kljub temu, da omrežni operaterji na ta način pridobijo velike količine podatkov, pa le-ti niso javno dostopni. Zato imamo pri raziskavah, kjer uporabljamo sodobne metode umetne inteligence oziroma metode strojnega učenja, lahko težave, saj zaradi procesa učenja in optimizacije modelov, le-te zahtevajo velike količine podatkov (ang. *big data*). Tako moramo podatke pridobiti na drugačen način, in sicer s pomočjo simulacijskih orodij.

Na primer, če izvedemo simulacijo IEEE 39 vozliščnega sistema v trajanju 100 sekund in pri tem merimo napetost, frekvenco in moč vsakega elementa, potem velikost ene .csv datoteke z rezultati znaša približno 15 MB. Če bi simulacije izvajali eno leto in bi meritve zajeli na vsako uro (torej 8760 časovnih značk), potem bi velikost datoteke z rezultati znašala že približno 128 GB. V kolikor bi izvedli n -stikalnih manevrov v isti časovni točki (torej več hkratnih dogodkov v nekem trenutku), potem bi se velikost povečala še za n -krat.

Celoten proces pridobivanja podatkov je dokaj zamuden, zato ga je smiselno avtomatizirati. Tako smo za izvajanje dinamičnih simulacij elektroenergetskega omrežja uporabili simulacijski program PowerFactory DlgSILENT, za samo avtomatizacijo procesov pa programski jezik Python. S slednjim se prav tako izvede sama analiza pridobljenih podatkov, in sicer določi se značilnosti obravnavanega omrežja npr. s pomočjo teorije grafov. Če želimo, da so uporabljene metode robustne, moramo zajetim meritvam dodati šum, saj simulirani signali le-tega ne vsebujejo.

Ključne besede: baza podatkov, PowerFactory DlgSILENT, Python

ŠK C2-260

CIGRE ŠK C2 (Obratovanje in vodenje sistemov)

Uporaba rezultatov SUMO v obratovanju v N in N-1 topologijah**Janko Kosmač¹, Boštjan Čegovnik², Tomaž Tomšič¹, Luka Strnad¹, Franci Kropec¹**¹ELES; ²Elektroinštitut Milan Vidmarjanko.kosmac@eles.si

Članek podaja pregled storitev SUMO in namen uporabe posameznih storitev v obratovanju prenosnega omrežja. V prejšnjih letih smo bili zazrti predvsem v uporabo dinamičnih termičnih mej v N stanju omrežja, v zadnjem obdobju pa več pozornosti namenjamo koristim uporabe dinamičnih mej pri izpolnjevanju kriterija N-1.

Nov pristop k analitiki, ki temelji na primerjavi bremenskega, statičnega in dinamičnega toka z namenom določitve števila prekoračitev statičnega toka, kumulativnega trajanja prekoračitev in števila dni v izbranem časovnem oknu, daje možnost vzpostavitve metrike, ki jo lahko uporabimo za vrednotenje koristnosti SUMO v praksi. Metrika je primerna tako za merjeni tok daljnovoda (N topologija) kot tudi za izračunani (N-1 topologija). Glavna ideja je, da rezultati, ki jih zbiramo v sklopu te metrike omogočijo boljše odločanje nosilcev bistvenih storitev in vodstvu družbe.

V članku je najprej opisan princip uporabe dinamičnih termičnih mej v N in N-1, sledi pojasnilo glede načina določanja glavnih kazalnikov v platformi za grafični prikaz rezultatov Grafana in prikaz rezultatov za izbran daljnovod.

Ključne besede: SUMO, dinamično termično ocenjevanje, N, N-1

ŠK C2-278

CIGRE ŠK C2 (Obratovanje in vodenje sistemov)

Vpliv novega jedrskega bloka JEK2 na obratovanje EES Slovenije**Aleksandar Momirovski¹, Bruno Glaser², Jurij Kurnik², Robert Bergant²**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²Gen Energija
aleksandar.momirovski@eimv.si

Zanesljiva in kakovostna oskrba z električno energijo je pogojena z obratovanjem preizkušenih stabilnih proizvodnih enot električne energije. Eden najbolj zanesljivih in okolju prijaznih virov električne energije, brez katerega bo ambicija za elektroenergetsko samozadostnost EES RS v naslednjih 20 letih postala vprašljiva, je nov jedrski blok JEK2.

Za analizo možnosti vključitve novega bloka jedrske elektrarne JEK2 v EES Slovenije je bil postavljen simulacijski model EES Slovenije s širšo okolico elektroenergetskih sistemov v ENTSO-E. Izhodiščno stanje omrežja je bilo postavljeno v letu 2030, ko je predvidena vključitev bloka JEK2 nazivne neto električne moči (na pragu elektrarne) približno 1100 MW. Novi blok JEK2 naj bi obratoval paralelno z že obstoječim blokom NEK moči 696 MW (oz. 703 MW po letu 2025) vsaj še 10 let vse do zaprtja NEK, kar je predvideno v letu 2043. Zato so bile narejene dodatne analize vpliva vključitve JEK2 še za leto 2043. Upoštevana so bila najnovejša energetska izhodišča, ki zajamejo napovedi:

- aktualnega Celovitega nacionalnega energetskega in podnebne načrta Republike Slovenije (NEPN),
- aktualnega Razvojnega načrta prenosnega omrežja Republike Slovenije 2019–2028 in
- aktualnega Desetletnega razvojnega načrta evropskega združenja operaterjev prenosnih sistemov (ENTSO-E TYNDP 2020), ki v svojem najbolj realističnem t.i. GA scenariju (angl. Global Ambition Scenario) predvideva izgradnjo JEK2.

Jedro prispevka so stacionarne in dinamične analize, ki smo jih izvedli v programskem paketu Siemens PSS-E. Analizirane so možnosti vključitve JEK2 v EES Slovenije. V letih 2030 ter 2043 smo izbrali najbolj neugodne (kritične) scenarije, na katerih smo opravili podrobno sigurnostno N-1, N-1-1 ter N-k analizo. Sigurnostne stacionarne analize so pokazale, da je priklop JEK2 nazivne moči 1100 MW v EES Slovenije v letih 2030 in 2043 popolnoma izvedljiv. Ugotovljeno izredno majhno število preobremenitev (manj kot 1%) se lahko odpravi z enostavnimi obratovalnimi posegi tudi v najbolj kritičnem stacionarnem stanju EES Slovenije. Slovenski EES je močno dimenzioniran ter s stališča stacionarnih analiz ne predstavlja ovire pri priklopu JEK2.

Dinamične analize, ki obsegajo analizo elektromehanskih prehodnih pojavov (napetostne in kotne razmere ob izpadih elementov EES ter tranzientno stabilnost omrežja), so pokazale, da je priklop JEK2 1x1100 MW s stališča dinamičnih analiz izvedljiv in varen za EES, tako v letu 2030, kot tudi v letu 2043. Pri nadomestitvi NEK z JEK2 ali pri dodatnem priklopu JEK2 v RTP Krško se znatno poveča odpornost EES Slovenije na elektromehanske motnje. Ob izgradnji JEK2 se poveča inercija sistema in s tem tudi stabilnost sistema, posledica tega je tudi odpiranje novih možnosti razvoja obnovljivih virov energije, ki so obratovalno nepredvidljivi in nimajo tradicionalne elektromehanske inercije. EES Slovenije je močno vpet v celotni ENSTO-E mreži z odličnimi enojnimi ali dvojnimi električnimi povezavami med zbiralkami na 220 kV in 400 kV nivoju. Slovenski EES ne predstavlja ovire pri priklopu JEK2 s stališča dinamičnih analiz.

Ključne besede: jedrska elektrarna, sigurnostna analiza, dinamična analiza, odpornost sistema, stabilnost elektroenergetskega sistema

ŠK C3 – Okoljska problematika

Predsednik: Aleš Kregar
Tajnik: Minče Mandelj

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Ukrepi za zmanjšanje vplivov elektroenergetskih objektov na okolje in spremljanje uspešnosti le-teh

- aktivnosti elektroenergetskih podjetij v smeri zmanjševanja ogljičnega odtisa, vplivov na okoljske in podnebne spremembe ter prilagajanje nanje
- primeri dobre prakse na področjih zmanjševanja vplivov elektroenergetskih objektov na okolje,
- ukrepi za ohranjanje in izboljšanje biotske pestrosti
- monitoring omilitvenih in izravnalnih ukrepov, izvedenih v okviru izvedbe elektroenergetskih projektov

PT 2: Iskanje ravnotežja med oskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije s pripadajočim omrežjem in varstvom okolja

- sprejemljivost obnovljivih virov za lokalno prebivalstvo in okoljevarstvene organizacije
- primeri dobre prakse sodelovanja z lokalnimi deležniki
- ozaveščanje javnosti in iskanje širokega družbenega soglasja
- primeri realizacije obnovljivih virov energije brez uporabe subvencij in rentabilnost
- primeri nasprotovanja obnovljivim virom energije in način uspešne realizacije

PT 3: Vplivi sprememb zakonodaje na urejanje prostora in varstvo okolja

- dejanske in pričakovane posledice sprememb mednarodne, evropske in slovenske zakonodaje s področja varstva okolja
- ocena vplivov sprememb slovenske zakonodaje na postopke umeščanja v prostor in graditve
- možnosti za učinkovitejše umeščanje in graditev, ki jih dajejo različne zakonodaje in mednarodne konvencije

CIGRE ŠK C3-124

Bokal Drago, Pihler Jože, Kregar Aleš, Ferlič Rado, Bečan Miha, Maruša Robert, Judnič Rok, Zupanc Boris

Daljnovodi sevajo, dajte no?

CIGRE ŠK C3-136

Lestan Katarina Ana, Cerk Ana, Djurica Maša, Vončina Rudi

Uspešnost integracije vsebin varstva okolja v razvojne cilje energetske oskrbe

CIGRE ŠK C3-194

Ocvirk Mojmir

Trajnostnost elektro-energetskega podjetja

ŠK C3

CIGRE ŠK C3-215

Grabner Karol, Cestnik Breda, Nardin Jaka, Hrobat Primož, Majcen Jernej

Elektromagnetno sevanje kondenzatorske baterije 400 kV – MSCDN v RTP 400/110 – 220/110/35 kV Divača

CIGRE ŠK C3-216

Grabner Karol, Cestnik Breda, Nardin Jaka, Hrobat Primož, Majcen Jernej

Elektromagnetno sevanje kompenzacijske naprave STATCOM v RTP 400/220/110 kV Beričevo

CIGRE ŠK C3-218

Žagar Tina, Tomšič Sonja, Korat Sara, Zadnik Vesna

Ocena tveganja bremena raka pri Slovenskih otrocih in mladostnikih, ki bivajo v bližini visokonapetostnih daljnovodov in transformatorskih postaj

CIGRE ŠK C3-229

Valič Blaž, Košir Andrej, Gajšek Peter, Kotnik Tadej

Izpostavljenost otrok, ki bivajo v bližini VN daljnovodov in transformatorskih postaj, magnetnemu polju

CIGRE ŠK C3-230

Valič Blaž, Gajšek Peter

Povprečne vrednosti magnetnega polja na območju Slovenije zaradi obratovanja VN daljnovodov

ŠK C3-124

CIGRE ŠK C3 (Okoljska problematika)

Daljnovodi sevajo, dajte no?**Drago Bokal¹, Jože Pihler², Aleš Kregar¹, Rado Ferlič¹, Miha Bečan¹,
Robert Maruša¹, Rok Judnič¹, Boris Zupanc¹**¹ELES; ²Fakulteta za elektrotehniko računalništvo in informatikodrago.bokal@gmail.com

Izobraževalni sistem je ena najpomembnejših institucij v vsaki državi, ker je od njega neposredno odvisna prihodnost družbe in naroda kot njenega gradnika. Zato je silno zahtevna vloga profesorskega kadra, ki mora študentom zagotavljati primerno rabo izrazov, še zlasti na področju tehničnih znanosti. Poimenovanje posameznih pojavov in vpliv le-tega na stanje »duha« v javnosti je velikanski. To s svojim zgledom potrjuje tudi primer rabe izraza sevanje, ki je v elektroenergetiki zagotovo povzročil veliko škode tako po »duhovni« in tudi po materialni plati. Analiza fakultetnih učbenikov in sorodne literature o tematiki elektromagnetnih polj oz. valovanja, in tudi ustreznih slovarjev pokaže, da je raba besede sevanje na področju elektroenergetike popolnoma neupravičena in celo zavajajoča. Seveda ima to negativne posledice na možnosti umeščanja elektroenergetskih objektov v prostor, saj so vsi deležniki pristaši sintagme »ne na mojem vrtu«. Ker je tematika povezana še z zdravjem, je zato v tovrstnih razpravah udeleženo veliko čustvenega naboja. Tako ni čudno, da se zadeve pogosto stopnjujejo v nezaželeni smeri, umeščanje objektov v prostor pa je praktično Sizifovo delo. Svojo negativno konotacijo pa dodaja tudi zakonodaja, ki z neustrezno rabo izrazov doliva olje na ogenj.

Ključne besede: sevanje, elektromagnetno valovanje, elektromagnetno polje, električno polje, magnetno polje, doza sevanja, umeščanje elektroenergetskih objektov v okolje

ŠK C3-136

CIGRE ŠK C3 (Okoljska problematika)

Uspešnost integracije vsebin varstva okolja v razvojne cilje energetske oskrbe**Katarina Ana Lestan¹, Ana Cerk¹, Maša Djurica¹, Rudi Vončina¹**¹Elektroinštitut Milan VidmarKatarina.Lestan@eimv.si

Globalni razvoj spreminja družbene vrednote, spodbuja raziskave in razvoj novih tehnologij, pri čemer se varstvu okolja pripisuje eno izmed največjih prioritet. Varovanje okolja zahteva celostni interdisciplinarni pristop, da lahko zadosti ciljem, ki obsegajo naravoslovne, družboslovne, tehnične in zdravstvene vsebine. Okoljske izzive opredeljujemo z naravoslovnim znanjem in rešujemo s tehničnimi ukrepi, pogojeni pa so z ekonomskimi in s pravnimi izhodišči. Slednje je ključnega pomena tudi za zagotavljanje uspešnosti in sprejemljivosti posegov, ki jih v prostoru predstavljajo elektroenergetski vodi.

Varstvo okolja pomeni tudi legitimnost posega, saj se družbeni vidik često neposredno povezuje z zdravjem in počutjem ljudi. Legitimnost posega posredno zagotavljajo vsi koraki upravnega postopka, ki vključujejo vsebine varstva okolja, pri čemer je ključnega pomena komunikacija in obveščanje lokalnega prebivalstva. Dejstvo je, da iz razvojnega vidika prostor predstavlja omejen vir, v katerem se srečuje mnogo različnih ambicij in interesnih skupin, med katerimi veliko teh interesov ni zapisanih. Kako pridobiti informacije o različnih interesih in nezapisanih vrednotah, ki obstajajo o določenem prostoru, je eno bistvenih vprašanj v primeru družbene sprejemljivosti posega in je zato tudi predmet v fazi monitoringa v času gradnje in obratovanja, predstavlja pa pomemben način pridobivanja novega znanja na način »bottom to up«.

Najboljši način za doseganje varstvenih ciljev pa je njihova integracija že v fazi izdelave projektne dokumentacije za pridobitev mnenj in gradbenega dovoljenja. V kolikor se iskanje najustreznejše variante opira na analizo občutljivosti okolja, je lahko glavnina varstvenih pogojev in zahtev izpolnjena že s samo izbiro trase novega posega. Tovrstna okoljska analiza je namreč namenjena predvsem prepoznavi možnih vplivov na okolje ter opredelitvi do kritičnih točk in območij v prostoru, na podlagi česar lahko prepoznamo območja večjega tveganja za vplive na okolje zaradi izvedbe načrtovanega posega. Pri tem gre za multikriterijski način ocenjevanja okoljske občutljivosti z več merili, ki obsegajo zdravo življenje, naravo in naravne vire, kulturno dediščino, krajino ipd. Pri izbiri trase je poleg mutikriterijske analize pomemben razmislek tudi o tem, kaj se bo v prostoru novega posega dogajalo v prihodnosti. Analiza občutljivosti naj bi torej z iskanjem najustreznejše variante na nek način prognoziral budočnost za čas trajanja novega posega.

Različni interesi in nezapisane vrednote v istem prostoru, kot tudi odločitve, ki se nanašajo na prihodnost, predstavljajo negotovosti na področju varovanja okolja in človekovega zdravja, ki se deloma poskušajo zajeti z upoštevanjem pravnih izhodišč. Čeprav zgolj z upoštevanjem zakonov, normativov in standardov ne moremo zagotoviti kakovosti bivanja in zdravja, ki naj bi ju zasledovali s cilji varstva okolja, je pri upravnih postopkih za gradbene posege na prenosni elektroenergetski infrastrukturi zelo smotrno upoštevati okoljska varstvena načela, ki med drugimi izhajajo iz *Zakona o varstvu okolja* in *Gradbenega zakona*. Poleg analize občutljivosti je v naslednjih fazah upravnega postopka *Strokovna ocena vplivov na okolje* (SOVO) tista, ki je pri izpolnjevanju okoljskih varstvenih načel lahko ključnega pomena, v kolikor v upravni postopek niso pravno vpeljana.

Ključne besede: varstvo okolja, legitimnost, vključevanje javnosti, prostorske analize

ŠK C3-194

CIGRE ŠK C3 (Okoljska problematika)

Trajnostnost elektro-energetskega podjetja**¹Mojmir Ocvirk**¹ELESmojmir.ocvirk@eles.si

UVOD

- ELES-ovo vizijo trajnosti. Vse posebnosti ne veljajo za vsa podjetja v sektorju.
- Trajnostna preobrazba družbe, regulacija in zakonski okvir.

TSE (Trajnostna strategija ELES-a)

- Elesovo strateško načrtovanje
- Ideja TSE do leta 2050 – TSE
- Zakaj trajnostni razvoj našega podjetja

VPLIV TRAJNOSTNEGA RAZVOJA ELES-A NA TRAJNOSTNI RAZVOJ SLOVENIJE IN EU (kot podpora okoljski tranziciji družbe)

- Zahtevno managementiranje več principov poslovanja
- Tehnološki rezultati so samo osnova za nujne družbeno kulturne spremembe, za inoviranje družbenih navad.
- Princip razvoja: SODELOVANJE
- V svojem trajnostnem razvoju se ne moremo (nočemo) izogniti medsektorskim
- Vrste partnerjev
- naše aktivnosti, kot razvojne družbene intervencije
- Vmesni razvojni člen, razvojni poligon
- Za realizacijo ključnih tehnoloških inovacij potrebujemo družbene inovacije

INTERNA TRAJNOSTNOST

TSE radikalno zastavi vprašanje poslovanja in konkurenčnosti podjetja v prihodnosti išče odgovore, kateri so izzivi, ki jih moramo razvijati, da ELES trajnostno ostane **konkurenčen**.

- Zmanjšanje okoljskega odtisa.
- Stabilnost delovanja podjetja
- Trajnostna kultura podjetja
- Trajnostni razvoj podjetja ELES povečuje dobičkonosnost podjetja in profit
- Trajnostni razvoj je metoda vodenja podjetja,
- prepoznati in kompletirati znanja in veščine
- ključni izzivi TSE in cilji

ZAKLJUČEK

Trajnostni razvoj upoštevanje dejstva, da ni mogoče na račun kake velike ideje iz prihodnost zanemariti kratkoročno stabilno in pozitivno poslovanje.

Ključne besede: državno podjetje, trajnostna strategija, inovacije, sodelovanje, trajnostni prehod

ŠK C3-215

CIGRE ŠK C3 (Okoljska problematika)

**Elektromagnetno sevanje kondenzatorske baterije
400 kV – MSCDN v RTP 400/110 – 220/110/35 kV Divača****Karol Grabner¹, Breda Cestnik¹, Jaka Nardin¹, Primož Hrobat¹, Jernej Majcen²**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²ELESkarol.grabner@eimv.si

V okviru mednarodnega projekta pametnih omrežij SINCRO.GRID bo v slovenski in hrvaški prenosni sistem vgrajena izbrana optimalna kombinacija različnih visokotehnološko naprednih naprav za kompenzacijo jalove moči in regulacijo napetosti.

Slovenski sistemski operater prenosnega omrežja ELES je v okviru projekta SINCRO.GRID v RTP Divača vgradil 100 MVar kondenzatorsko baterijo 400 kV – MSCDN (Mechanically Switched Capacitor with Damping Network). To je prva vgradnja take naprave v slovenskem elektroenergetski sistem.

Z vidika elektromagnetnega sevanja je kondenzatorska baterija 400 kV – MSCDN zelo zanimiva naprava predvsem zato, ker so posamezne komponente kondenzatorske baterije, zaradi pasivnih elementov viri elektromagnetnega polja različnih jakosti in frekvenc.

V prispevku je analizirano lastno elektromagnetno polje same kondenzatorske baterije 400 kV – MSCDN in tudi celotno za RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača. Za RTP 400/110-220/110/35/10 kV Divača po vgradnji kondenzatorske baterije 400 kV – MSCDN smo izdelali podrobni 3D elektromagnetni model, s katerim smo izračunali električno in magnetno polje. Podrobna analiza je bila namenjena kondenzatorski bateriji 400 kV – MSCDN, saj je le-ta vir elektromagnetnega polja v širšem frekvenčnem spektru do cca. 1250 Hz. Za takšne vire elektromagnetnega polja je z Uredbo o EMS predpisan način vrednotenja s pomočjo izračuna in vrednotenja uteži v dveh frekvenčnih območjih. Izdelali smo nadomestni električni model s koncentriranimi elementi v programu EMTP in podrobni 3D elektromagnetni model v programu EFC400PS, s katerim smo izračunali elektromagnetno polje tudi v večjem frekvenčnem obsegu.

Ključne besede: Elektromagnetno sevanje, MSCDN

ŠK C3-216

CIGRE ŠK C3 (Okoljska problematika)

**Elektromagnetno sevanje kompenzacijske naprave STATCOM
v RTP 400/220/110 kV Beričevo****Karol Grabner¹, Breda Cestnik¹, Jaka Nardin¹, Primož Hrobat¹, Jernej Majcen²**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²ELESkarol.grabner@eimv.si

V prispevku predstavljamo analizo vplivov električnega in magnetnega polja za poseg vgradnje kompenzacijsko napravo STATCOM (ang. Static Synchronous Compensator) v RTP 400/220/110 kV Beričevo, ki bo vgrajena v okviru projekta SINCRO.GRID. Podobno kot za kondenzatorsko baterijo 400 kV – MSCDN v RTP Divača velja, da je to prva vgradnja take naprave v slovenskem elektroenergetski sistem.

Z vidika elektromagnetnega sevanja je STATCOM zelo zanimiva naprava zaradi načina generiranja časovnega poteka napetosti s konverterjem z napetostnim virom VSC, ki vodi do tega, da je STATCOM vir elektromagnetnega polja v širšem frekvenčnem območju. Za takšne vire elektromagnetnega polja je z *Uredbo o EMS* predpisan način vrednotenja s pomočjo izračuna in vrednotenja uteži v dveh frekvenčnih območjih.

Analizirali smo elektromagnetno polje RTP 400/220/110 kV Beričevo po vgradnji kompenzacijske naprave STATCOM in sicer na podlagi podrobnega 3D elektromagnetnega modela. Poleg same geometrije je bilo treba v izdelanem 3D elektromagnetnem modelu pravilno določiti tudi električne parametre. V ta namen smo izdelali preprost nadomestni električni model s koncentriranimi elementi v programu EMTP. Za izračun gostote magnetnega pretoka je bilo treba za posamezne vodnike (tokovne poti) določiti kazalce toka. Za izračun električne poljske jakosti pa je treba določiti za posamezne vodnike (prevodne strukture) kazalce napetosti. Zaradi uporabe delta vezave in lastnosti dušilk je bilo treba opraviti ločeno parametriranje 3D elektromagnetnega modela za izračun električnega in magnetnega polja.

Ključne besede: Elektromagnetno sevanje, STATCOM

ŠK C3-218

CIGRE ŠK C3 (Okoljska problematika)

Ocena tveganja bremena raka pri Slovenskih otrocih in mladostnikih, ki bivajo v bližini visokonapetostnih daljnovodov in transformatorskih postaj**Tina Žagar¹, Sonja Tomšič¹, Sara Korat¹, Vesna Zadnik¹**¹Epidemiologija in register raka, Onkološki inštitut Ljubljanatzagar@onko-i.si

Izhodišče:

V znanstveni literaturi se kot morebiti rakotvorno kažejo nizkofrekvenčna magnetna polja, ki naj bi morda povečala tveganje otroških levkemij in sicer pri povprečni dnevni izpostavljenosti večji od 0,3 oz. 0,4 μT . V raziskavi smo želeli tudi pri slovenskih otrocih preveriti, ali imajo slovenski otroci in mladostniki, ki bivajo v bližini visokonapetostnih daljnovodov in transformatorskih postaj, večje tveganje raka.

Metode:

Iz populacijskega Registra raka Republike Slovenije (www.onko-i.si/rrs) smo pridobili georeferencirane podatke o vseh prebivalcih Slovenije in vseh zbolelih z rakom v starostni skupini 0–14 let, zbolelih za levkemijami v starosti 0–19 let ter zbolelimi za možganskimi tumorji v starosti 0–29 v obdobju 2005–2016. Za določanje izpostavljenosti zdravih in bolnih otrok smo uporabili ocene vrednosti NF MP v okolici visokonapetostnih daljnovodov (DV) in transformatorskih postaj (TP), ki so jih modelirali na Inštitutu za neionizirna sevanja. Relativno tveganje smo ocenili s standardiziranim količnikom incidence (SKI), ki je razmerje med opazovanim in pričakovanim številom rakov.

Rezultati:

Vseh 516 ugotovljenih primerov raka pri otrocih starih 0–14 let se je razvrstilo v prvo kategorijo izpostavljenosti NF MP, ker je NF MP manj kot 0,1 μT , tudi če upoštevamo sočasni vpliv vseh 110, 220 in 400 kV DV, relativnega tveganja v tem primeru nismo mogli ocenjevati. V okolici TP se skupaj 13 primerov raka (2,5 %) ni razporedilo v 1. kategorijo. Transformatorske postaje so gosteje umeščene v urbana okolja, zato ta rezultat ne preseneča. Tveganje otrok, ki bivajo na območjih z večjimi obremenitvami z NF MP, da bodo zboleli za rakom, se ne razlikuje značilno od tveganja njihovih vrstnikov, ki bivajo na ostalih področjih. SKI za najvišjo kategorijo izpostavljenosti ($0,4 \mu\text{T} \leq \text{NF MF}$) je 0,5 (95 % interval zaupanja je 0,01–2,50).

Izmed 195 levkemij se je en primer razvrstil v 2. kategorijo ($0,1 \mu\text{T} \leq \text{NF MF} < 0,2 \mu\text{T}$) v okolici DV: SKI je 2,4 (0,1–13,3). V okolici TP se jih je 5 razvrstilo v isto 2. kategorijo: SKI je 3,0 (0,97–7,0).

Izmed 196 možganskih tumorjev se je en primer razvrstil v 3. kategorijo ($0,2 \mu\text{T} \leq \text{NF MF} < 0,3 \mu\text{T}$) v okolici DV: SKI je 4,6 (0,1–25,4). V okolici TP so se 3 razvrstili v isto 4. kategorijo ($0,2 \mu\text{T} \leq \text{NF MF} < 0,3 \mu\text{T}$): SKI je 2,5 (0,5–7,3).

V vseh ostalih neomenjenih kategorijah ni bilo nobenega primera analiziranih vrst raka, zato relativnega tveganja nismo mogli oceniti.

Pomemben stranski rezultat je tudi podatek o deležu otrok, ki živijo v različnih kategorijah izpostavljenosti NF MP: medtem ko 0,5 % otrok in mladostnikov starih do 19 let živi na območju z NF MP večjim od 0,1 μ T glede na DV, jih na območju izpostavljenosti NF MP večjim od 0,1 μ T v okolici TP živi nekaj več, 2,5 %.

Zaključek:

Na podlagi naše raziskave, lahko zaključimo, da v 12-letnem obdobju 2005–2016 v Sloveniji ne moremo pripisati nobenega primera analiziranih vrst raka izpostavljenosti nizkofrekvenčnim magnetnim poljem v okolici daljnovodov in transformatorskih postaj.

Ključne besede: Rak, otroci, ocena tveganja, nizkofrekvenčna magnetna polja

ŠK C3-229

CIGRE ŠK C3 (Okoljska problematika)

**Izpostavljenost otrok, ki bivajo v bližini VN daljnovodov
in transformatorskih postaj, magnetnemu polju****Blaž Valič¹, Andrej Košir², Peter Gajšek¹, Tadej Kotnik²**¹Inštitut za neionizirna sevanja; ²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehnikoblaz.valic@inis.si

Namen raziskave je bil pridobiti podatke o izpostavljenosti otrok, ki bivajo v bližini visokonapetostnih (VN) daljnovodov (DV) in transformatorskih postaj (TP), nizkofrekvenčnim (NF) magnetnim poljem (MP). Izvedene so bile trajne meritve osebne izpostavljenosti 50 otrok v starosti do 15 let, ki so najmanj 24 ur nosili osebni ek-spozimeter za merjenje NF MP. Med potekom trajnih meritev je vsak sodelujoči nosil tudi GPS logirno napravo in izpolnjeval dnevnik o trenutni aktivnosti: Doma, V šoli, Na poti, Na prostem, Razno in Spanje.

Sodelujoči so bili glede na oddaljenost od virov NF MP razdeljeni v tri skupine, 15 otrok (skupina DV) je sodilo v skupino tistih, ki živijo v bližini VN DV (oddaljenost stalnega bivališča manj kot 150 m od VN DV), 16 otrok (skupina TP) je sodilo v skupino tistih, ki živijo v bližini TP (oddaljenost stalnega bivališča manj kot manj kot 30 m od TP), 1 otrok je sodil v obe prej omenjeni skupini, preostalih 18 otrok pa je sodilo v kontrolno skupino. Meritve so skupno potekale 119,4 dni.

Pred statistično analizo rezultatov meritev so bili vsi podatki o trenutni aktivnostih in meritvah pregledani, saj so se v dnevnikih aktivnosti pogosto pojavljale napake, kot npr. pozabljena aktivnost, napačna aktivnost ali napačen čas aktivnosti. Večino teh napak je bilo mogoče na podlagi GPS podatkov odkriti in ustrezno popraviti. Za statistično analizo smo uporabili najmočnejše dovoljene statistične teste (t-test, Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis ANOVA).

Geometrične povprečne vrednosti NF MP vseh sodelujočih otrok so znašale 0,08 μ T za aktivnost Doma, 0,05 μ T za aktivnost V šoli, 0,07 μ T za aktivnost Na poti, 0,05 μ T za aktivnost Na prostem ter 0,06 μ T za aktivnosti Razno in Spanje. Podrobnejša statistična analiza izmerjenih vrednosti je pokazala, da obstaja statistično pomembna razlika med izpostavljenostjo skupin DV in TP v primerjavi s kontrolno skupino. Statistično značilne razlike so se pokazale pri aktivnostih Doma, Na prostem in Spanje, torej pri aktivnostih, ki so potekale na lokaciji stalnega prebivališča ali v njegovi bližini. Geometrična povprečna vrednost NF MP za aktivnosti Doma je za skupini DV in TP znašala 0,13 μ T, za kontrolno skupino pa 0,04 μ T, za aktivnost Na prostem je za skupino DV znašala 0,08 μ T, za skupino TP 0,05 μ T in za kontrolno skupino 0,03 μ T, za aktivnost Spanje pa za skupino DV 0,08 μ T, za skupino TP 0,09 μ T in za kontrolno skupino 0,03 μ T.

Rezultati trajnih meritev osebne izpostavljenosti otrok NF MP kažejo, da so otroci, ki bivajo v bližini VN DV ali v bližini TP, doma statistično značilno bolj izpostavljeni NF MP kot otroci, ki v bližini stalnega bivališča nimajo prisotnega ne VN DV in ne TP. Razlika v povprečni vrednosti NF MP med skupinama DV in TP je zelo majhna, pri čemer je potrebno upoštevati, da so bile povprečne oddaljenosti od DV sodelujočih v skupini DV 45 m, medtem ko je v skupini TP polovica sodelujočih otrok bivala v stanovanju tik ob ali tik nad TP, za ostalo polovico sodelujočih otrok pa je bila povprečna oddaljenost bivališča od TP manj kot 10 m.

Ključne besede: izpostavljenost otrok, VN daljnovodi, transformatorske postaje, magnetno polje

ŠK C3-230

CIGRE ŠK C3 (Okoljska problematika)

Povprečne vrednosti magnetnega polja na območju Slovenije zaradi obratovanja VN daljnovodov**Blaž Valič¹, Peter Gajšek¹**¹Inštitut za neionizirna sevanjablaz.valic@inis.si

Podatki o povprečnih vrednostih nizkofrekvenčnega (NF) magnetnega polja (MP) zaradi obratovanja visokonapetostnih (VN) daljnovodov (DV) omogočajo po eni strani objektivno komunikacijo z javnostmi o dejanskih obremenitvah okolja zaradi obratovanja elektroenergetskega omrežja, po drugi strani pa omogočajo izvedbo epidemioloških analiz o pojavnosti različnih bolezni, predvsem različnih vrst raka. Zato so bile za območje celotne Slovenije določene povprečne vrednosti NF MP zaradi delovanja vseh VN DV na območju Slovenije. Za analizo povprečnih vrednosti NF MP smo se odločili, saj dosedanje epidemiološke raziskave kažejo, da so bolj kot trenutne pomembne dolgotrajne povprečne vrednosti.

Vrednost NF MP zaradi VN DV na neki lokaciji je posledica prispevka vseh bližnjih VN DV k skupni vrednosti NF MP, pri čemer je pomembno, da je MP vektorska veličina in je zato rezultanta odvisna od geometrijskih razmerij – kotov med smerjo posameznih prispevkov NF MP v opazovani točki. Običajno se pri računanju vrednosti NF MP izdelava numerični model, ki vsebuje vse vire NF MP in se tako izračuna skupne vrednosti NF MP za izbrane obremenitve posameznih virov. Z razpoložljivimi orodji in računskimi zmogljivostmi takšen izračun za velika območja ni izvedljiv. Zato je bila razvita in validirana posebna metodologija in ustrezni algoritmi, ki omogočajo določanje skupnih vrednosti NF MP na podlagi vrednosti NF MP posameznih virov. Skupna vrednost NF MP se določi na podlagi izračunov vrednosti NF MP posameznih virov, kar je za velika območja bistveno lažje izvedljivo.

Po opravljenem sicer vseeno zahtevnem in dolgotrajnem izračunu NF MP vseh VN DV v Sloveniji za nazivne obremenitve tovrstni pristop omogoča razmeroma hitro določitev NF MP za poljubne obremenitve, saj se NF MP posameznega vira za poljubne obremenitve izračuna s skaliranjem vrednosti NF MP za nazivne obremenitve, z novo metodologijo pa se nato določijo skupne vrednosti NF MP. Prednost takega pristopa je tudi bistveno hitrejše vključevanje sprememb, kot so nov VN DV ali rekonstrukcija obstoječega VN DV, saj je ponoven izračun NF MP potreben samo za nov ali spremenjen VN DV.

Izračuni vrednosti NF MP zaradi delovanja vseh VN DV so bili izvedeni za celotno območje Slovenije s korakom 10 m. Pri tem so bili izračuni posameznih VN DV izvedeni za nazivne obremenitve do oddaljenosti, kjer vrednost NF MP pade pod 0,05 μT . Po določitvi skupnih vrednosti NF MP z uporabo nove metodologije za povprečne obremenitve posameznega VN DV v obdobju od leta 2006 do 2017 so bile vse točke, kjer je vrednost NF MP bila nižja od 0,1 μT , izločene, preostalo je malo manj kot 2 milijona točk. To predstavlja površino približno 200 km^2 , kar pomeni, da je na približno odstotku ozemlja Slovenije povprečna vrednost NF MP 0,1 μT ali več.

Nova metodologija določanja skupnih vrednosti NF MP je bila validirana na nekaj izbranih območjih s primerjavo skupnih vrednosti NF MP, določenih po novi metodologiji, in skupnih vrednosti NF MP, določenih z numeričnim modelom, ki je vseboval vse vire na lokaciji. Prav tako so bile izračunane vrednosti primerjane z meritvami, izvedenimi v okviru obratovalnega monitoringa, obe primerjavi pa sta pokazali pričakovano ujemanje rezultatov skladno z merilno negotovostjo.

Ključne besede: magnetno polje, VN daljnovodi, veliki modeli

ŠK C4

ŠK C4 – Tehniške značilnosti sistemov

Predsednik: Jože Pihler
Tajnik: Milan Vižintin

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Tehnične značilnosti in zanesljivost delovanja elektroenergetskega sistema Slovenije

- Programska in simulacijska orodja za načrtovanje EES ter analizo stabilnosti in zanesljivosti EES
- Izboljšanje tehničnih značilnosti EES z uporabo naprednih metod, modelov in orodij
- Vpliv večjih OVE na stabilnost EES Slovenije, modeliranje EES s pretvorniki

PT 2: Načrtovanje prihodnjega omrežja z vključevanjem novih tehnologij

- Uvajanje velikih sistemov za shranjevanje električne energije
- Vključevanje večjega števila razpršenih virov v VN v omrežje
- Izkušnje, pridobljene s projekti pametnega omrežja na nivoju prenosa

PT 3: Metode, modeli in tehnike za vrednotenje strele, kakovosti električne energije in koordinacijo izolacije

- Proizvodnja OVE, elektroenergetski sistem z vključenimi inverterji in vpliv električne vleke na omrežje
- Vpliv atmosferskih razelektritev in ozemljevanja na EES
- Škodljivi medsebojni vplivi med komponentami EES

CIGRE ŠK C4-128

Bokal Drago, Pihler Jože, Ferlič Rado, Bečan Miha, Maruša Robert, Judnič Rok, Zupanc Boris, Zemljak Klemen

Terminološki sistem poimenovanja osnovnih gradnikov v EES

CIGRE ŠK C4-143

Ribič Janez, Kitak Peter

Kazalniki zanesljivosti v elektroenergetskih sistemih

CIGRE ŠK C4-192

Maruša Robert, Belak Lovro, Zagoričnik Aleš, Senčar Jože, Malek Darko, Ferlič Rado, Brenčič Aleš, Kladnik Andrej, Ribič Janez

Izkušnje in analiza delovanja izkoriščanja odvečne toplote energetskih transformatorjev v ELES

CIGRE ŠK C4-205

Škrjanc Tadej, Mihalič Rafael, Rudež Urban

Geografska vizualizacija električnih veličin v ENTSO-E

CIGRE ŠK C4-212

Zidarič Luka, Rudež Urban, Škrjanc Tadej

Določanje učinkovitih vztrajnostnih mas v slovenskem EES

ŠK C4

CIGRE ŠK C4-272

Belak Lovro, Zagoričnik Aleš, Plahutnik Roman, Maruša Robert, Bekovič Miloš

Predlog izgradnje sončne elektrarne na stavbe RTP Podlog

CIGRE ŠK C4-281

Pšaker Mitja, Matvoz Dejan

Simulacijski modeli modulov za proizvodnjo električne energije

ŠK C4-128

CIGRE ŠK C4 (Tehniške značilnosti sistemov)

Terminološki sistem poimenovanja osnovnih gradnikov v EES**Drago Bokal¹, Jože Pihler², Rado Ferlič¹, Miha Bečan¹, Robert Maruša¹,
Rok Judnič¹, Boris Zupanc¹, Klemen Zemljak¹**¹ELES; ²Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor
drago.bokal@gmail.com

Nabor izrazov vsakega tehničnega sistema je zelo velik, njihova razlaga pa zelo zahtevna prav zaradi pestrosti gradnikov vsakega sistema, torej tudi EES. Izrazi, kot so element, del, aparat, naprava, postroj, sistem in podobne, uporabljamo praktično vsak dan in to brez globljega premišljevanja o njihovem pomenu. Pobuda za poglobljeno obravnavo naštetih izrazov je bila skrita v dveh delih, in sicer v [1] in [2], kjer so navedenim izrazom podane razlage z dokaj primerno sistematičnostjo in doslednostjo. Kot nadgradnja navedenih prispevkov pa sta uvedena pojma vertikalne in horizontalne hierarhije, ki s svojo urejenostjo in primernim izborom izrazov zagotavljata opredeljevanje oz. definiranje velikega števila gradnikov v EES. Primerna izbira izrazov za oblikovanje vertikalne hierarhije ter izbira njihovih sinonimov, ki so vključeni v horizontalno hierarhijo, zagotavlja vzpostavitev učinkovitega terminološkega sistema tega zahtevnega področja. Kot pripomoček pri oblikovanju kakovostnih definicij je uvedena primerjalna tabela, v kateri so podane definicije istega pojma, a iz različnih virov. Ta pristop omogoča vzpostavitev terminološkega sistema in podrobno analizo posameznih definicij s tem, da opredelimo najpomembnejše prvne vsake definicije. Z uporabo »vrtiljaka vprašanj« oz. definicijskega sita pa preverjamo zadostnost posamezne definicije glede na področje, na katerem je uveljavljena. Navedeni postopki in novosti so bili uporabljeni pri izdelavi predloga definicij na področju osnovnih gradnikov EES.

Ključne besede: izraz, geslo, pojem, definicija, razlaga, terminološki sistem, vertikalna in horizontalna hierarhija izrazov, primerjalna tabela definicij, »vrtiljak vprašanj«.

ŠK C4-143

CIGRE ŠK C4 (Tehniške značilnosti sistemov)

Kazalniki zanesljivosti v elektroenergetskih sistemih**Janez Ribič¹, Peter Kitak¹**¹Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariborujanez.ribic@um.si

Vodenje izrednih dogodkov v elektroenergetskem sistemu je osnova za tvorbo baze izpadov elektroenergetskih naprav. Ko je baza dovolj obsežna, je moč te podatke uporabiti za nadaljnjo uporabo. Izračunata se lahko osnovna kazalnika zanesljivosti za neko vrsto EEN. Ti podatki pa so osnova za tvorbo modela zanesljivosti EES. Iz tega modela pa lahko izračunamo, po metodi Analize izpadov elementov, podrejene kazalnike zanesljivosti: količino nedovedene energije odjemalcem, predvidene stroške, ki so povezani z izpadi EEN, SAIDI, SAIFI, idr. V članku bo za vsak kazalnik zanesljivosti prikazan koncept izračuna na malem EES. Rezultati izračunov bodo podkrepljeni z izračunom kazalnikov zanesljivosti v programskem orodju Neplan.

Ključne besede: izpadi, kazalniki zanesljivosti EEN, Neplan

ŠK C4-192

CIGRE ŠK C4 (Tehniške značilnosti sistemov)

**Izkušnje in analiza delovanja izkoriščanja odvečne toplote
energetskih transformatorjev v ELES****Robert Maruša¹, Lovro Belak¹, Aleš Zagoričnik¹, Jože Senčar¹, Darko Malek¹,
Rado Ferlič¹, Aleš Brenčič¹, Andrej Kladnik², Janez Ribič³**¹ELES; ²Kolektor Etra; ³Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru
robert.marus@eles.si

V članku so opisani izsledki in analiza delovanja pilotnega projekta Izkoriščanje odvečne temperature energetskega transformatorjav RTP Podlog. Predstavljen je tudi koncept in zasnova izkoriščanja odvečne izgube toplote tudi za druge elektroenergetske objekte v Sloveniji. Z izsledki rezultatov smo dognali, da je izkoriščanje tovrstne odvečne energije v koristno toploto izredno učinkovito v smislu zmanjšanja stroškov ogrevanja ter posledično zmanjšanja ogljikovega odtisa v okolje. Na osnovi spremljanja podatkov na energetskih transformatorjev v najhladnejših dneh zime 20/21, pa bodo predstavljeni podatki in realne možnosti izkoriščanja tudi v drugih objektih.

Ključne besede: Pilotni projekt, energetski transformator, hladilni sistem, odvečna toplota, izgube transformatorja

ŠK C4-205

CIGRE ŠK C4 (Tehniške značilnosti sistemov)

Geografska vizualizacija električnih veličin v ENTSO-E**Tadej Škrjanc¹, Rafael Mihalič¹, Urban Rudež¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
tadej.skrjanc@fe.uni-lj.si

Elektroenergetski sistem (EES), eden od največjih umetnih sistemov na svetu, ki jih je ustvaril človek, je omogočil boljšo kakovost življenja človeštva. Električna energija je močno vpeta v naš vsakdan, zato imajo motnje v delovanju EES ekonomske in družbene posledice. Da povečamo zanesljivost in robustnost EES, manjše EES povezujemo v večje interkonekcije, kot je npr. Evropsko združenje sistemskih operaterjev elektroenergetskega omrežja (ang. European Network of Transmission System Operators for Electricity, ENTSO-E). Vsakršen poseg ali okvara v EES lahko vpliva na delovanje številnih drugih elementov v bližnji in tudi daljni okolici. Da spremljamo stanje EES izvajamo meritve različnih električnih veličin na številnih elementih EES. V zadnjih letih se je uveljavil sistem za merjenje na širokem območju (ang. Wide-Area Measurement System, WAMS,) ki lahko dnevno producira od nekaj 100 GB do nekaj 10 TB podatkov, odvisno od števila naprav za merjenje fazorjev (ang. Phasor Measurement Unit, PMU). Tako pridobimo številne podatke, ki pa brez primerne obdelave in človeku prijaznega prikaza pravzaprav ne dajo nobene uporabne informacije. Zato v tem članku opišemo orodje za vizualizacijo različnih električnih veličin EES, in sicer se osredotočimo na geografsko vizualizacijo podatkov v sistemu ENTSO-E. Orodje temelji na programskem okolju Matlab.

Proces vizualizacije nekaterih meritev sestoji iz več korakov. V prvem moramo seveda pridobiti meritve, ki jih name ravamo obravnavati. Če želimo analizirati nek pretekli dogodek, lahko meritve pridobimo s pomočjo sistema SCADA ali WAMS, če pa želimo npr. pogledati, kakšen bi bil vpliv izpada nekega generatorja, pa lahko meritve dobimo s pomočjo različnih simulacijskih programov. Ker podatke prikažemo z geografsko vizualizacijo, moramo v naslednjem koraku pridobiti podatke o lokacijah posameznih daljnovodov in RTP postaj. Tovrstne podatke smo pridobili z ustreznim poizvedovanjem na spletni strani Overpass turbo, ki omogoča pridobitev številnih informacij z odprto dostopnega zemljevida OpenStreetMap. V članku opišemo tudi, kakšni so potrebni ukazi in možnosti pri poizvedovanju na omenjeni strani. Ko imamo enkrat na voljo vse potrebne podatke o lokacijah in meritvah, v tretjem koraku generiramo ustrezno mrežo, s pomočjo katere lahko meritve vizualiziramo na širšem območju. V članku prav tako pokažemo, kakšen vpliv na prikaz imata vrsta izbrane mreže ter njena gostota. In sicer, primerjali bomo linearno porazdeljeno in trikotno mrežo. Slednjo generiramo s pomočjo Delauneyeve triangulacije. V četrtem koraku povežemo meritve z ustreznimi lokacijami, za vmesna področja pa vrednosti opazovane veličine pridobimo s pomočjo interpolacije. V tem članku zaradi preprostosti uporabimo linearno interpolacijo, vendar lahko upoštevamo tudi fizikalne zakonitosti (npr. impedanca elementov) in tako dobimo bolj realen vpogled. V zadnjem in tudi najpomembnejšem koraku izberemo ustrezno barvno lestvico, saj le-ta naredi nek prikaz jasen in pregleden.

S pomočjo takšnega orodja lahko prikažemo različne električne veličine kot so npr. napetosti, fazni koti, frekvenca, inercija in impedanca ter opazujemo različne pojave kot je npr. širjenje elektromehanskega valovanja. V tem članku bomo kot primer uporabe orodja prikazali medsystemska nihanja in spremembe vztrajnostne energije ob izpadih generatorjev v ENTSO-E. Meritve smo pridobili s pomočjo simulacijskega programa Netomac.

Ključne besede: ENTSO-E, WAMS, vizualizacija, Delauneyeva triangulacija, OpenStreetMap

ŠK C4-212

CIGRE ŠK C4 (Tehniške značilnosti sistemov)

Določanje učinkovitih vztrajnostnih mas v slovenskem EES**Luka Zidarič¹, Urban Rudež², Tadej Škrjanc²**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²Fakulteta za Elektrotehniko, Univerza v Ljubljani
luka.zidaric@eimv.si

Za elektroenergetski sistem Slovenije ne obstaja natančna ocena lokalne vztrajnosti. V članku je iz Scada izpisa izvlečena informacija o vztrajnostni zalogi vseh agregatov, ki so sinhronizirani v omrežje v danem trenutku. Iz 5-minutnih zapisov je nato mogoče sestaviti celodnevni potek vztrajnostne rezerve. S tem se lahko prikaže kumulativno vztrajnostno zalogo.

Ob neravnovesju med proizvodnjo in porabo moči se ta vztrajnostna energija začne izločati v omrežje, čemur pravimo vztrajnostni odziv. Glede na strukturo omrežja in sinhronizacijske koeficiente v danem omrežju le omejeno število agregatov z vztrajnostnim odzivom prispeva k izravnavi izpadle moči. S tem omejenim radijem je določena lokalna vztrajnost nekega sistema.

Za namen prikaza tega pojava smo sestavili več simulacijskih modelov v PSS Netomac in spremljali odziv sistema glede na vhodne parametre, kot so medsebojne impedance ter same vztrajnostne konstante posameznih agregatov. Najprej je bil simuliran preprost radialni model sestavljen iz generatorjev medsebojno povezanih z vodi. Ta model smo razširili na dodatno dimenzijo in s tem dobili zazankano mrežo generatorjev za abstraktno predstavo bolj realnega tipa omrežja.

S temi simulacijami smo pokazali, da se vztrajnostni odziv razširi po omrežju dlje, če so reaktance med generatorji večje. Tako več generatorjev sodeluje pri izravnavi izpadle moči – četudi posamezno z manjšimi prispevki – in je tako obseg lokalne vztrajnosti pri takem sistemu večji.

Simulacije so privzemale, da se nenadno neravnovesje med proizvodnjo in porabo moči zgodi na topološki sredini omrežja, da so rezultati bolj simetrični. Nazadnje smo simulirali takšno motnjo na vsaki zbiralki dvodimenzionalnega modela in za vsak scenarij motnje določili obseg lokalne vztrajnosti. S tem smo potrdili izsledke iz prejšnjih korakov, saj so rezultati pokazali, da je po iznosu lokalna vztrajnost večja tam, kjer so reaktance med agregati splošno večje, pri tem pa vztrajnostne konstante niso igrale bistvene vloge.

Izvedene so bile tudi simulacije ENTSO-E interkonekcije, kjer je bilo kot mesto nastanka motnje izbranih več lokacij, ki predstavljajo bistvena vozlišča v slovenskem EES. Za vsako mesto smo opazovali, kateri generatorji so se odzvali skočno (z vztrajnostnim odzivom) in na zemljevid Evrope pripisali vrednosti kotov skočnih odzivov. S tem je bila vizualizirana lokalna vztrajnost v ENTSO-E za različne scenarije.

Ključne besede: Lokalna vztrajnost, vztrajnostni odziv, vztrajnostna rezerva

ŠK C4-272

CIGRE ŠK C4 (Tehniške značilnosti sistemov)

Predlog izgradnje sončne elektrarne na stavbe RTP Podlog**Lovro Belak¹, Aleš Zagoričnik¹, Roman Plahutnik¹, Miloš Bekovič²**¹ELES; ²Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariborulovro.belak@eles.si

V članku želimo predstaviti predlog pilotnega projekta izgradnje sončne elektrarne na lokaciji RTP Podlog. Družba ELES se je zavezala, da bo zmanjšala obratovalne stroške ter posledično ogljični odtis v okolje. V ta namen želimo najprej izvesti statični pregled stavb, pregled obstoječe inštalacije lastne rabe, možnosti postavitve sončnih panelov na stavbe, priključitev na lastno rabo, izvedba analize vgradnje hranilnikov energije ter nazadnje analiza stroškov in koristi. Z omenjenim člankom želimo preveriti vse možnosti izgradnje sončne elektrarne, stroške, ki so s tem povezani ter nazadnje obratovanje lastne rabe v času delovanja sončne elektrarne oz. hranilnika energije. Omenjen prispevek, bi bil osnova za izdelavo investicijske in projektne dokumentacije ter morebitno kasnejšo izvedbo.

Ključne besede: pilotni projekt, sončne celice, lastna raba, hranilnik energije, zanesljivost delovanja, požarna varnost

ŠK C4-281

CIGRE ŠK C4 (Tehniške značilnosti sistemov)

Simulacijski modeli**Mitja Pšaker¹, Dejan Matvoz¹, Jernej Lasnik¹, Gorazd Berginc¹**¹ELESmitja.psaker@eles.si

V članku so podane vrste simulacijskih modelov modulov za proizvodnjo električne energije, odjemnih objektov priključenih na prenosno omrežje (PO), distribucijskih sistemov priključenih na PO, zaprtih distribucijskih sistemov priključenih na PO, ki jih (skladno z zakonodajo) zahteva operater prenosnega sistema električne energije, tako od obstoječih kot novih lastnikov (pomembnih uporabnikov omrežja), ki se priključujejo na prenosno omrežje.

Prav tako so navedeni dokumenti tujih sistemskih operaterjev (Eirgrid, AEMO), regulativnega organa NERC, ter skupine Grid Connection European Stakeholder Committee (GC ESC), ki opredeljujejo zahteve glede simulacijskih modelov.

Točnost simulacijskih modelov posameznih elementov EES je ključna za zanesljivo, ekonomično in stabilno obratovanje EES.

Ključne besede: simulacijski model, elektroenergijski modul, odjemni objekt, distribucijski sistem, zaprt distribucijski sistem, tretji energetske sveženj, čista energija za vse Evropejce, NC RfG, NC DC, SO GL, GC ESC, direktiva (EU) 2019/944, NERC, AEMO, Eirgrid

ŠK C5 – Elektroenergetski trg in regulacija

Predsednik: Bojan Kumer
Tajnik: David Batič

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Razvoj modelov reguliranja za podporo zeleni transformaciji

- Evolucija metodologije določitve in obračuna omrežnine (spodbude, razvojna sredstva, pilotni projekti...)
- Omrežnina v funkciji stimulacije ukrepov za pametna omrežja

PT 2: Trg prožnosti oz. storitve za elektrooperaterja

- Lokalni trgi prožnosti ter integracija trgov
- Storitve za ODS
- Koordinacija med elektrooperaterjema (register prožnosti ipd.)

PT 3: Dinamične tarife

- Dinamične tarife na področju dobave energije (predlogi zasnove iz vidika zahtev CEP, primerjalne analize z uveljavljenimi koncepti EU)
- Dinamične tarife na področju uporabe omrežja (izkušnje iz izvajanja pilotnih in R&D projektov, zasnova za preprečevanje kolizij z dinamičnimi dobavnimi tarifami ...)
- Dinamične tarife in trg s prožnostjo – koeksistenca implicitnih in eksplicitnih mehanizmov prožnosti

CIGRE ŠK C5-134

Jeriha Jan, Lakič Edin, Pečjak Matej, Gubina Andrej

Analiza možne družbene dobrobiti skupnega čezmejnega trga s sistemskimi storitvami ročne rezerve za povrnitev frekvence

CIGRE ŠK C5-170

Fournely Chloe, Pečjak Matej, Zupančič Jernej, Medved Tomi, Jereb Borut, Artač Gašper, Gubina Andrej

Pogoji za implementacijo orodja MARKETFLEX na lokalnem elektroenergetskem trgu

CIGRE ŠK C5-199

Žnidarič Borut, Copič David, Rajer Borut

Pregled desetletja delovanja slovenske podporne sheme proizvodnji električne energije iz obnovljivih virov energije ter v visokoučinkoviti soproizvodnji

CIGRE ŠK C5-200

Sever Sandi, Copič David, Šavli Andraž, Bajec Omahen Jasmina, Rajer Borut

Razvoj slovenskega trga z električno energijo – trendi in priložnosti

ŠK C5

CIGRE ŠK C5-232

Kos Anton, Ivančič Maja, Koželj Kristijan, Maruša Leon, Rošer Miran, Stepančič Živa, Krpič Andrej, Savanovič Arso, Gabrijelčič Dušan, Turinek Boštjan, Smolnikar Miha, Stojnšek Žnidarec Gordana
Projekt UPORABLJAJ PAMETNO

CIGRE ŠK C5-280

Momirovski Aleksandar, Glaser Bruno, Kurnik Jurij, Bergant Robert, Tomšič Tomaž, Pantoš Miloš
Vpliv novega jedrskega bloka JEK2 na rezervo za povrnitev frekvence v EES Slovenije

CIGRE ŠK C5-298

Maruša Leon, Kos Anton, Koželj Kristijan, Rošer Miran, Grilec Vižintin Sonja, Turinek Boštjan, Jereb Borut, Artač Gašper
Pilotno obračunavanje samooskrbnih skupnosti – simulacije in realni primer skupnosti Luče

ŠK C5-134

CIGRE ŠK C5 (Elektroenergetski trg in regulacija)

Čezmejna trgovalna platforma s sistemskimi storitvami ročne rezerve za povrnitev frekvence**Jan Jeriha¹, Edin Lakić¹, Matej Pečjak¹, Andrej F. Gubina¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehnikojan.jeriha@fe.uni-lj.si

Nabor produktov, ki so bili zasnovani in razviti v evropskem projektu CROSSBOW, je namenjen sistemskim operaterjem prenosnega omrežja in omogoča večjo integracijo obnovljivih virov energije (OVE) v omrežje ter nižje stroške delovanja. V prispevku je predstavljena inovativna rešitev, ki predstavlja del trga s sistemskimi storitvami za zagotavljanje izravnalne energije, ki je potrebna za vzdrževanje ravnotežja med proizvodnjo in porabo električne energije ter učinkovitejšo izrabo čezmejnih prenosnih kapacitet (ČPZ). Predstavljena rešitev je prototip trgovalne platforme, ki temelji na čezmejnem upravljanju energije iz spremenljivih OVE in hranilnikov energije, ki omogoča trgovanje na veleprodajnem trgu.

Trgovalna platforma CROSSBOW predstavlja programsko opremo na kateri se izvaja trgovanje na izravnalnem trgu za produkt ročne rezerve za povrnitev frekvence. Na trgovalni platformi se vsakih 15 minut izvede aukcija na podlagi algoritma za optimizacijo aktivacij. Glavna kriterijska funkcija algoritma je optimizacija družbene blaginje, ki omogoča najnižje možne stroške izravnave.

Ključne besede: izravnalni trgi, regionalni izravnalni trgi, souporaba izravnalne energije, Evropski projekt CROSSBOW, družbena blaginja

ŠK C5-170

CIGRE ŠK C5 (Elektroenergetski trg in regulacija)

Pogoji za implementacijo orodja MARKETFLEX na lokalnem elektroenergetskem trgu**Chloe Fournely¹, Matej Pečjak¹, Jernej Zupančič¹, Tomi Medved¹, Borut Jereb¹, Gašper Artač¹, Andrej F. Gubina¹**¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani
matej.pecjak@fe.uni-lj.si

V članku so predstavljeni novi tržni mehanizmi in izzivi pri njihovi implementaciji. Poudarek je na implementaciji orodja MARKETFLEX, katerega razvoj in implementacija sta del projekta X-FLEX v sklopu okvirnega projekta Obzorje 2020 (Horizon 2020). Projekt X-FLEX je usmerjen v razvoj nabora integriranih in učinkovitih rešitev za optimalno izrabo decentraliziranih virov za zagotavljanje prožnosti na strani proizvodnje in porabe električne energije. Za vzpostavitev lokalnega trga s prožnostjo je potrebno upoštevati sedem ključnih točk: formulacijo trga, časovni okvir, opredelitev produktov, cilje vzpostavitve trga, algoritem določitve klirinške cene, koordinacijsko shemo med sistemskim operaterjem distribucijskega in prenosnega omrežja in sistem po principu delovanja semaforja. Slednji namreč služi kot interakcija med operaterjem omrežja in operaterjem trga.

Cilj orodja MARKETFLEX je omogočiti pravično razdelitev omrežnih kapacitet na nizko in srednje-napetostnem nivoju preko lokalnega elektroenergetskega trga. Za uspešno implementacijo takšnega orodja je nujna vzpostavitev komunikacijskega protokola, ki se uporablja za prenos vseh relevantnih informacij med orodjem MARKETFLEX in ostalimi udeleženci trga, kot sta agregator in sistemski operater. Obstaja veliko različnih protokolov, kateri se uporabljajo za prenos informacij povezanih s trgovanjem z električno energijo, in eden od teh je USEF/UFTP. USEF (angl. *Universal Smart Energy Framework*) je ogrodje katero določa univerzalne standarde in orodja za dobavo in izrabo energije. UFTP je podskupina okvirja USEF, katera je osredotočena na trgovanje s fleksibilnostjo med agregatorji in sistemskimi operaterji distribucijskih omrežij (angl. *DSO*). Za implementacijo orodja MARKETFLEX so predlagane razširitve obstoječega protokola USEF/UFTP, katere so opisane v tem delu.

Ključne besede: MARKETFLEX, lokalni elektroenergetski trg, prožnost, komunikacijski protokol, USEF/UFTP



ŠK C5-199

CIGRE ŠK C5 (Elektroenergetski trg in regulacija)

Pregled desetletja delovanja slovenske podporne sheme proizvodnji električne energije iz obnovljivih virov energije ter v visokoučinkoviti soproizvodnji

Borut Žnidarič¹, David Copič¹, Borut Rajer¹

¹Borzen, operater trga z elektriko, d. o. o.

borut.rajer@borzen.si

Različne oblike podpor obnovljivim virom energije obstajajo v Sloveniji že približno 20 let. Minilo pa je tudi že 10 let od zadnje večje prenove sistema, ki je potekala v letih 2008 in 2009, ko je bilo izvajanje sheme centralizirano ter ga je prevzel Borzen, operater trga z elektriko. Sistem podpor je instrument državne pomoči, odobrene s strani Evropske unije, ki z višjimi odkupnimi cenami spodbuja okolju prijazne načine proizvodnje elektrike. V članku podajamo strnjen pregled delovanja sheme od leta 2009 dalje ter podajamo pogled izvajalca na ključne izzive za njeno čim boljše delovanje v prihodnje.

V obdobju od leta 2009 do leta 2020 so skupna izplačila v podporni shemi bistveno zrasla – od 22,7 milijona EUR v letu 2009 do 124,7 mio EUR v letu 2020. Hkrati pa je ostal obseg proizvedene električne energije praktično nespremenjen – 934,2 GWh v letu 2009 ter 962,2 GWh v letu 2020. Največ izplačil je bilo v tem obdobju leta 2015, in sicer 147,1 mio EUR, najvišja proizvodnja pa je bila leto kasneje, in sicer 1.003,5 GWh. V članku podrobneje pojasnjujemo razloge za navedena gibanja, kot tudi analiziramo vpliv, ki ga je na delovanje podporne sheme imela uvedba razpisov, skladno z novelo Energetskega zakona EZ-1, ki je bila vpeljana v prakso s prvim razpisom, odprtim decembra 2016.

V članku obravnavamo tudi vidik ureditve prevzema in prodaje električne energije, torej preseka med organiziranim trgom in podporno shemo. Ugotavljamo, da je z leti postala vedno bolj pogosta izbira podpore v obliki finančne pomoči z ločeno tržno pogodbo za prodajo energije. Slovenska podpora shema je sicer ena prvih, ki je praktično od začetka (še pred prenovo leta 2008 oziroma 2009) imela izrecno možnost zamejitve podpore na finančni del ter prodaje električne energije popolnoma na trgu (t.i. koncept tržne premije). Z vidika tehnologije izpostavljam rastočo prevlado sončnih fotovoltaičnih elektrarn ter soproizvodnih naprav, kar sicer kaže tudi na enega od problemov širšega vidika ureditve podporne sheme oziroma podlag za izvajanje sheme. Ugotavljamo, da je podobno kot v drugih evropskih državah večina investorjev izven ožjega področja energetike. Razdrobljena struktura hkrati tudi pomeni večjo verjetnost za praktične težave z zakonodajo iz drugih področij, predvsem davčno-finančnega. Take težave so se po naši izkušnji v shemi tudi pojavljale.

Na koncu članka podajamo nekaj naših predlogov za boljše izvajanje takih mehanizmov v prihodnje. Podpora shema vsaj v srednjeročnem obdobju ostaja eden od pomembnih instrumentov za doseg nacionalnih ciljev glede deleža obnovljivih virov energije v končni bruto energetski rabi oziroma širše v energetski bilanci. Zato je pomembno, da se naslovi obstoječe pomanjkljivosti s ciljem optimizacije sheme. Ugotavljamo, da so nekatere možne spremembe precej zahtevne z vidika vpeljave, medtem ko so nekatere precej lažje in bodo morda lahko vpeljane že v prenovi predpisov skladno z zahtevami EU zakonodajnega paketa Čista energija za vse Evropejce (CEP).

Ključne besede: obnovljivi viri energije, podpora shema, državna pomoč, Evropska unija

ŠK C5-200

CIGRE ŠK C5 (Elektroenergetski trg in regulacija)

**Razvoj slovenskega trga z električno energijo –
trendi in priložnosti****Sandi Sever¹, David Copic¹, Andraž Šavli¹, Jasmina Bajec Omahen¹, Borut Rajer¹**¹Borzen, operater trga z elektriko, d. o. o.borut.rajer@borzen.si

Letos je minilo 20 let od ustanovitve operaterja trga z elektriko. Borzen kot operater trga z elektriko soustvarja in razvija slovenski energetski trg in v skladu z javno gospodarsko službo, za uporabnike s področja energetskega trga, izvaja storitve določene z Energetskim zakonom. Med storitve, ki jih izvaja Borzen spada upravljanje bilančne sheme trga z elektriko, evidentiranje zaprtih pogodb in obratovalnih napovedi ter izvajanje bilančnega obračuna. V članku bomo skozi številke predstavili razvoj trga z elektriko v Sloveniji in pokazali, kako so določeni dogodki vplivali na članstvo v bilančni shemi, količino in število evidentiranih zaprtih pogodb ter na vrednostne podatke bilančnega obračuna. Predstavili bomo tudi osnove procesov povezanih s poročanjem, predvsem tistih, ki izhajajo iz uredbe REMIT.

Število članov na slovenskem trgu z elektriko je v letih od 2007 do 2015 vztrajno naraščalo. Leto 2016 pa je bilo prvo po letu 2007, ko smo beležili padec v številu članov. V tem obdobju je bil opazen predvsem trend večanja števila tujih družb na slovenskem trgu – število se je iz 30 v letu 2010 povečalo na 45 v letu 2015, ki predstavlja vrh članstva bilančne sheme. Po letu 2015 se članstvo bilančne sheme konstantno zmanjševalo in je v letu 2020 znašalo 62 članov. Podobna situacija je na primeru evidentiranih zaprtih pogodbah, kjer se je količina iz 24.000 GWh v letu 2007 povečala na 54.000 GWh v letu 2020. Na podlagi podatkov o količinah evidentiranih pogodb bomo podali tudi osnovne mere koncentracije, kot je Herfindahl–Hirschman indeks (HHI) koncentracije ter vsota deleža petih oziroma desetih največjih bilančnih skupin. Indeks (HHI) je skupno merilo koncentracije na trgu in se uporablja za določanje konkurenčnosti na trgu. Na podlagi podatkov ugotavljamo, da se je HHI od leta 2017 do 2020 bistveno povečal in se v letu 2020 ustavil na 2834, kar kaže na rastočo koncentracijo trga.

Slovenski trg električne energije je z datumom dobave 1. januar 2021 prešel iz urnega na 15-minutni obračunski interval. S tem se je sistem trga dejansko nekoliko približal delovanju elektroenergetskega sistema, ki deluje v realnem času. Prehod na 15-minutni interval je posledica zahtev enega od EU kodeksov – natančneje Uredbe Komisije (EU) 2017/2195 o določitvi smernic za izravnavo električne energije. Na podlagi podatkov bilančnega obračuna bomo na nekaj prvih mesecih analizirali vpliv prehoda na količino in stroške odstopanj bilančnih skupin.

Na koncu članka se bomo osredotočili na prihodnje izzive s katerimi se sooča slovenski in tudi evropski trg z elektriko. Eden od teh je predvsem integracije koncepta neodvisnega agregatorja na trg električne energije, ki predstavlja izziv za vse deležnike trga vključno z operaterjem trga z elektriko.

Ključne besede: trg z električno energijo, Evropska unija, zakonodaja

ŠK C5-232

CIGRE ŠK C5 (Elektroenergetski trg in regulacija)

Projekt UPORABLJAJ PAMETNO

**Anton Kos¹, mag. Maja Ivančič¹, Kristijan Koželj¹, Leon Maruša¹, dr. Miran Rošer. ml.¹,
dr. Živa Stepančič², dr. Andrej Krpič³, dr. Arso Savanovič³, dr. Dušan Gabrijelčič²,
mag. Boštjan Turinek¹, dr. Miha Smolnikar⁴, Gordana Stojnšek Žnidarec¹,
dr. Ramanpreet Kaur², Damjan Bobek¹**

¹Elektro Celje; ²Institut Jožef Stefan; ³Smart Com, d.o.o.; ⁴ComSensus, d.o.o.

anton.kos@elektro-celje.si

V začetku leta 2021 smo na distribucijskem območju Elektra Celje pričeli z izvajanjem pilotnega projekta UPORABLJAJ PAMETNO, v katerem sodeluje 800 gospodinjstev in malih poslovnih odjemalcev električne energije. S projektom želimo, na omejenem obsegu uporabnikov, pilotno izvesti ne le merjenje, temveč tudi obračunavanje omrežnine po več tarifah, skladno s 135. členom Akta o metodologiji za določitev regulativnega okvira in metodologiji za obračunavanje omrežnine za elektro operaterje. Namen projekta je s pomočjo dinamičnega tarifiranja omrežnine za električno energijo zmanjšati obremenitev lokalnega elektrodistribucijskega omrežja v času koničnih obremenitev in hkrati spodbuditi odjemalce, da porabijo več energije v tipično sončnih obdobjih ter tako prispevajo k uravnoveženosti in stabilnosti električnega omrežja. V članku je predstavljena sama izvedba projekta in delni rezultati proženj dveh dodatnih dinamičnih tarif in sicer PKKT (pozitivna kritična konična tarifa) in NKKT (negativna kritična konična tarifa) od začetka izvajanja pa do danes. Tarifna postavka NKKT je namenjena spodbujanju porabe v času presežkov energije v omrežju, tarifa PKKT pa nastopi v času povečane obremenitve omrežja, predvsem v večernih urah in je namenjena znižanju porabe električne energije končnih uporabnikov.

Ključne besede: uporabljaj pametno, dinamično tarifiranje, prožnost, kritična konična tarifa, prilagajanje odjema, odjemalec električne energije

ŠK C5-280

CIGRE ŠK C5 (Elektroenergetski trg in regulacija)

Vpliv novega jedrskega bloka JEK2 na rezervo za povrnitev frekvence v EES Slovenije**Aleksandar Momirovski¹, Bruno Glaser², Jurij Kurnik², Robert Bergant²,
Tomaž Tomšič³, Miloš Pantoš⁴**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²Gen Energija d.o.o.; ³ELES; ⁴Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani
aleksandar.momirovski@eimv.si

Zanesljiva in kakovostna oskrba z električno energijo je pogojena z obratovanjem preizkušenih stabilnih proizvodnih enot električne energije. Eden najbolj zanesljivih in okolju prijaznih virov električne energije, brez katerega bo ambicija za elektroenergetsko samozadostnost EES RS v naslednjih 20 letih postala vprašljiva, je nov jedrski blok JEK2.

V letu 2030 je predvidena vključitev bloka JEK2 nazivne neto električne moči (na pragu elektrarne) približno 1100 MW. Novi blok JEK2 naj bi obratoval paralelno z že obstoječim blokom NEK moči 696 MW (oz. 703 MW po letu 2025) vsaj še 10 let vse do zaprtja NEK, kar je predvideno v letu 2043. Zato so bile narejene dodatne analize vpliva vključitve JEK2 še za leto 2043. Ob upoštevanju energetskih izhodišč, ki zajamejo napovedi:

- aktualnega Celovitega nacionalnega energetskega in podnebne načrta Republike Slovenije (NEPN)
- Razvojnega načrta prenosnega omrežja Republike Slovenije 2019-2028 in
- aktualnega Desetletnega razvojnega načrta evropskega združenja operaterjev prenosnih sistemov (ENTSO-E TYNDP 2020), ki v svojem najbolj realističnem t.i. GA scenariju (angl. Global Ambition Scenario) predvideva izgradnjo JEK2.

Ročna rezerva za povrnitev frekvence (rRPF) je ob trenutnem stanju elektroenergetskega sistema v Sloveniji pogojena z izpadom največje proizvodne ali odjemalne enote v regulacijskem območju ali regulacijskem bloku. Tovrstni izpad je znan pod imenom incident. V Sloveniji je za zagotavljanje ročne rezerve za povrnitev frekvence (rRPF) odgovoren sistemski operater ELES. V sklopu prispevka je točka interesa t.i. pozitivna rRPF oz. pozitivni incident. V skladu s definicijo incidenta, bi ta bil enak nazivni pragovni moči JEK2. V letu 2030 in 2043 smo določili potrebno rRPF znotraj regulacijskega bloka SHB kot posledica priključitve JEK2 v 100 % slovenski lasti, kakor tudi spremembe rRPF za vsako območje glede na stanje rRPF v letu 2020. Poleg tega je prikazan tudi primer fiktivnega regulacijskega bloka, ki bi ga Slovenija sestavljala skupaj s tujimi regulacijskimi območji, podobno kot regulacijski blok SHB. Izračun rRPF je narejen ob predpostavki, da je incident v fiktivnem regulacijskem bloku »Slovenija-tujina« določen z nazivno pragovno močjo JEK2 (1100 MW) ali s tujo enoto večje pragovne moči kot JEK2.

Analiza potrebne rRPF za leti 2030 in 2043 je pokazala, da se v primerjavi z 250 MW pozitivne rRPF v letu 2020, ki se bo obdržala v EES RS do izgradnje JEK2, rRPF občutno poveča, in sicer za 451 MW v letu 2030 oziroma 511 MW v letu 2043. Tako bi rRPF, ki bi jo Slovenija morala zagotoviti v letu 2030 oziroma 2043, znašala 701 MW oziroma 761 MW. Kljub temu smo ocenili, da zagotavljanje rRPF ob priklopu JEK2 v EES Slovenije v 2030 in 2043, glede na napovedi razvoja elektroenergetskega sistema Republike Slovenije in razvoja ENTSO-E, ne predstavlja tehničnih težav.

Ključne besede: jedrska elektrarna, sistemske storitve, regulacijski blok, regulacijsko območje, ročna rezerva za povrnitev frekvence

ŠK C5-298

CIGRE ŠK C5 (Elektroenergetski trg in regulacija)

Pilotno obračunavanje samooskrbnih skupnosti – simulacije in realni primer skupnosti Luče**Leon Maruša¹, Sonja Grilec Vižintin¹, Anton Kos¹, Kristijan Koželj¹, Miran Rošer¹, Boštjan Turinek¹, Borut Jereb², Gašper Artač², Tomi Medved², Bojan Stojanovič³**¹Elektro Celje; ²Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani; ³Petrol
leon.marusa@elektro-celje.si

Glavna ideja samooskrbnih skupnosti je lokalno izravnavanje proizvodnje in porabe električne energije, ki vodi v večjo energijsko samozadostnost, višjo energetske učinkovitost in posledično manjši ogljični odtis. Praktična izvedba takšnih skupnosti je v nekaterih evropskih državah v obratovanju že nekaj časa v takšni ali drugačni obliki in tudi v Sloveniji se že pojavljajo prve skupnosti. S stališča obračuna električne energije samooskrbnim skupnostim so po trenutni zakonodaji določeni pilotni mehanizmi obračuna omrežnine po posebnih postavkah, ob glavnem pogoju, da je skupnost vključena v kvalificiran pilotni projekt iz področja dinamičnega tarifieranja. Natančneje pilotne mehanizme za obračun omrežnine pilotnih samooskrbnih skupnosti določa 137. člen Akta o metodologiji za določitev regulativnega okvira in metodologiji za obračunavanje omrežnine za elektrooperaterje. V referatu bomo v prvem delu predstavili simulacije obračuna različnih umetno ustvarjenih skupnosti, ki bazirajo na podlagi realnih števnih podatkov. V drugem delu bomo podali analize in rezultate realnih mesečnih obračunov, ki se izvajajo v okviru pilotnega projekta za samooskrbno skupnost v Lučah od 1.1.2021 dalje. V zadnjem delu bomo predstavili primerjalne analize simulacij in realnega obračuna ter koristi in izzive, ki jih pilotno obračunavanje samooskrb prinese za končne odjemalce.

Ključne besede: samooskrbne skupnosti, lokalna proizvodnja in odjem, simulacije, pilotni projekt, 137. člen omrežninskega akta

 **ELEKTROTEHNA**
ELEX international trade, d.o.o.

MICOM
ELECTRONICS

 **lumpi**
berndorf

 **KOAK**

 **Roxtec**

 **GAP-ING**
»vse pod kontrolo«

razstavljalci

PRODAJNI ZASTOPNIK ZA SLOVENIJO



VN stikalna oprema za prostozračna in oklopljena stikališča

NKT

visokonapetostne kableske povezave

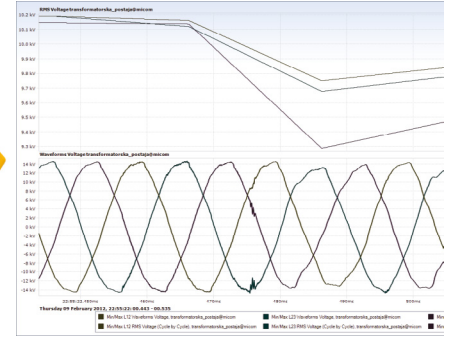


daljnovodna obesna in spojna oprema

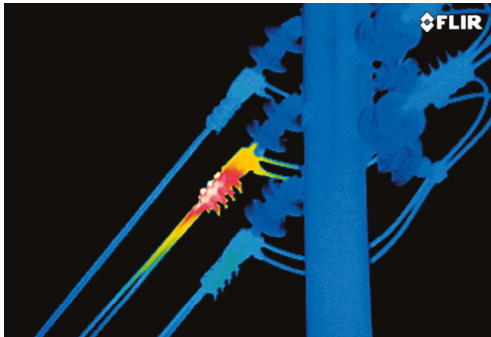


spončni material za stikališča

Oprema za meritve v NN instalacijah in merjenje kvalitete el. energije



Termografske kamere za vse vrste aplikacij



Instrumenti za testiranje visokonapetostne opreme



Micom Electronics d.o.o.
Dobrave 10
1236 Trzin
01 589 62 50
info@micom.si
www.micom.si



MICOM - Vaš dobavitelj merilne opreme



LUMPI-BERNDORF - LEADING TECHNOLOGIES IN OVERHEAD CONDUCTORS

Ingenious technology and uncompromising professionalism are not the only prerequisites for meeting differing customer requirements. The special solutions developed and exactly oriented to the needs of customers by both partners for overheadline construction also prove a high degree of flexibility. Past decades brought severe increases in energy requirements, liberalisation in the electricity market led to changed load flows. Enhanced distribution- and transmission performances are thus considered top priorities. Lumpi-Berndorf has mastered this challenge and supports you with sophisticated special constructions for the economic uprating of existing overhead lines. Among these – fully attuned to an environmentally correct product design – are coated camouflage conductors in various colours.

Together with a wide range of standard overhead conductors, which Lumpi-Berndorf can offer conform to practically all international standards, a high share of production comprises special lines.

This includes high-temperature resistant, black-coated conductors for an additional increase in transmission performance, environmentally friendly green-coated conductors, low sag conductors for high-temperature operation and OPGW/OPPC. In order to overcome the corona problem we also provide hollow as well as conductors with hydrophilic surface.

SPECIAL OVERHEAD CONDUCTORS

Solutions for sensitive environmental areas and combined energy data transmission



MORE CAPACITY

Increase transmission performance with temperature-resistant overhead conductors



SILENT BLACK COLOUR

Combination for colour-coating and noise reduction in perfect harmony



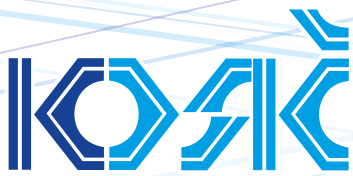
Lumpi-Berndorf Draht- und Seilwerk GmbH

Headoffice and plant Linz:
Binderlandweg 7
4030 Linz, Austria

Plant Berndorf:
Leobersdorferstrasse 26
2560 Berndorf, Austria

Phone: +43 732 383 848 0
Fax: +43 732 370 378

office@lumpi-berndorf.com
www.lumpi-berndorf.com



Družinsko podjetje
KOSIČ d.o.o.

Ruperče 13, 2231 Pernica, Slovenija
Tel.: +386 2 644 61 00
Fax: + 386 2 644 61 05
info@kotic.si
www.kotic.si



ELEKTROENERGETIKA



- Obešalna oprema za VN, SN in NN nadzemne vode
- Izolatorji (kompozitni in keramični)
- Elektro omarice
- Oprema za elektro omarice in elektro instalaterje
- Orodja in varnostna oprema za monterje
- Transformatorske sponke
- Vodniki za nadzemne vode





Naj bo Vaša oprema suha

Zaščitite svoje gradbišče in transformatorske postaje pred poplavami, vlažnostjo in zamakanjem. Ohranite optimalne pogoje delovanja s Roxtec UG™ tesnilne rešitve za kable in cevi.

- Odlično zadrževanje kablov
- Močna podzemna pregrada
- Odpornost na plin, vodo in glodalce

ŠK D1

ŠK D1 – Materiali in nove preiskovalne metode

Predsednik: Tim Gradnik
Tajnik: Marja Mulej

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Alternativne tehnologije za izboljšanje obratovalne varnosti in okoljske prijaznosti

- Transformatorji polnjeni z estri
- Transformatorji suhega tipa
- Polprevodniški transformatorji
- Kogeneracija
- Izraba odvečne toplote

PT 2: Obratovalne izkušnje s transformatorji, ki uporabljajo nove tehnologije

- Prednosti in omejitve novih tehnologij
- Vplivi na specifikacije
- Aplikacije in poslovni primeri

PT 3: Novi materiali in tehnologije za preizkušanje VN izolacijskih sistemov

CIGRE ŠK D1-233

Čuček Biljana, Bernard Nataša

Novosti pete izdaje standarda EN IEC 60296:2020 Tekočine za elektrotehniko – Mineralna izolacijska olja za električno opremo



cigre
Slovenija



CIRED
Slovenija

ŠK D1-233

CIGRE ŠK D1 (Materiali in nove preiskovalne metode)

Novosti pete izdaje standarda EN IEC 60296:2020 Tekočine za elektrotehniko – Mineralna izolacijska olja za električno opremo

Biljana Čuček¹, Nataša Bernard¹

¹Elektroinštitut Milan Vidmar

biljana.cucek@eimv.si

Izbira izolacijske tekočine je eden od pomembnejših parametrov pri zagotavljanju kakovosti novega transformatorja, ki zagotovo pomembno vpliva tudi na njegovo pričakovano življenjsko dobo. V procesu nabave novega transformatorja je izbira izolacijske tekočine običajno pogojena z zahtevo naročnika in samo namembnostjo transformatorja. S fizikalno-kemijskimi preiskavami številnih parametrov novih izolacijskih tekočin in preverjanjem njihove skladnosti z zahtevami standarda EN IEC 60296 na Elektroinštitutu Milan Vidmar o izbiri izolacijskih tekočin za električno opremo že desetletja svetujemo tako naročnikom kot tudi proizvajalcem transformatorjev. Tudi zaradi tradicionalno dobrega sodelovanja večina transformatorjev v slovenskem elektroenergetskem sistemu vsebuje inhibirana mineralna olja najvišje kakovosti, njihove okvare pa so redke.

Ta članek povzema ključne novosti pete izdaje standarda EN IEC 60296, ki je izšla avgusta lani in pri katere reviziji je sodeloval tudi Elektroinštitut Milan Vidmar. Predstavljene so nekatere nove testne metode in njihovi kriteriji, kot tudi nova kategorizacija olj na tipa A in B in njune ključne razlike. Poleg zahtev za izključno nove izolacijske tekočine, ki so jih obravnavale prejšnje izdaje, so v novi izdaji vključene tudi zahteve za reciklirana, regenerirana in ponovno rafinirana mineralna olja, katerih uporaba se v tujini v zadnjih letih povečuje. V članku so predstavljene tudi naše izkušnje in priporočila glede njihove uporabe.

Ključne besede: EN IEC 60296 standard, izolacijska tekočina, transformator, nove testne metode

ŠK D2

ŠK D2 – IT in TK v elektroenergetiki

Predsednik: Andrej Souvent

Tajnik: Janez Bartol

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Telekomunikacijska (IKT) omrežja v elektroenergetičnih podjetjih

- Paketna IKT omrežja in nove tehnologije in pristopi v IKT omrežjih – SDN
- Avtomatizacija, analitika, strojno učenje in umetna inteligenca v IKT omrežjih in sistemi za upravljanje IKT omrežij
- Tehnologije in rešitve za zagotavljanje storitev na dostopni ravni (pLTE, 5G, WiFi, LoRA, optična omrežja, javna omrežja)
- Sodobni podatkovni centri v elektroenergetiki, arhitekture in rešitve komunikacijske infrastrukture, projekti in izkušnje
- Praktične izkušnje in izvedeni projekti na področju IKT omrežij

PT 2: Kibernetska varnost v IKT sistemih slovenskih elektroenergetičnih podjetij

- Varnostne grožnje, tehnologije in rešitve za zagotavljanje kibernetske varnosti v procesnih sistemih (OT)
- Povezovanje IT in OT sistemov v luči kibernetske varnosti
- Regulatorna na področju kibernetske varnosti za kritično infrastrukturo in njen vpliv na razvoj varnostnih sistemov
- Sodobne tehnologije strojnega učenja in umetne inteligence za kibernetsko varnostne sisteme
- Varnostno operativni centri za kibernetsko varnost

PT 3: Informacijske rešitve v IKT infrastrukturi elektroenergetičnih podjetij

- Integracija sistemov v okviru referenčne arhitekture za izmenjavo informacij v elektroenergetičnem sistemu – izvedeni projekti, pridobljene izkušnje in razvojne projekcije
- Aplikacijske rešitve na osnovi tehnologije veriženja blokov, izkušnje in smernice v bodoče
- Upravljanje z velikimi količinami podatkov (big data) in analitika za potrebe elektroenergetičnih sistemov – aplikacije in rešitve v elektroenergetičnih podjetjih

CIGRE ŠK D2-130

Petrovič Nejc, Smukavec Janez, Stopar Rok

Koordinirana izmenjava podatkov med prenosnim in distribucijskim operaterjem omrežja – izkušnje po zaključku projekta TDX-ASSIST

CIGRE ŠK D2-147

Hafnar Blaž, Škufca Marko

Poenotenje merilnih podatkov za potrebe analitike in poročanja

CIGRE ŠK D2-162

Pajžlar Mihael

Pametni protokolni prehod

ŠK D2

CIGRE ŠK D2-172

Petrovič Nejc, Rožič Boštjan, Ožegovič Vanja

Izkušnje z implementacijo informacijskega modela CIM v Elektroprivredi Srbije Niš

CIGRE ŠK D2-184

Noč Miha

Prednosti standardiziranega geografsko informacijskega sistema

CIGRE ŠK D2-211

Ceferin Peter, Štih Igor

Avtomatizacija in omrežja IKT na osnovi tehnologije matričja v elektroenergetskih podjetjih

CIGRE ŠK D2-242

Šinkovec Tadej, Prašnikar Damjan, Dovnik Ivan, Turnšek Benjamin, Koželj Kristijan, Mule Janez, Kraner Blaž

Sistem za enoten dostop do merilnih podatkov – Enotna vstopna točka nacionalnega podatkovnega vozlišča

CIGRE ŠK D2-246

Košir Primož, Leban Aleš

Razvoj in povezovanje informacijskih sistemov v podjetju Elektro Primorska d.d.

CIGRE ŠK D2-309

Kozamernik Simon, Nograšek Simona, Krnjak Darko

IP-KVM distribuirana vizualizacijska platforma za učinkovito in varnejše delo v novem distribucijskem centru vodenja Elektro Ljubljana

CIGRE ŠK D2-310

Davidov Sreten, Medved Mihael, Maksimovic Daniela

CIM integracije razpršenih virov in izmenjave podatkov v ADMS modelu distribucijskega omrežja Elektra Ljubljana d.d.

ŠK D2-130

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

Koordinirana izmenjava podatkov med prenosnim in distribucijskim operaterjem omrežja – izkušnje po zaključku projekta TDX-ASSIST**Nejc Petrovič¹, Janez Smukavec¹, Rok Stopar²**¹Elektro Gorenjska; ²ELES
nejc.petrovic@elektro-gorenjska.si

Evropski H2020 projekt TDX-ASSIST, je bil usmerjen v razvoj novih informacijsko komunikacijskih orodij in tehnik za lažjo skalabilno in varno izmenjavo informacij med prenosnimi in distribucijskimi operaterji elektroenergetskega sistema (TSO-ji in DSO-ji). V sklopu projekta, ki se je zaključil oktobra 2020 in je vse skupaj trajal 36 mesecev je bilo razvitih 11 poslovnih primerov uporabe (t.i. »Business Use Cases, BUC«), ki definirajo koristne izmenjave podatkov, vključno z vsemi vpletenimi deležniki, sistemi in strukturo podatkov, ki se izmenjujejo. Od navedenih 11 poslovnih primerov uporabe, sta bila 2 demonstrirana tudi v Sloveniji in sicer primer uporabe vezan na izmenjavo informacij med TSO in DSO za potrebe aktivacije virov fleksibilnosti, ki so priključeni na distribucijsko omrežje v organiziranem tržnem okolju, za namene sistemskih storitev, bodisi za TSO, bodisi za DSO. Drug primer uporabe pa se je nanašal na izmenjavo informacij potrebnih za lažjo koordinacijo dolgoročnega načrtovanja in razvoja omrežja, kot posledica nevadno sprejetih omrežnih kodeksov. Večina primerov uporabe je bila realizirana s pomočjo skupnega informacijskega modela CIM orodja Enterprise Architect in uporabo ECCo SP platforme za izmenjavo podatkov.

Članek se osredotoča predvsem na drugi primer uporabe, ki sta ga realizirala ELES in Elektro Gorenjska, hkrati pa izpostavlja še splošne izkušnje s projektom in predvsem daje priporočila za naprej, kako bi koristne rezultate projekta lahko na ravni vseh distribucijskih podjetij prenesli v vsakodnevno prakso.

Ključne besede: TDX-ASSIST, TSO, DSO, Fleksibilnost, prožnost, izmenjava podatkov, CIM, ECCo SP

ŠK D2-147

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

Poenotenje merilnih podatkov za potrebe analitike in poročanja**Blaž Hafnar¹, Marko Škufca²**¹Elektro Gorenjska; ²ADD d.o.o.bhafnar@elektro-gorenjska.si

V podjetjih za distribucijo električne energije se pri rednem poročanju in vsakodnevnih analizah na podlagi merilnih podatkov stanja v omrežju srečamo z različnimi podatkovnimi viri. Sistemi, ki predstavljajo podatkovne vire, zajemajo podatke v različnih točkah omrežja in na različnih nivojih (RTP, TP, merilno mesto idr.). Različni sistemi pri tem podatke zajemajo v različnih periodah in količinskih enotah. Hkrati pa jih tudi shranijo in prezentirajo uporabniku na različne načine. Podatki iz različnih sistemov se uporabljajo pri pripravi več poročil in mnogo vsakodnevnih analizah. Zakaj si ne bi olajšali izvedbo vseh teh analitičnih scenarijev, če so logika in pravila za primerjavo podatkov ena?

V podjetju Elektro Gorenjska d.d. pri vzpostavitvi rešitve za poslovno in podatkovno analitiko pristopamo k poenotenju merilnih podatkov iz sistemov SCADA, obratovalnih meritev in naprednega merilnega centra. Na ta način želimo pripravljavcem poročil in analiz zagotoviti ne samo preverjen vir za poročanje, ampak jim tudi olajšati izvedbo analiz s poenotenjem podatkov iz različnih virov. Hkrati z rešitvijo omogočamo tudi povezovanje in primerjavo podatkov iz različnih sistemov poslovnega in operativnega področja. S partnerjem na projektu podjetjem ADD d.o.o. bomo predstavili praktičen primer in izkušnje gradnje takega sistema.

Ključne besede: analitika, poročanje, meritve, primerjava podatkov, poenotenje podatkov

ŠK D2-162

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

Pametni protokolni prehod**Mihael Pajžlar¹**¹Izoelektro d.o.o.mihael@izoelektro.si

Predstavljeni pametni protokolni prehod z množico naprav internetnih stvari (Internet of Things – IoT) RAM-1, ki predstavljajo vir podatkov v RTP (razdelilni transformatorski postaji) omogočajo uporabo ustrezne metode iz področja umetne inteligence, s čimer bi lahko napovedovali možne prihajajoče dogodke nekaj ur pred dejanskimi dogodki, kar bi omogočilo, da se lahko elektro-gospodarstvo pravočasno pripravi ali ustrezno ukrepa, da prepreči dogodek. S povezljivostjo v mobilno omrežje bi lahko sama naprava pridobila dodatne potrebne informacije za bolj natančno napovedovanje dogodkov.

Referat obravnava razširitvene možnosti uporabe naprave RAM-1, ki bi omogočale prenos podatkov iz enega v druga informacijska okolja po znanih komunikacijskih protokolih. Prav tako bi omogočal prehod iz enega na drug komunikacijski protokol.

Uporabili bi tako imenovane digitalne izhode za vklop ali izklop, kar bi bilo uporabno za signalne lučke za nevarnost ali za vklop in izklop poljubne naprave. Prav tako bi bila možnost dodajanja modulov, kateri omogočajo povezavo v mobilno omrežje (4G, 5G, LTE, itd) ali v brezžično omrežje 2,4 ali 5 GHz.

S pomočjo lokalne podatkovne baze in strojnega učenja na robu sistema bi lahko napovedovali dogodke glede na pričakovane vzorce podatkov.

Predvidena je uporaba Raspberry Pi računalniškega modula s procesorjem ARM, ki je namenjen za industrijsko okolje. Zaradi zmogljivosti ARM procesorja bi se za komunikacijske protokole uporabili obstoječi USB vmesniki, ki so podprti za operacijski sistem Linux. V podjetju Izoelektro d.o.o. bo namensko razvita razširitvena kartica za računalniški modul, ki bo podpirala prej omenjene možnosti.

Uporaba take naprave v RTP prostoru prinaša številne prednosti. Ena izmed teh je, da naprava s pomočjo umetne inteligence spozna dinamiko na lokalni ravni, torej samo za lokacijo na kateri je montirana. S takim pristopom se poveča boljše napovedovanje dogodkov in o teh primerno in pravočasno obvesti upravitelja naprav. Take naprave bi bilo smiselno povezati med seboj preko centralnega sistema, ki bi s pomočjo umetne inteligence obdelal in napovedal dogodke v širšem prostoru

Ključne besede: ARM, IoT, umetna inteligenca, predvidevanje dogodkov, protokoli

ŠK D2-172

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

**Izkušnje z implementacijo informacijskega modela CIM
v Elektroprivredi Srbije Niš****Nejc Petrovič¹, Boštjan Rožič², Vanja Ožegovič³**¹Elektro Gorenjska; ²GDB; ³NITES, Češkanejc.petrovic@elektro-gorenjska.si

Projekt projektiranja in implementacije CIM modela v srbsko elektrodistribucijsko podjetje Elektroprivreda Srbije je potekal v letu 2020, na katerem so na strani izvajalcev sodelovala podjetja NITES, GDB in Elektro Gorenjska. Tekom projekta je bila kot prva distribucija za implementacijo CIM modela izbrana podružnica Niš, ki predstavlja eno izmed petih organizacijskih enot v celotni Srbiji. V sklopu projekta je bil implementiran CIM repozitorij, kamor so se uvozili podatki iz primarnega GIS sistema z nazivom GinisED. Vse skupaj je bil projekt razdeljen na 5 kontrolnih točk, od katerih je bila ena tudi pregled trenutnega stanja na področju obvladovanja podatkov o elektroenergetski infrastrukturi in priprava priporočil za nadaljnjo implementacijo CIM modela tako v smislu nadaljnje integracije informacijskih sistemov v organizacijski enoti Niš, kot v smislu širitve informacijskega modela CIM na preostale 4 organizacijske enote.

Ključne besede: CIM, EPS, integracija sistemov, GIS, izmenjava podatkov

ŠK D2-184

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

Prednosti standardiziranega geografsko informacijskega sistema**Miha Noč¹**¹Elektro Gorenjskamiha.noc@elektro-gorenjska.si

V podjetju Elektro Gorenjska smo v začetku leta 2020 v produkcijo zagnali nov geografsko informacijski sistem (GIS). Implementacija novega sistema je potekala v več fazah, celoten proces od raziskovanja, izbire in implementacije pa je trajal več let. Razlogov za zamenjavo je bilo več. Na grobo lahko te razloge razdelimo med funkcionalne, uporabniške in sistemske. V prispevku bodo ti razlogi na kratko predstavljeni. Slednje je namreč osnova za predstavitev prednosti, ki jih prinaša skladnost GIS-a z OGC standardi in delovanje le-tega na podatkovni bazi SQL. V enoletni uporabi takega informacijskega sistema se je pokazalo, da je uporaba podatkov po uvedbi enostavnejša, učinkovitejša in tudi bolj varna. Do podatkov lahko dostopamo z vsemi orodji, ki so skladna z omenjenimi standardi, kar uporabnost podatkov še poveča. Glede na predhodno rešitev so se odprle možnosti za uporabo spletnih servisov, kar postaja temelje za sodobno integracijsko strukturo v integriranem informacijskem sistemu podjetja. Te pozitivne lastnosti omogočajo tudi razvoj informacijskega sistema kot takega kot tudi uporabniških funkcij in aplikacij neodvisno od zunanjega ponudnika. S tem se krepi znanje zaposlenih in njihova dodana vrednost. V prvem letu uporabe smo naleteli tudi na nekatere manj pozitivne izkušnje, katere je prav da jih tudi predstavimo, da bo predstavitev celovitejša.

Ključne besede: GIS, informacijski, sistem, prednosti, standard

ŠK D2-211

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

**Avtomatizacija in omrežja IKT na osnovi tehnologije matričja
v elektroenergetskih podjetjih****Peter Ceferin¹, Igor Štih¹**¹Smart Competer.ceferin@smart-com.si

Razvoj informacijsko-komunikacijskih omrežij je tudi v elektrogospodarskih podjetjih dosegel visoko raven funkcionalnosti in storitev, ki jih lahko zagotavljajo različnim procesom in uporabnikom. Tako lahko danes zasledimo veliko raznolikost različnih tehnologij in mehanizmov, ki se v tovrstnih omrežjih uporabljajo. Segmentacija IKT omrežij na IT in OT omrežja je že dolgo prisotna. Vedno bolj se izvaja tudi segmentacija znotraj posameznih delov omrežij – IT, OT ter omrežij podatkovnih centrov. Ob vsem tem pa se zastavljajo vprašanja, kako obvladovati nastalo kompleksnost ob zavedanju, da je obratovalno osebje ob porastu zahtev vedno bolj obremenjeno, tehnične ekipe v elektrogospodarskih podjetjih pa po številu ostajajo na tako rekoč enaki ravni že vrsto let. Drug pomemben element, ki ga je potrebno ves čas izpolnjevati je zagotavljanje parametrov visoke razpoložljivosti v omrežjih, kibernetske varnosti, ki mora biti integrirana že na omrežni ravni ter zagotavljanje storitev za širok nabor različnih uporabniških sistemov. S podobnimi dilemami se sooča celotna IKT industrija, zato se je kot odgovor na te izzive razvila tehnologija omrežij na osnovi t.i. matričja (ang. Fabric), ki v povezavi z gradniki avtomatizacije in upravljanja obratovalnemu osebju IKT omrežij omogoča učinkovito vodenje omrežij ob hkratnem povečevanju zahtev, ki se postavljajo pred sodobna IKT omrežja v elektrogospodarskih podjetjih. Članek podaja vlogo tehnologij matričja in avtomatizacije pri razvoju in načrtovanju sodobnih IKT omrežij v elektrogospodarskih podjetjih

Ključne besede: Avtomatizacija v IKT omrežjih, matričje, visoka razpoložljivost, kibernetska varnost

ŠK D2-242

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

Sistem za enoten dostop do merilnih podatkov – Enotna vstopna točka nacionalnega podatkovnega vozlišča**Tadej Šinkovec¹, Damjan Prašnikar², Ivan Dovnik³, Benjamin Turnšek⁴,
Kristijan Koželj⁵, Janez Mule⁶, Blaž Kraner⁶**¹Elektro Ljubljana; ²Elektro Gorenjska; ³Elektro Maribor; ⁴Elektro Primorska; ⁵Elektro Celje; ⁶Informatika d.d.
tadej.sinkovec@elektro-ljubljana.si

Izmenjava podatkov, večinoma med udeleženci na trgu in končnimi uporabniki, je v zadnjem desetletju intenzivno napredovala. Skladno z uveljavljeno Uredbo o ukrepih in postopkih za uvedbo in povezljivost naprednih sistemov za merjenje električne energije ter zahtevami energetskega zakona morajo upravljavci distribucijskih sistemov v Sloveniji vzpostaviti enotno dostopno točko merilnih in obračunskih podatkov. Namen podatkovnega vozlišča je zagotoviti enoten in standardiziran način dostopa do merilnih in obračunskih podatkov, do katerih je upravičen končni uporabnik, dobavitelj el.en. in ostali upravičenci ali pooblaščenca. Podatki morajo biti na voljo za vse udeležence na nediskriminatoren, objektiv in pregleden način.

Skladno z uvajanjem naprednega merilnega sistema se merilni in obračunski podatki na tehnično opremljenih merilnih mestih zbirajo v petih lokalnih naprednih distribucijskih merilnih centrih, ki so integrirani v skupno energetske vozlišče. Trenutno je več kot 80% merilnih mest opremljenih s t.i. naprednimi števci (različne generacije), kar omogoča zbiranje podatkov na daljavo in vsaj druge osnovne funkcije.

Projekt uvedbe Sistema za enoten dostop do merilnih podatkov (SEDMp) je zaživel v letu 2019, v oktobru istega leta pa je zapolnil takratno vrzel po enotnem dostopu do merilnih podatkov za končne uporabnike ne glede na distribucijsko področje ali dobaviteljevo pripadnost. Poleg dostopa do obračunskih (letnih ali mesečnih) podatkov in različnih preteklih agregiranih podatkov o porabi / proizvodnji na dnevni, tedenski in mesečni osnovi, sistem omogoča tudi dostop do 15-minutnih merilnih podatkov. SEDMp daje končnim uporabnikom možnost opazovanja porabe ali proizvodnje energije z lastnih merilnih mest, neodvisno od tega, iz katerega merilnega centra je zbiranje podatkov potekalo s pomočjo spletnega portala ali mobilne aplikacije, imenovane mojelektro.si. Funkcija upravljanja pooblastil strankam omogoča dostop do svojih podatkov tretjim osebam (dobaviteljem, združevalcem itd.). Za pokrivanje masovnih podatkov v 15 min resoluciji, smo vzpostavili tudi dodatne B2B podatkovne storitve za dobavitelje, agregatorje, ponudnike energetske storitev, distribucijska podjetja in regulativne organe. Konec maja 2020 je bil vzpostavljen B2B spletni portal, imenovan Centralni elektro-energetski portal Slovenije (CEEPS), ki ga vsi distributerji, dobavitelji in organizator trga uporabljamo za izmenjavo podatkov bilančnega obračuna, dostopanje do podatkov preostalega diagrama, dostop do 15 min merilnih podatkov za posamezno bilančno skupino. Za potrebe procesa menjave dobavitelja je vzpostavljen tudi proces spletne oddaje zahtev za menjavo dobavitelja posameznega merilnega mesta.

Projekt je v stalni fazi razvoja in sproti objavi produkcijskih rešitev. V okviru referata bo predstavljena arhitektura izmenjave podatkov preko Sistema za enoten dostop do merilnih podatkov, pregled izvedenih in uporabljenih rešitev ter nadaljnji načrti razvoja celovite rešitve Enotne vstopne točke nacionalnega podatkovnega vozlišča.

Ključne besede: Izmenjava podatkov, merilni podatki, enotna vstopna točka nacionalnega podatkovnega vozlišča

ŠK D2-246

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

**Razvoj in povezovanje informacijskih sistemov
v podjetju Elektro Primorska d.d.****Primož Košir¹, Aleš Leban¹**¹GDI d.o.o.primoz.kosir@gdi.net

Trg, zakonodaja in regulatorji bodo v razvoju distribucijskih sistemov zahtevala še hitrejše in kvalitetnejše odzivanje. Digitalni zajem podatkov, ki je možen kjerkoli, iz pisarne ali mobilne naprave na terenu, enostaven vpogled v stanje, pregledovanje in dopolnjevanje podatkih in avtomatizacija prenosa podatkov med informacijskimi sistemi z uporabo standardnih izmenjevalnih formatov so le del tekočih aktivnosti celovite prenove informacijskih sistemov v podjetju Elektro Primorska. Po uspešni uvedbi in povezavi sistemov za poslovanje, vzdrževanje in delovne naloge, GIS ter drugih sistemov, se izvaja integracija podatkov GIS v sistem za vodenje in obratovanje za potrebe pilotne faze projekta NEDO na področju Idrije. V projektu NEDO se je pri povezovanju uporabil CIM model. Vmesnik prve faze NEDO projekta se je uspešno nadgradilo s prenosom dodatnih CIM komponent za opis posameznih faz nizkonapetostnega omrežja in notranjosti postaj. Obenem se v podjetju izvajajo tudi aktivnosti za izboljšave procesa zajema podatkov na terenu. Dosedanjo, geodetsko usmerjene aplikacije GIS, nadgrajuje mobilna GIS aplikacija za podporo delovnemu procesu izdajanja soglasij, ki jo je možno razširiti tudi na druge dejavnosti podjetja. V prispevku bosta predstavljeni obe aktivnosti nadgradnje sistemov, njihovi cilji, uspehi in izzivi, ki so jih aktivnosti razvoja, kot vedno, prinesle na plan.

Ključne besede: mobilnost, CIM, topologija, povezovanje, integracija

ŠK D2-309

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

IP-KVM distribuirana vizualizacijska platforma za učinkovito in varnejše delo v novem distribucijskem centru vodenja Elektro Ljubljana**Simon Kozamernik¹, Simona Nograšek¹, Darko Krnjak²**¹RAP-ING, d.o.o.; ²Elektro Ljubljana
simon.kozamernik@rap-ing.si

Elektro Ljubljana d.d. je v letu 2020 prenovil distribucijski center vodenja (DCV) in z novim naprednim sistemom za vodenje omrežja zasledoval najsodobnejše pristope za vedno bolj zahtevno delo dispečerjev in ostalih na področju vodenja, načrtovanja, diagnostike in analitike elektroenergetskega sistema.

Del prenove DCV je tako tudi namenska distribuirana vizualizacijska platforma IP-KVM (IP- Keyboard Video Mouse), ki skrbi za prikaz in upravljanje sistemov na operatorskih delovnih mestih v realnem času brez zakasnitev pri upravljanju, vsa aktivna oprema pa se nahaja v strežniških prostorih. S tem je operaterjem zagotovljeno bolj ergonomsko, varno, učinkovito in hkrati brezprekinitveno delovanje, računalniki pa so v varnem, brezprašnem in ustrezno hlajenem prostoru, kjer je poenostavljeno tudi vzdrževanje.

Modularnost sistema omogoča razširitve sistema, s čimer zagotovi enostavno nadgrajevanje sistemov, vzporedno delovanje, testiranje novih sistemov in vključevanje novih naprav na obstoječem delovnem mestu.

Vsak operater ima za svoje delo enovito periferno opremo – eno miško in tipkovnico, preko katere upravlja s sistemi, ki jih lahko poljubno prikazuje na monitorjih ki so v sistem povezani.

IP-KVM omogoča dostop do dispečerju dodeljenih sistemov s kateregakoli delovnega mesta opremljenega z IP-KVM – t.i. prosto sedenje. To je v času razglašene epidemije COVID 19 in v primerih drugih podobnih izrednih razmer, ki lahko lokalno onesposobijo delovanje distribucijskega centra smiselno, saj se s tem vzpostavi tako imenovana geo-redundanca. Tako lahko operaterji lokalno in enako na oddaljenih lokacijah nemoteno dostopajo do sistemov in nadaljujejo z delom brez prekinitvev, kot bi delo opravljali v DCV, kar je Elektro Ljubljana z nadgradnjo in razširitvijo sistema IP-KVM v letu 2021 tudi vzpostavil.

Računalniški sistemi so lahko porazdeljeni na različnih lokacijah, s čimer se izognemo eni točki okvare oziroma t.i. »single point of failure« situacijam.

Kljub združevanju več sistemov v različnih varnostnih območjih in omrežjih v en sistem, ti sistemi ostanejo med seboj popolnoma ločeni, saj IP-KVM združuje le njihov prikaz, prenos podatkov med sistemi pa je še naprej omogočen zgolj na osnovi namenske mrežne topologije sistemov, ki so v IP-KVM sistem povezani.

Ključne besede: IP-KVM (Keyboard Video Mouse), distribucijski center vodenja, sodobne multimedijske tehnologija, ergonomija, geo-redundanca

ŠK D2-310

CIGRE ŠK D2 (Informacijsko komunikacijske tehnologije)

CIM integracije razpršenih virov in izmenjave podatkov v ADMS modelu distribucijskega omrežja Elektra Ljubljana d.d.**Sreten Davidov¹, Mihael Medved¹, Daniela Maksimovic¹**¹Elektro Ljubljanasreten.davidov@elektro-ljubljana.si

Razpršeni viri (solar, veter) prispevajo z cca. 2% deležem v mesečnem skupnem diagramu odjema Slovenije, čeprav so bolj pogosto vpleteni v distribucijsko omrežje zaradi državnih subvencij in različnih mehanizmov finančne podpore. Slabo modelirano distribucijsko omrežje in zasnovan model za predstavitev razpršenih virov (angl. Distributed Generators) lahko povzroči napačne stikalne manipulacije ob dispečiranju omrežja in s tem nezadovoljstva uporabnikov ob izpadih napajanja. Neposredno je nevprijeten interes Elektra Ljubljana izboljšati kazalce zanesljivosti napajanja (SAIFI, SAIDI, ENS, itd.).

V tem članku bomo predstavili logiko CIM integracije razpršenih virov in izmenjave podatkov v okviru postavljanja modela omrežja novega sistema ADMS (angl. Advanced Distribution Management System) na Elektru Ljubljana. Predstavili bomo attribute s katerimi modeliramo razpršene vire ter samooskrbe (pošiljanje podatkov v CIM repozitorij, zapis atributov, integracija z ADMS, ipd.) in njihov grafični prikaz na sistemu. Drugi del članka bo zajel tematiko na kakšen način so razpršeni viri še posebej »behind the meter« primeri samooskrb vključeni v obračunu pretokov moči v omrežju. Izpostavljena bo glavna značilnost razpršenih virov – vremenska odvisnost injektiranja moči v mrežo.

Rezultat članka bo prikaz preračuna pretokov moči ob različnih časovnih instancah v odvisnosti vremenskih podatkov. Predstavljena bodo različna poročila izračuna pretokov moči z upoštevanjem razpršenih virov ter vrednosti zmožljivosti gostovanja po izvodih RTP.

Ključne besede: CIM, ADMS, razpršeni viri, modeliranje

ŠK D3

ŠK D3 – Pametna omrežja

Predsednik: Miloš Pantoš
Tajnik: Andrej Gubina

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Dobre prakse na področju pametnih omrežij

PT 2: Pametna prenosna in distribucijska omrežja

- Shranjevalniki energije in vozila na električni pogon
- Razpršena proizvodnja, virtualne elektrarne, agregatorji
- Aktivni odjemalci, virtualni odjemalci, učinkovita raba energije
- Zakonodaja, razvojni cilji, strategije
- Standardizacija

PT 3: Informacijske in komunikacijske tehnologije pri pametnih omrežjih

CIGRE ŠK D3-155

Davidov Sreten, Pantoš Miloš

Optimalna izbira lokacij za polnjenje električnih vozil ob upoštevanju zanesljivosti omrežja

CIGRE ŠK D3-165

Ildefonso Beatriz

REScoopVPP – a community-driven virtual power plant that provides flexibility services to the grid

CIGRE ŠK D3-174

Petrovič Nejc

Primer uvedbe pametne skupnosti na Mlaki pri Kranju skozi prizmo iskanja optimalnega poslovnega modela

CIGRE ŠK D3-224

Ivartnik Kanduč Andreja, Souvent Andrej, Blažič Boštjan, Štumberger Gorazd, Omahen Gregor, Mauko Vladimir, Kernjak Jager Maja

Posodobitev nacionalnega programa pametnih omrežij

CIGRE ŠK D3-226

Artač Gašper, Jereb Borut, Medved Tomi, Lakić Edin, Gubina Andrej, Jan Igor, Rošer Miran, Kos Anton, Koželj Kristijan, Maruša Leon

Energetska skupnost Luče

CIGRE ŠK D3-241

Špelko Aljaž, Antončič Mitja, Čepin Marko, Blažič Boštjan

Uporaba virtualne baterije v elektroenergetskem sistemu

CIGRE ŠK D3-253

Omahen Gregor, Humar Janez

Izvedba druge faze projekta NEDO

ŠK D3-155

CIGRE ŠK D3 (Pametna omrežja)

**Optimalna izbira lokacij za polnjenje električnih vozil
ob upoštevanju zanesljivosti omrežja****Sreten Davidov¹, Miloš Pantoš¹**¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljanisreten.davidov@elektro-ljubljana.si

Slabo načrtovana in zasnovana polnilna infrastruktura za električna vozila lahko povzroči dodatna nezadovoljstva uporabnikov ter zavre masovno vpeljavo električnih vozil v transportu.

V članku bomo predstavili model za optimalno načrtovanje izgradnje polnilne infrastrukture za električna vozila. Model bo upošteval obnašanje uporabnikov električnih vozil (vozne navade), tehnologijo polnjenja ter obstoječo cestno infrastrukturo in dostopnost elektroenergetskega sistema. Preverjanje zanesljivosti elektroenergetskega sistema, kakovosti storitve polnjenja in zanesljivost polnilne infrastrukture se uporabljajo kot omejitve v predlaganem optimizacijskem modelu, pri čemer se polnilnice postavljajo na izbranih optimalnih lokacijah glede na tehnologijo polnjenja z minimalnimi naložbenimi stroški, stroški vzdrževanja in obratovanja.

V optimizacijskem modelu optimalnega načrtovanja polnilne infrastrukture bodo vključene omejitve za preverjanje zanesljivosti omrežja. S tem bomo preverili obremenitev elementov omrežja ter bilanco med proizvodnjo in porabo v sistemu. V optimizacijskem modelu bo merilo zanesljivosti polnjenja polnilne infrastrukture določitev vsaj ene lokacije v okviru dosega električnih vozil, pri čemer je cilj zagotoviti neomejeno mobilnost. V območju dosega bi naj bila vsaj ena polnilnica in to v smeri poti. Drugo merilo je kakovost storitve polnjenja, ki jo zahtevajo uporabniki električnih vozil. Ta upošteva čas, ki so ga uporabniki pripravljene nameniti polnjenju baterije med potovanjem. Optimizacijski model vključuje tudi vozne navade voznikov električnih vozil z vključevanjem njihovih voznih poti v različnih časovnih obdobjih. Z analizo njihovega vedenja se določi prometna obremenitev lokacij, kar je bistvenega pomena pri sprejemanju odločitve o primernosti izbrane lokacije glede postavite polnilnic in njihovih priključnih moči.

Rezultat članka bo določitev optimalnih lokacij za postavitev polnilnic električnih vozil za izbrano testno infrastrukturo ob upoštevanju zanesljivosti omrežja, ki se velikokrat v podobnih analizah zanemari in privzame kot neproblematično.

Ključne besede: polnilnice, optimizacija, zanesljivost, polnjenje, vozila

ŠK D3-165

CIGRE ŠK D3 (Pametna omrežja)

REScoopVPP – a community-driven virtual power plant that provides flexibility services to the grid**Beatriz Ildefonso¹**¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljanibeatriz.ildefonso@fe.uni-lj.si

By 2050, 98 million Europeans could become prosumers by joining an energy community. The Horizon 2020 project REScoopVPP brings together partners from different energy communities to develop a community-driven smart building ecosystem to support energy services for aggregators, energy service companies (ESCOs), balance responsible parties (BRPs) and renewable suppliers. The ecosystem consists of a Community-driven Flexibility Box (COFY-Box) acting as a smart home controller, plus a set of community tools that will enable energy communities to become real-time asset operators.

The solutions created at REScoopVPP will improve the use of electric vehicles, photovoltaic and electric battery control, and will especially focus on the intelligent integration of thermal storage and hybrid heating solutions, capable of shifting fossil fuel consumption from legacy domestic hot water (DHW) and heating equipment to flexible renewable heat.

Our contribution will be particularly to the business models and use cases listing and analysis. One of the unique features of this project is that the focus is on the energy cooperative's perspective and its evolving role as a market actor, either as an energy service provider, aggregator, electricity supplier, BRP or power plant operator. The business models and use cases will also target the perspective of the end-user or homeowner. The output of this work, supported by the technical requirements and KPIs, will be a key element for the development and large-scale implementation in Belgium, France, Germany, Spain and the UK. Additionally, the UL team will draw from their background knowledge in energy trading and markets to propose a set of optimization algorithms for DR aggregators or suppliers to calculate and manage flexibility on a daily basis.

Ključne besede: energy community, business models, energy services, renewables, prosumers

ŠK D3-174

CIGRE ŠK D3 (Pametna omrežja)

Primer uvedbe pametne skupnosti na Mlaki pri Kranju skozi prizmo iskanja optimalnega poslovnega modela**Nejc Petrovič¹**¹Elektro Gorenjskanejc.petrovic@elektro-gorenjska.si

Projekt uvedbe pametne skupnosti v naselju Mlaka pri Kranju je nastal na pobudo Mestne občine Kranj in konzorcija tehnoloških partnerjev, ki delujejo na področju Kranja in sicer Riko, 3fs, Iskraemeco, Elektro Gorenjska, Komunala Kranj, Vigred in Domplan. Pri projektu se je najprej zagotovilo, da se na skupno platformo najprej zbirajo podatki o vseh energentih (voda, plin in elektrika) v naslednjem koraku pa so se ti agregirani podatki posredovali na novo platformo, kamor so se pridružili še podatki o prometu, kvaliteti zraka, izpustih CO₂, javni razvestljavi in nekateri drugi zanimivi podatki. Na koncu so se podatki vizualizirali tako preko namensko pripravljene spletne aplikacije, kot tudi preko pametnih očal Hololens 2.

Članek obravnava projekt predvsem skozi vidik iskanja vzdržnega poslovnega modela, tako za prebivalce tega območja, kot za Mestno občino Kranj in same ponudnike rešitev. Ni skrivnost, da je definiranje dobičkonosnega poslovnega modela na področju pametnih mest in pametnih skupnosti težavno, s čimer smo se srečali tudi partnerji na projektu. Članek zato izpostavlja nekatere ključne elemente, ki bodo v prihodnosti morda pospešili razvoj pametnih mest v Sloveniji.

Ključne besede: pametna mesta, pametne skupnosti, Mlaka pri Kranju

**ŠK D3-224**

CIGRE ŠK D3 (Pametna omrežja)

Posodobitev nacionalnega programa pametnih omrežij**Andreja Ivartnik Kanduč¹, Andrej Souvent², Boštjan Blažič³, Gorazd Štumberger⁴,
Gregor Omahen⁵, Vladimar Mauko⁶, Maja Kernjak Jager¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²Operato, d.o.o.; ³Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta; ⁴Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; ⁵ELES; ⁶SODOandreja.kanduc@eimv.si

Slovenski elektroenergetski sistem je soočen z velikimi izzivi, ki so posledica povečane elektrifikacije – elektrifikacija ogrevanja s toplotnimi črpalkami in elektrifikacija osebne mobilnosti, masovne integracije razpršenih obnovljivih virov, ter uvajanja panevropskega trga z električno energijo in sistemskimi storitvami. Še posebej je na udaru distribucijsko omrežje, kjer bi predviden obseg razpršene proizvodnje in novih načinov rabe električne energije z uporabo klasičnih rešitev jačanja omrežja zahteval praktično zamenjavo večine nizkonapetostnega omrežja in velike ojačitve sredjenapetostnega omrežja. To poleg zelo velikih investicijskih stroškov pomeni tudi velik časovni in kadrovski pritisk.

Masovna integracija OVE in povečana elektrifikacija prinašata nove izzive tudi pred prenosno omrežje. V Sloveniji sicer ne toliko z vidika klasične primarne infrastrukture kot z vidika integracije novih tehnologij (npr. FACTS naprav), izravnave sistema in ustreznih sistemskih rezerv. Hkrati pa ne smemo zanemariti vpetosti slovenskega sistema v interkonekcijo, obvladovanja čezmejnih pretokov energije, napetostnih profilov in zagotavljanja sigurnosti obratovanja evropskega elektroenergetskega sistema. Prenosni operater bo moral ustrezno podpreti medresorske projekte, kot so multimodalna vozlišča za polnjenje električnih vozil, pretvorbe viškov elektrike iz OVE v druge oblike (plin, toploto) in hranjenje energije.

Na podlagi zastavljenih ciljev, analize tehnologij in rešitev ter številnih debat s predstavniki distribucijskih in prenosnih podjetij ter predstavniki inštitucij znanja je bila v letu 2020 izvedena študija Posodobitev nacionalnega programa pametnih omrežij.

V okviru te študije, smo identificirali ključne projekte za distribucijsko in prenosno omrežje.

Identificirani distribucijski projekti so operativnega značaja in rešujejo težave omogočanja integracije razpršene proizvodnje iz OVE in vključevanju toplotnih črpalk ter infrastrukture za polnjenje električnih vozil glede na zahteve do leta 2030 (iz NEPN). V okviru te študije je bila prvič v Sloveniji uporabljena metodologija za srednjeročno načrtovanje razvoja distribucijskih omrežij, ki temelji na statističnem pristopu in uporabi referenčnih modelov distribucijskega omrežja in nam predvsem omogoča vrednotenje učinkov rešitev pametnih omrežij. Na osnovi te metodologije smo primerjali scenarij razvoj omrežja na osnovi sedanjega načrtovalskega pristopa (jačanje omrežja) in razvoj omrežja z upoštevanjem rešitev pametnih omrežij.

Rezultati so pokazali, da lahko v distribucijskem sistemu z uporabo rešitev pametnih omrežij in izrabo prožnosti zamaknemo investicije v omrežje.

Projekti s področja prenosnega omrežja so večinoma bolj strateško-razvojni in prinašajo dobrobiti na daljši rok. Prispevajo predvsem k ohranjanju visokega nivoja sigurnosti obratovanja EES, implementacije naprednih vzdržnostnih shem, boljše izkoriščenost infrastrukture in pa spajanju trgov.

Ključne besede: pametna omrežja, fleksibilnost, OVE, EV, TČ, integracija, prožnost

ŠK D3-226

CIGRE ŠK D3 (Pametna omrežja)

Energetska skupnost Luče

**Gašper Artač¹, Borut Jereb¹, Tomi Medved¹, Edin Lakić¹, Andrej Gubina¹, Marjana Harej¹,
Igor Jan², Miran Rošar³, Anton Kos³, Kristijan Koželj³, Leon Maruša³, Bojan Stojanovič²,
Boštjan Turinek³**

¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani; ²Petrol; ³Elektro Celje

gasper.artac@fe.uni-lj.si

V prispevku je predstavljeno delovanje prve lokalne energetske skupnosti v Sloveniji. Idilična vasica Luče v vzhodnem delu Kamniško-Savinjskih Alp, je glavni demonstracijski del projekta COMPILE v sklopu okvirnega projekta Obzorje 2020 (Horizon 2020), katerega namen je pokazati možnosti energetskega otoka za dekarbonizacijo oskrbe z energijo, gradnjo skupnosti in ustvarjanje okoljskih in socialno-ekonomskih koristi. Vzpostavljena lokalna energetska skupnost je napajana s proizvodnjo iz obnovljivih virov energije (OVE). Za doseg zastavljenega cilja so bile nameščene dodatne proizvodne zmogljivosti iz OVE (sončne elektrarne) na hišah končnih uporabnikov ter hranilniki energije, ki so poleg aktivnega sistema upravljanja ključni element za doseganje dejanske samozadostnosti lokalne energetske skupnosti. Z izvedenimi ukrepi bodo demonstrirane alternativne možnosti zagotavljanja višje stopnje zanesljivosti oskrbe za končne odjemalce, ki bodo omogočile dodatno proizvodnjo OVE v relativno šibkem distribucijskem omrežju, brez običajnih dodatnih posegov ojačitve omrežja – postavitve dodatnih kablov ali nadzemnih vodov. V članku bodo predstavljeni rezultati obratovanja energetske skupnosti Luče, od njene vzpostavitve pa do danes. Predstavljena bo stopnja samooskrbe skupnosti v posameznem obdobju, vpliv različnih tehnologij na stopnjo samooskrbe in izboljšanje napetostnih razmer v lokalnem omrežju in s tem povečanje izrabe OVE zaradi aktivnega upravljanja celotne skupnosti. Predstavljene bodo ekonomske koristi članov skupnosti zaradi sodelovanja v le-tej.

Ključne besede: Energetska skupnost Luče, prožnost, samooskrba, aktivni odjemalci, zanesljivost oskrbe, COMPILE, proizvodnja iz OVE, hranilnik električne energije, mikro omrežje

ŠK D3-241

CIGRE ŠK D3 (Pametna omrežja)

Uporaba virtualne baterije v elektroenergetskem sistemu**Aljaž Špelko¹, Mitja Antončič¹, Marko Čepin¹, Boštjan Blažič¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
aljaz.spelko@fe.uni-lj.si

Pri dnevni migraciji ljudi, so električna vozila čedalje bolj priljubljena, saj so ljudje vedno bolj ekološko osveščeni. Pri večanju števila električnih vozil, je potrebno uvesti pametno polnjenje, saj v nasprotnem primeru lahko pride do težav v elektroenergetskem sistemu. Ob integraciji pametnega polnjenja, je mogoče vplivati na polnilno moč in energijo oz. na stanje napoljenosti posamezne baterije električnega vozila. Vpliv na napoljenost posamezne baterije električnega avtomobila se lahko uporabi za zagotavljanje sistemskih storitev v elektroenergetskem sistemu. Ena posamezna baterija električnega avtomobila ne more vplivati, saj je razmeroma majhna, vendar povezovanje več baterij električnih vozil v eno navidezno baterijo oz. virtualno baterijo, katera pa že ima dovolj veliko kapaciteto za zagotavljanje sistemskih storitev. Povezovanje električnih vozil v eno virtualno baterijo je smiselno, saj je večina električnih vozil večino časa parkiranih in priključenih na omrežje. Pri analizi bosta upoštevana dva različna načina parkiranja električnega vozila, saj je lahko električno vozilo samo parkirano in ni priključeno na omrežje. Drugi način pa je, ko je električno vozilo parkirano in priključeno na omrežje ter je na voljo za povezovanje v virtualno baterijo. Analiza virtualne baterije bo narejena za razmere v Sloveniji leta 2030, ko pričakujemo 200.000 električnih vozil, pri čemer bo uporabljenih več različnih tipov električnih vozil, ki jih najpogosteje srečamo v Sloveniji. Fleksibilnost virtualne baterije bo temeljila na dveh robnih pogojih in sicer na vzdrževanju maksimalne in minimalne napoljenosti virtualne baterije. Pri vzdrževanju maksimalne napoljenosti se električno vozilo začne polniti takoj po priključitvi na omrežje in se polni dokler ne doseže polne napoljenosti. Pri vzdrževanju minimalne napoljenosti baterije, se baterijo posameznega električnega vozila napolni pred začetkom vožnje in se napolni le s potrebno energijo za dano vožnjo. Pri tem načinu polnjenja, baterija električnega vozila ni popolnoma prazna, saj mora vsebovati električno energijo za kakšen nepredvidljiv dogodek oz. vožnjo. Pri teh dveh analizah bo mogoče prikazati, koliko moči oz. električne energije je na voljo v danem trenutku za zagotavljanje sistemskih storitev.

Ključne besede: virtualna baterija, električna vozila, pametna omrežja, pametne polnilnice električnih vozil

ŠK D3-253

CIGRE ŠK D3 (Pametna omrežja)

Izvedba druge faze projekta NEDO**Gregor Omahen¹, Janez Humar¹**¹ELESgregor.omahen@eles.si

Projekt NEDO je prvi rezultat slovensko japonskega partnerstva na področju pametnih omrežij in pametnih skupnosti. Projekt se je začel leta 2016 in je razdeljen na dve fazi. V prvi fazi projekta NEDO smo preskušali napredne funkcionalnosti v distribucijskem omrežju. Rezultate koordinirane regulacije napetosti, lokalizacije in odprave okvar in obratovanja v zaprti zanki bomo kratko predstavili v članku. V drugi fazi smo osredotočeni na pametne skupnosti in vključevanju aktivnih elementov v delovanje elektroenergetskega sistema s ciljem optimiranja obratovanja in večje zanesljivosti oskrbe. Projekt se izvaja na dveh različnih lokacijah v Sloveniji, ki imata vsaka svoje posebnosti. Osrednji del druge faze je postavitve multifunkcionalnih hranilnikov električne energije. V alpskem mestu Idrija demonstriramo uporabo hranilnika za povečanje zanesljivosti oskrbe, v storitveno industrijski coni v Ljubljani pa optimizacijo kakovosti oskrbe občutljivih odjemalcev.

Ključne besede: NEDO, pametna omrežja, hranilniki električne energije, zanesljivost oskrbe



zagožen



TROI



PRINSIS

predstavljalci

NOVI TRENDI IZGRADNJE KABELSKIH KANALIZACIJ

Polietilenski jaški predstavljajo prihodnost izgradnje kabelskih kanalizacij.

45^{let}
zaupanja
SINCE 1976

PODROČJA UPORABE

- Elektro omrežja.
- Telekomunikacijska omrežja.
- Javna razsvetljava.
- Cestna infrastruktura.
- Komunalna omrežja.

BISTVENE PREDNOSTI

- Preprost transport in ročna manipulacija.
- Hitra in preprosta vgradnja.
- Vodotesnost.
- Enostavno prilagajanje vgradne višine.
- Enostavna izdelava priključkov po obodu jaška.
- Preprosto dodajanje novih, dodatnih priključkov.
- Različne oblike in dimenzije jaškov.
- Možnost izdelave različnih dimenzij jaškov po projektih.
- Možnost vgradnje LTŽ, PE in kompozitnega pokrova.



TEHNIČNA DOKUMENTACIJA

STS – 21/0006; ZAG Ljubljana

GIZ DEE Slovenija – pozitivno mnenje o skladnosti z GIZ TS-13



VGRADNJA – Elektro Gorenjska

STANDARDNI PE KABELSKI JAŠKI

DN 625 DN 800
DN 1000 DN 1600

∅ 1500 x 1500 x 1800
Višina: 0,5 – 2 m.

V KOMBINACIJI S PE KABELSKIMI JAŠKI NUDIMO TUDI KOMPOZITNE POKROVE

- So do 70 % lažji od LTŽ pokrovov.
- Niso prevodni za elektriko.
- Ne povzročajo hrupa.
- Odporni so na rjavenje, kemikalije in na temperaturo.
- Razredi nosilnosti od A do D.
- Dimenzije od 400x400 mm do 800x800 mm, od ∅ 400 do ∅ 800.
- Hitra zamenjava obstoječega LTŽ pokrova.



VGRADNJA – Elektro Ljubljana



OPTIMIZIRAMO PRIHODNOST VAŠEGA PODJETJA

TROIA

Zakaj TROIA?



Z razumevanjem poslovnih procesov, specifičnih za elektro industrijo, se enostavno in hitro približamo vašim potrebam.



Nudimo sodelovanje z izkušeno ekipo strokovnjakov, ki se vsaki stranki individualno prilagodijo.,



S pomočjo inovativnih tehnologij, poskrbimo za višji nivo delovanja vašega podjetja.

Rešitve za vas



Upravljanje velepodatkov v energetiki



AR rešitve za vizualizacijo GIS podatkov na terenu



Rešitve za vzdrževanje in upravljanje sredstev v elektroenergetskih podjetjih



www.troia.si
www.gismanager.com

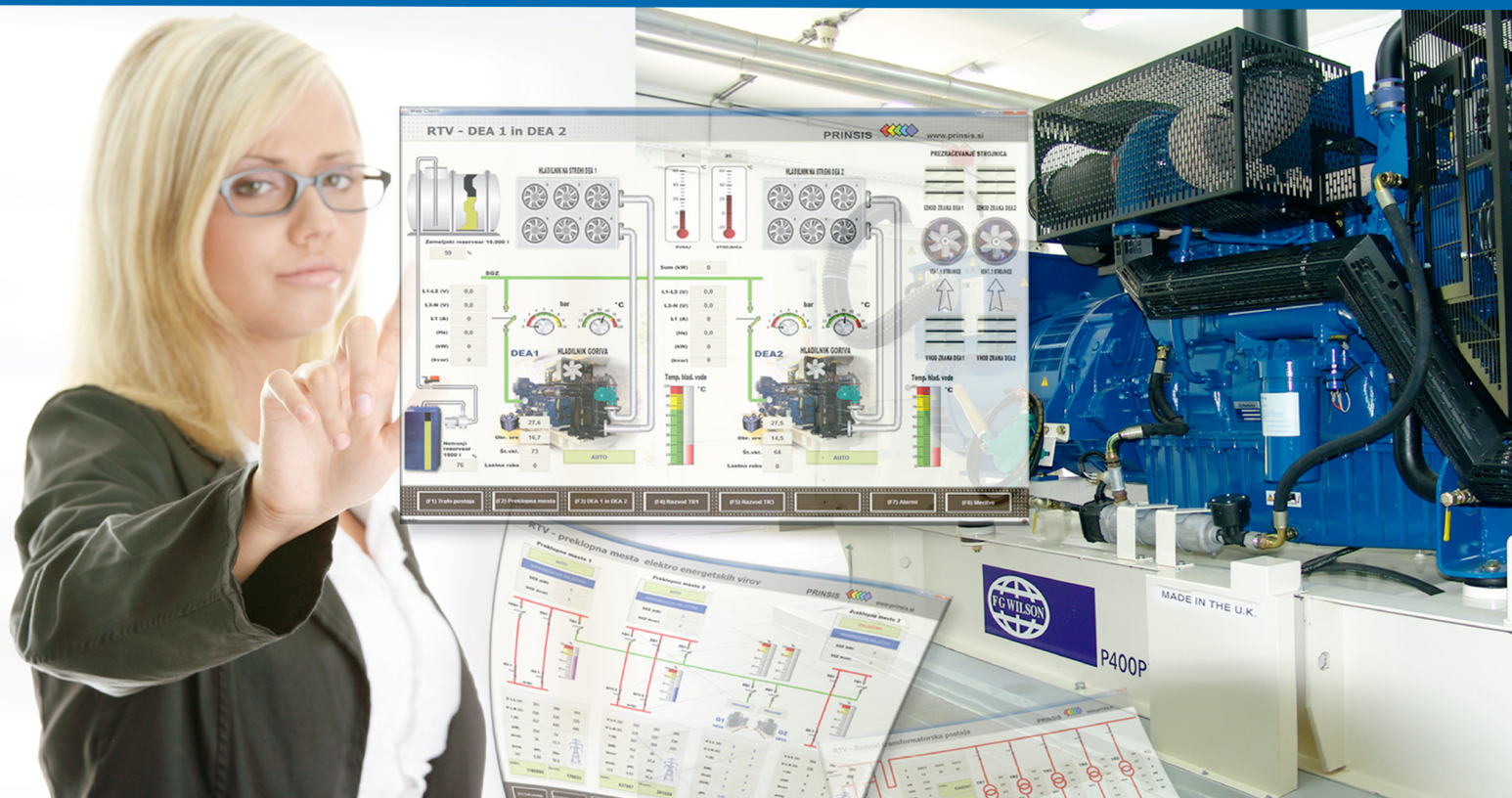


info@troia.si



Ozare 19
2380 Slovenj Gradec

POTREBUJETE SISTEM **ZANESLJIVEGA NAPAJANJA** Z ELEKTRIČNO ENERGIJO?



25 LET

razvoja in izkušenj!



PRINSIS

KONTAKTIRAJTE NAS
in z veseljem bomo
poskrbeli za vašo
najprimernejšo rešitev

PRINSIS d.o.o.
Peske 15, 1236 Trzin
T: +386 (0)1 563 65 10
F: +386 (0)1 563 65 11
E: info@prinsis.si
W: www.prinsis.si

ZAKAJ JE PRINSIS VAŠA NAJBOLJŠA ODLOČITEV?

Ker je kakovost naša najpomembnejša vrednota!

- » Nudimo tehnološko sodobne in celovite rešitve
- » Imamo odlične servisne in prodajne storitve
- » Sodelujemo s preverjenimi in svetovno znanimi dobavitelji
- » Vlagamo v razvoj in inovativnost zaposlenih
- » Izpolnjujemo zahteve in pričakovanja naših strank

NAŠA PONUDBA OBSEGA:

- » Integracija napajalnih virov v "smart grids"
- » Nadzorni sistemi
- » Električni agregati
- » UPS sistemi
- » Usmerniški in razsmerniški sistemi
- » NN razvodi
- » Baterije
- » Kakovostni servis in vzdrževanje

ODLOČITE SE, IZBERITE MODRO!



CIRED

povzetki referatov

ŠK 1 – Omrežne komponente

Predsednik: Tomaž Kastelic
Tajnik: Dejan Verbovšek

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Uvajanje novih tehnologij v distribucijskih omrežjih:

- Novi materiali in naprave
- Novi standardi
- Tipizacija v distribucijskih omrežjih

PT 2: Strategija in modeliranje:

- Strategija na področju zanesljivosti in vzdrževanja (diagnostika in monitoring)
- Modeliranje naprav
- Okoljska in trajnostna problematika (ekološko dizajniranje, obvladovanje hrupa, zmanjševanje izgub, recikliranje materialov)

PT 3: Omrežne komponente:

- Komponente aktivnih omrežij, merilne naprave in senzorji ter močnostna elektronika
- Naprave za shranjevanje energije in polnjenje električnih avtomobilov
- Komponente za ozemljevanje SN nevtralne točke, integracija razpršenih virov in naprav v omrežje

CIRED ŠK 1-117

Štamol Ivan, Lovrenčič Viktor, Dečman Matej, Osredkar Miha, Bezjak Marjan, Ambrožič Goran

Izkušnje z odkrivanjem visokoomskih napak prekinjenih vodnikov na srednjenapetostnih nadzemnih vodih

CIRED ŠK 1-133

Sterle Boris, Slokan Ervin, Škof Robert, Volk Robert, Štojs Samo, Kožar Tomaž

Tipizacija distribucijskega elektroenergetskega omrežja

CIRED ŠK 1-191

Krisper Uršula

Nove storitve distribucijskega operaterja

CIRED ŠK 1-297

Maruša Leon, Lončar Damir, Koželj Kristijan, Turinek Boštjan

Informacijska podpora vzdrževanju nizkonapetostnega omrežja z upoštevanjem števnih dogodkov

CIRED ŠK 1-301

Rošer Miran, Štumberger Gorazd, Sukič Primož, Maruša Leon, Anton Kos, Koželj Kristijan, Pintar Vladislav, Rezar Marko, Verbovšek Dejan, Kolar Robert, Turinek Boštjan, Artač Gašper, Jereb Borut, Jan Igor

Otočno obratovanje nizkonapetostnega omrežja s pomočjo baterijskega hranilnika električne energije

ŠK 1-117

CIRED ŠK 1 (Omrežne komponente)

Izkušnje z odkrivanjem visokoomskih napak prekinjenih vodnikov na srednjenapetostnih nadzemnih vodih**Ivan Štamol¹, Viktor Lovrenčič¹, Matej Dečman¹, Miha Osredkar¹, Marjan Bezjak², Goran Ambrožič²**¹C&G d.o.o.; ²E-PROJEKT d.o.o.ivan.stamol@c-g.si

Pametna omrežja (Smart Grids) zahtevajo razvoj in namestitve novih tehnologij in tehničnih rešitev, ki podpirajo in vplivajo na upravljanje in zanesljivost napajanja. To je še posebej pomembno v primeru okvar in poškodb omrežja, ki so posledica zunanjih vplivov na omrežje (orkanski veter, žled, leden dež, poplava, požar, gradbena in podobna dela, vandalizem). Problem prekinjenih vodnikov in s tem povezanih visoko ohmskih okvar (HIF – High Impedance Fault) je prisoten ves čas obstoja elektroenergetike. Večletni razvoj odkrivanja visokoomskih napak prekinjenih vodnikov na srednjenapetostnih nadzemnih vodih je ponudil konkretno rešitev naprave oz. senzor za nadzor, signalizacijo in zaščito pred prekinjenimi vodniki. Senzor je nameščen na določeni točki distribucijskega omrežja, meri različne parametre in na podlagi njihovih sprememb uporabi določen algoritem, rezultat pa je poročilo o napaki ali ukaz za odklop vodov, kjer je prekinjen eden ali več vodnikov. Informacije, ki so na voljo v dispečerskem centru, omogočajo, da se službe vzdrževanja usmerjajo na točno lokacijo in vrsto okvare v omrežju, tako da lahko servisna ekipa napako čim prej odkrije in odpravi. V Sloveniji smo uspešno izvedli pilotni projekt z več generacijami naprav. Predstavljene bodo izkušnje in razvoj naprave s senzorjem, ki meri parametre električnega polja okoli trifaznih vodnikov in na podlagi sprememb parametrov zazna lokacije prekinjenih vodnikov ter dispečerskemu centru pošlje ustrezno informacijo.

Ključne besede: naprava s senzorjem, nadzemni vod, prekinjeni vodniki, senzor električnega polja

**ŠK 1-133****CIRED ŠK 1 (Omrežne komponente)****Tipizacija distribucijskega elektroenergetskega omrežja****Boris Sterle¹, Ervin Slokan², Robert Škof³, Robert Volk⁴, Samo Štojs⁵, Tomaž Kožar⁶**¹Elektro Ljubljana; ²Elektro Maribor; ³Elektro Celje; ⁴Elektro Primorska; ⁵Elektro Gorenjska; ⁶SODO
tomaz.kozar@sodo.si

Tipizacija distribucijskega elektroenergetskega omrežja je podpora temeljne strategije in poslanstva distribucijskega operaterja električne energije SODO d. o. o. in elektrodistribucijskih podjetij. Namenjena je osnovni tehnični podpori pri razvoju, načrtovanju, projektiranju, gradnji in vzdrževanju omrežja s poudarkom pri doščanju minimalnih zahtev za osnovne materiale in na varnem ter zanesljivem obratovanju objektov in naprav skozi celotno predvideno življenjsko dobo le-teh. Tipizacija je odraz zadnjega stanja tehnike in dobre inženirske prakse.

Izdelava prvih tipizacij sega v leto 1965, ko so se podjetja za distribucijo električne energije v Sloveniji dogovorila, da ustanovijo združeno podjetje za distribucijo električne energije v Sloveniji – DES, pod okriljem katerega so izdajale strokovne publikacije DES.

Elektrodistribucijska podjetja so v letu 2013 preko združenja GIZ distribucije električne energije vzpostavila projektno skupino na področju tipizacije naprav in elementov elektrodistribucijskega omrežja, ki je v obdobju od leta 2013 do leta 2018 izdelala in objavila 16 tehničnih smernic, ki pokrivajo glavne elemente elektrodistribucijskega sistema. V letu 2018 se je projektne skupini pridružil član družbe SODO in z uspešnim sodelovanjem so pričeli nastajati tipizacijski dokumenti.

Projektne skupine za Tipizacijo deluje po letnem planu dela, ki ga člani, glede na prioritete in razpoložljiv čas ob rednem delu v svojih podjetjih, sprejmejo ob začetku leta. Poleg tega skupina pregleduje in podaja mnenja na predloge dokumentov z vplivom na elektrodistribucijsko omrežje, kot so izdelava študij, standardov, pravilnikov in drugih zakonodajnih dokumentov. Nastali dokumenti so produkt sodelovanja, prenosa znanja in izmenjave izkušenj med elektrodistribucijskimi podjetji. Tipizacijski dokumenti po postopku javne obravnave in z objavo družbe SODO postanejo obvezni za vse uporabnike distribucijskega elektroenergetskega omrežja.

Delo na področju tipizacije distribucijskega elektroenergetskega omrežja lahko opišemo kot »constant development«, ki sledi spremembam zakonodaje kot tudi standardov, materialov, opreme in postopkov, ki jih prinaša želja družbe po transformaciji v nizkoogljično družbo. Ne glede na vse morajo tipizacijski dokumenti na področju elektroenergetike zasledovati cilj vgradnje preizkušenih tehnologij, ki so predpogoj za zanesljivo in varno delovanje distribucijskega omrežja in z minimalnim vplivom na okolje. Pripravljeni dokumenti so plod trdega dela, kjer je v večji meri želja prenesti znanje na širšo strokovno populacijo in s tem postavili trdne temelje za ohranitev in nadaljnji razvoj slovenskega elektroenergetskega omrežja.

Ključne besede: tipizacija opreme, naprav in materialov, distribucijsko elektroenergetsko omrežje

ŠK 1-191

CIRED ŠK 1 (Omrežne komponente)

Novе storitve distribucijskega operaterja**Uršula Krisper¹**¹Elektro Ljubljanaursula.krisper@elektro-ljubljana.si

Smart connections, different tariffs and local trading are possible approach areas, where the DSO and the prosumers are the main actors. Implementation of new technologies as meters, ICT devices, sensors and other measurement equipment or even external information on one side and the DSO's OT at the other side could enable advanced services for the DSO. The grid users would become more interested in provision of the services. The services should be executed as close as possible to the real time and only this offering a support the DSO's grid. Adding the existing data new additional meaning and information, in the AI data processing-based environment would lead into the significant improvement of the reliability, economics and provision of the services.

Ključne besede: meters, ICT, tariffs, sensors, external systems data, users behavior, forecasting

ŠK 1-297

CIREd ŠK 1 (Omrežne komponente)

**Informacijska podpora vzdrževanju nizkonapetostnega omrežja
z upoštevanjem števnih dogodkov****Leon Maruša¹, Damir Lončar¹, Kristijan Koželj¹, Boštjan Turinek¹**¹Elektro Celjeleon.marus@cigre-cired.si

Nizkonapetostno omrežje (NNO) je ključna infrastruktura distribucijskega elektroenergetskega sistema, saj se iz nje napaja večina končnih odjemalcev. Ob izpadih napajanja je ključnega pomena, da se odjemalcem čim hitreje vzpostavi normalno obratovalno stanje, za kar je potrebno locirati mesto izpada v NNO. V ta namen smo v podjetju Elektro Celje d. d. razvili testno programsko aplikacijo, ki omogoča lažjo določitev mesta izpada v NNO. Aplikacija uporablja podatke iz klicnega centra kjer se beležijo prejeti klici izpadlih odjemalcev in podatke iz števnico merilnega centra, kjer se beležijo dogodki pametnih števec. Programski algoritem lahko na podlagi medsebojnega uparjanja omenjenih podatkov dokaj zanesljivo določi ali je prišlo do izpada pri končnem odjemalcu ali na izvodu iz NN zbiralk v transformatorski postaji (TP). Z aplikacijo smo uspeli testirati metodologijo lociranja izpadov. Uporaba števnih dogodkov za lociranje izpadov v NNO in s tem optimalno razporejanje terenskih vzdrževalnih ekip bo implementirano tudi v sklopu novega ADMS sistema, ki ga Elektro Celje trenutno uvaja v svoje vsakodnevne delovne procese.

Ključne besede: Pametni števeci, števnici dogodki, klicni center, izpadi v nizkonapetostnem omrežju informacijska podpora

ŠK 1-301

CIRED ŠK 1 (Omrežne komponente)

Otočno obratovanje nizkonapetostnega omrežja s pomočjo baterijskega hranilnika električne energije**Miran Rošer¹, Gorazd Štumberger², Primož Sukič², Leon Maruša¹, Kos Anton¹, Kristijan Koželj¹, Vladislav Pintar¹, Marko Rezar¹, Dejan Verbovšek¹, Robert Kolar¹, Boštjan Turinek¹, Gašper Artač³, Borut Jereb³, Igor Jan⁴, Bojan Stojanovič⁴**¹Elektro Celje; ²Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Mariboru; ³Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani; ⁴Petrol
miran.roser@elektro-celje.si

Število priključenih razpršenih virov v nizkonapetostno omrežje močno narašča. Trenutno so v distribucijskem sistemu daleč najbolj razširjene sončne elektrarne. Proizvodnja električne energije teh virov pa je močno odvisna od sončnega obsevanja. Če upoštevamo kombinacijo razpršenih virov z velikim deležem bremen, kot so toplotne črpalke, potem lahko pričakujemo tudi relativno velik vpliv na dinamiko napetostnega profila. V določenih primerih se lahko zgodi, da postane napetostni profil neustrezen, kar predstavlja motnjo za delovanje električnih naprav, ki so na tak sistem priključene. Še večjo motnjo pa predstavlja izpad napajanja omrežja, ki dejansko prizadene vse priključene odjemalce. Za obvladovanje omenjenih problemov je mogoče uporabiti tudi baterijski hranilnik ali sistem. V članku bomo predstavili delovanje baterijskega hranilnika moči 150 kW in kapacitete 333 kWh, ki se je v sklopu projekta Compile vgradil v neposredni bližini transformatorske postaje Luče-Urtelj. Priključen je neposredno na nizkonapetostni del transformatorja. Sistem je zastavljen na način, da lahko baterijski hranilnik otočno napaja štiri izvode nizkonapetostnega podeželskega omrežja. Na ta način je omogočena vzpostavitev manjšega otoka ali tako imenovanega mikro omrežja v nizkonapetostnem omrežju. Osnovna ideja omenjenega načina obratovanja je, da odjemalci ne čutijo motenj oziroma izpada električne energije v primeru izpada napajanja na srednjenapetostni strani. Vzpostavitev otočnega obratovanja s pomočjo baterijskega sistema predstavlja v Sloveniji relativno novo rešitev. Primer TP Luče-Urtelj pa je tudi prvi takšen praktični primer v Sloveniji. Ključni napredek pri uporabljeni rešitvi je, da je mogoče prehajati v otočno obratovanje in se sinhronizirati nazaj na nizkonapetostno omrežje brez motenj za odjemalce, kar bomo v članku pokazali z analizo rezultatov meritev.

Ključne besede: baterijski hranilniki električne energije, otočno obratovanje, sinhronizacija, nizkonapetostno omrežje, razpršeni viri

ŠK 2 – Kakovost električne energije in EMC

Predsednik: Peter Bergant
Tajnik: Drago Bokal

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Sistemski izzivi na področju kakovost električne energije (KEE):

- Regulativa na področju kakovosti oskrbe (zakonski, podzakonski akti, standardizacija).
- Načrtovanje z vidika kakovosti, razmejitev odgovornosti, ekonomski vidik slabe KEE.
- Upravljanje kakovosti, strategije upravljanja napetostnih nivojev, napredne sheme, avtomatizacija omrežja smislu kakovosti, analize stanj pred/po sanaciji, učinkovitost izvedenih ukrepov, (konvencionalni/alternativni ukrepi), vplivi sistemov ozemljitev, galvanskih in el. povezav na KEE.
- Merilno tehnični nadzor KEE, analize stanj, merilne metode, delo z velikimi bazami podatkov KEE, upravljanje podatkov, programska orodja, kazalci kakovosti, standardizacija podatkov v smislu izmenjav. Izvori motenj/motenja, prenosne poti, načini širjenja.

PT 2: Vplivi novih tehnologij, razpršenih virov in aktivne vloge uporabnikov na kakovost električne energije:

- Vplivi novih struktur omrežij na KEE: pametna omrežja, mikro omrežja, razpršena proizvodnja, začasna otočenja.
- Dopustna integracija obnovljivih virov z vidika KEE in servisa, ki ga še zagotavljajo obstoječi sistemski sinhronski generatorji, problematika zmanjševanja deleža sinhronih gradnikov omrežja napram vse večji prisotnosti asinhronih gradnikov.
- KEE in nove tehnologije (napajalniki, LED razsvetljava, toplotne črpalke, E-mobilnost, hranilniki EE). Nizkofrekvenčne značilnosti napetosti (harmoniki, flikerji), visokofrekvenčne značilnosti napetosti (2-150 kHz), EM interferenca.

PT 3: Problematika EMC v elektroenergetiki, vpliv EE naprav in postrojev na okolje (EMS, hrup):

- Novosti na področju standardizacije, regulative EMC, EMS in hrupa.
- Elektromagnetna združljivost (EMC) v distribuciji, motnje in motenje, občutljivost, odpornost sekundarne opreme, dobra inženirska praksa, načini reševanja (zaslonke, oklapljanje, odvodniki ipd.).
- Monitoring (EMS, hrup), ukrepi, načini reševanja.

CIRED ŠK 2-145

Peterlin Urban Metod

Vpliv kontaktne impedance na elektromagnetno združljivost

CIRED ŠK 2-166

Bergant Peter

Vpliv naprav sodobnih tehnologij na kakovost napetosti NN omrežja

CIRED ŠK 2-203

Mohar Tomaž, Žnidarič Mitja

Izračun dejavnikov in kazalnikov neprekinjenosti napajanja za regulacijo kakovosti oskrbe

CIRED ŠK 2-213

Mandelc Darko

Obnova kompenzacijske naprave SVC 90 MVAR

CIRED ŠK 2-235

Zejnilović Amar

Analiza vpliva srednje velike sončne elektrarne na velikost flikerja v distribucijskem omrežju

CIRED ŠK 2-259

Unuk Boris, Žmavc Matej

Vgradnja NN napetostnega stabilizatorja

ŠK 2-145

CIREĐ ŠK 2 (Kakovost električne energije in EMC)

Vpliv kontaktne impedance na elektromagnetno združljivost**Urban Metod Peterlin¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmarurban.peterlin@eimv.si

Pri izvedbi ozemljitvenega sistema in sistema izenačitve potencialov je treba pozornost nameniti predvsem spojem vodnikov, da se kontaktna površina čimbolj približa stični površini. Na stičnih mestih je treba upoštevati kontaktno upornost oziroma impedanco, na katero vpliva vrsta dejavnikov. Vpliv kontaktne impedance na elektromagnetno združljivost je še posebej izrazit pri višjih frekvencah zaradi vpliva kožnega pojava. V članku bo pozornost namenjena stičnim mestom vodnikov v ozemljitvenem sistemu in sistemu izenačitve potencialov.

Ključne besede: ozemljitveni sistem, spoji, kontaktna impedanca, elektromagnetna združljivost

ŠK 2-166

CIRE ŠK 2 (Kakovost električne energije in EMC)

**Vpliv naprav sodobnih tehnologij na kakovost napetosti
NN omrežja****Peter Bergant¹**¹Elektro Ljubljanapeter.bergant@elektro-ljubljana.si

V niskonapetostnem (NN) razdelilnem omrežju so vse bolj prisotne naprave sodobnih tehnologij ogrevanja in alternativne metode pridobivanja oziroma samooskrbe z el. energijo. V zadnjih letih zaznavamo veliko gostoto uporabe toplotnih črpalk (TČ) v gospodinjstvih in naprav za energetska samooskrbo s pomočjo fotovoltaičnih (FV) sistemov. Vse tovrstne naprave so običajno močno nelinearne v razmerju med tokom in zagotovljeno napetostjo. Pri toplotnih črpalkah pa poleg nelinearnosti zaznavamo tudi večjo časovno dinamiko obratovanja. Izvedene so bile meritve vpliva 25-ih malih sončnih elektrarn priključenih na niskonapetostno omrežje in meritve na lokacijah 13-ih merilnih mest NN omrežja, kjer imajo uporabniki inštalirane toplotne črpalke. Praviloma so bila izbrana bolj oddaljena merilna mesta, na tistih lokacijah NN omrežja, kjer so kriteriji načrtovanja vprašljivi oziroma niso zagotovljeni. Članek opisuje vpliv naprav sodobnih tehnologij na merljive parametre kakovosti napetosti. Podani so podatki o zabeleženih skladnosti oz. neskladju posameznih periodičnih značilnosti napetosti in njihovi trendi.

Ključne besede: kakovost napetosti, nove tehnologije, nelinearnost, skladnost z zahtevami

ŠK 2-203

CIREĐ ŠK 2 (Kakovost električne energije in EMC)

**Izračun dejavnikov in kazalnikov neprekinjenosti napajanja
za regulacijo kakovosti oskrbe****Tomaz Mohar¹, Mitja Žnidarič²**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²Agencija za energijotomaz.mohar@eimv.si

Članek predstavlja izračun omrežnih in okoljskih dejavnikov, ki se za slovenska distribucijska podjetja spremljajo zadnjih 10 let, ter ravni neprekinjenosti napajanja (SAIDI in SAIFI), ki so vezani na referenčne vrednosti EU glede na deleže kabskega dela SN omrežja. Rezultati se uporabljajo pri izvedbi metodologije za izboljšanje kakovosti – ravni neprekinjenosti napajanja za naslednje regulativno obdobje.

Večletno spremljanje parametrov omrežja kaže na stalno izboljševanje strukture omrežja, kjer se poleg kabliranja SN omrežja izvajajo dodatni učinkoviti ukrepi: zazankanje omrežja, vstavljanje zaščitnih in daljinsko vodenih stikal v omrežje, vgrajevanje resonančne ozemljitve itd. Zaradi izvajanja ukrepov za izboljšanje neprekinjenosti napajanja, ki jih vzpodbuja regulacija kakovosti oskrbe, se povprečni kazalniki neprekinjenosti SAIDI/SAIFI na nivoju Slovenije izboljšujejo in so v zadnjem obdobju pod referenčnimi vrednostmi EU. Še vedno pa ostajajo znatne razlike med distribucijskimi podjetji, kar ostaja izziv za prihodnje regulatorne aktivnosti.

Ključne besede: distribucijska omrežja, zanesljivost napajanja, regulacija kakovosti

ŠK 2-213

CIRED ŠK 2 (Kakovost električne energije in EMC)

Obnova kompenzacijske naprave SVC 90 MVAR**Darko Mandelc¹**¹SIJ Acroni d.o.o.darko.mandelc@acroni.si

Konec leta 2020 smo v Jeklarni družbe SIJ Acroni uspešno prenovili kompenzacijsko napravo SVC (Static Var Compensator), ki je strateškega pomena za družbo, saj zagotavlja nemoteno obratovanje elektroobločnih peči ter s tem nemoten potek celotnega

proizvodnega procesa. Kompenzacijska naprava služi za odpravo oz. blaženje neželenih učinkov, ki jo elektro obločne peči z delovanjem pozročajo nazaj EEO (Elektro Energetskem Omrežju).

Z graditvijo Jeklarne na Belškem polju, Jesenicah leta 1986 je bila postavljena tudi prvotna kompenzacijska naprava moči 90 MVAR. Z rednim vzdrževanjem smo jo ohranjali v dobri kondiciji kar 34 let. Prenova je postala neizbežna, ko na trgu ni bilo več moč dobiti rezervnih delov predvsem za krmilje, tiristorski stolp in hladilni sistem. Slednji so bili tudi predmet prenove, dodatno tudi nadzorni sistem, ki spremlja delovanje same naprave tako na lokaciji kot oddaljeno.

Prenova je bila izredno natančno planirana, faze projektnih aktivnosti časovno omejene, saj je bilo montažo možno izvesti le ob glavnem remontu Jeklarne. Proizvodnja je seveda v družbi SIJ Acroni med top prioritetami.

Velika pozornost je bila tudi na kazalcih učinkovitosti (performance tests). Natančno smo posneli delovanje kompenzacijske naprave pred in po prenovi ob upoštevanju enakih proizvodnih programov, da bili rezultati primerljivi.

Ohranila se je kompenzacija s tiristorsko regulacijo jalove moči. Filtri niso bili predmet prenove torej je tudi prvotna moč ostala enaka. Tovrstna izvedba ne predstavlja težav kompenzacije jalove moči kot THD-ja, ima pa omejitve pri omejevanju flikerja. Meritve so pokazale, da smo tudi tega zmanjšali za cca. 23% glede na predhodno stanje, kar je velik korak v smeri izboljšanja kakovosti električne energije na področju Gorenjske regije.

Nosilec tehnologije in nadzor prenove je vršilo podjetje ABB Švedska. Montažo opreme je pa izvedlo slovensko podjetje Esotech.

Ključne besede: SVC, kompenzacija, THD, fliker

ŠK 2-235

CIRE ŠK 2 (Kakovost električne energije in EMC)

Analiza vpliva srednje velike sončne elektrarne na velikost flikerja v distribucijskem omrežju**Amar Zejnilović¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmaramar.zejnilovic@eimv.si

Število majhnih in srednjih sončnih fotonapetostnih sistemov se je v zadnjih 10 letih izrazito povečalo in vse kaže, da se bo podobna rast nadaljevala tudi v prihodnje. Poleg številnih prednosti namestitve in uporabe sončnih elektrarn, obstaja tudi nekaj pomanjkljivosti, ki jih je treba analizirati in odpraviti. Ena od slabosti uporabe sončnih elektrarn je morebiten vpliv sončnih celic na velikost flikerja. V tem članku je analiziran vpliv srednje velike sončne elektrarne, s skupno inštalirano močjo od skoraj 500 kWp, na velikost flikerja v distribucijskem omrežju in v industrijskemu objektu, ki se nahaja v bližini analizirane elektrarne. Na obeh lokacijah so bile izmerjene, analizirane in primerjane kratkoročne in dolgoročne jakosti flikerja z mejno vrednostjo, določeno s standardom SIST EN 50160. Rezultati so pokazali, da je bila v analiziranem tednu vrednost flikerja na obeh lokacijah v skladu z mejno vrednostjo.

Ključne besede: kakovost napetosti, fliker, sončna elektrarna, meritve

ŠK 2-259

CIREd ŠK 2 (Kakovost električne energije in EMC)

Vgradnja NN napetostnega stabilizatorja**Boris Unuk¹, Matej Žmavc¹**¹Elektro Mariborboris.unuk@elektro-maribor.si

Za reševanje odklona napetosti imamo na voljo kar nekaj ukrepov. V prispevku bo podrobneje obdelana rešitev, ki jo lahko štejemo med pametna omrežja.

Zaradi neskladnega odklona napetosti in s tem povezanimi težavami z delovanjem MSE, smo v NNO vgradili napetosti regulator podjetja A-Eberle LVRSystem. Le-ta na svojem izhodu omogoča tako višanje, kot nižanje vhodne napetosti. Opisano bo pripadajoče NNO, prikazana analiza meritev pred in po vgradnji regulatorja. Prav tako bo opisano delovanje regulatorja.

Na kratko bodo obdelane še tri druge možne rešitve. Prikazana bo tudi ekonomska primerjava med ukrepi.

Regulator se je pokazal kot dobra tehnična rešitev, ki pa ima omejitve v nazivni moči. V obdelanem primeru je to 44 kVA. Seveda lahko vgradnjo regulatorja gledamo kot začasno rešitev, s katero pridobimo čas za izvedbo trajnejše, praviloma tehnično, finančno in časovno bolj zahtevne rešitve.

Ključne besede: KEE, odklon napetosti, pametna omrežja, reševanje SNR

ŠK 3 – Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij

Predsednik: Miran Horvat
Tajnik: Damjan Berghaus Majnik

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Obratovanje distribucijskih omrežij:

- Zagotavljanje kakovosti zanesljivosti in varnosti napajanja odjemalcev
- Vpliv razpršenih virov na obratovanje distribucijskih omrežij
- Izzivi v obratovanju zaradi novega koronavirusa

PT 2: Vodenje distribucijskih omrežij:

- Distribucijski centri vodenja
- Nove tehnologije in izkušnje na nivoju RTP, TP, DVLM, RV in NN omrežij
- Vpliv novega koronavirusa na vodenje distribucijskih omrežij

PT 3: Zaščita distribucijskih omrežij:

- Koncepti, delovanje in izkušnje z zaščitami
- Analiza različnih stanj omrežja s podatki iz posameznih naprav
- Vpliv novega koronavirusa na morebitno obvladovanje zaščit

CIRED ŠK 3-114

Žumer Lucija

Prediktivno vzdrževanja – demonstracijski projekt

CIRED ŠK 3-135

Lovrenčič Viktor, Lušin Matjaž, Štern Gregor, Lovrenčič Ana

Deset let varnega in uspešnega izvajanja dela pod napetostjo v slovenski distribuciji

CIRED ŠK 3-138

Močnik Luka, Skledar Primož, Petrovič Nejc, Lestan Darko

Sodobna digitalna TP

CIRED ŠK 3-139

Močnik Luka

Sodobna digitalizirana razdelilno transformatorska postaja

CIRED ŠK 3-140

Močnik Luka

Testiranje sodobne RTP v zaostrenih epidemioloških razmerah

CIRED ŠK 3-154

Polak Marko, Supanič Simon, Berghaus Majnik Damjan, Štamol Ivan

Povečanje spoznavnosti SN omrežja – pilotni projekt Aclara

CIRED ŠK 3-157

Kovač Tadej, Klemenc Matej

Tipsko preizkušanje prenapetostnih odvodnikov razreda DH

CIRED ŠK 3-159

Pesjak Matic, Blažič Boštjan

Zaščita dolgih kabelskih izvodov v SN distribucijskem omrežju

CIRED ŠK 3-160

Klemenc Matej, Kovač Tadej

Razširitev uporabnosti RAM-1 na področje nadzora električnih omrežji, CO2 odtisa in strojnega učenja

CIRED ŠK 3-227

Hrobat Primož, Strmec Jure

Doseganje ustreznosti ozemljitvenega sistema TP na območju z zelo visoko specifično upornostjo zemlje

CIRED ŠK 3-268

Turinek Janez, Lindič Robert, Rakovnik Tomaž, Pavlič Drago, Horvat Miran, Zadek Zoran

Rekonstrukcija transformatorske postaje 110/20/10 kV RTP Dobrava

CIRED ŠK 3-274

Horvat Miran

Analiza incidenta pri iznosu potenciala z vidika detekcije in delovanja zaščit

CIRED ŠK 3-275

Horvat Miran, Unuk Boris, Berghaus Majnik Damjan

Nastavitev regulatorja napetosti v RTP ob povečani proizvodnji razpršenih virov

CIRED ŠK 3-284

Momirovski Aleksandar, Kernjak Jager Maja, Zejnilović Amar, Leskovec Rok, Ferjančič Denis, Noč Miha, Rezar Marko, Knez Tadej, Horvat Miran

Odprava prekomerne kapacitivnosti SN omrežja, kot posledica zamenjave nadzemnih vodov s kabelskimi

ŠK 3-114

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Prediktivno vzdrževanja – demonstracijski projekt**Lucija Žumer¹**¹Elektro Gorenjskalucija.zumer@elektro-gorenjska.si

V Skupini Elektro Gorenjska se vzdrževanje naprav in elementov distribucijskega omrežja izvaja glede na priporočila izdane s strani SODO. Tukaj gre za preventivno vzdrževanje sredstev, kjer se njihovo stanje preverja v naprej predpisanih časovnih intervalih.

Čeprav nam kvalitetni preventivni pregledi omogočajo varno obratovanje distribucijskega omrežja, sta dva ključna dejavnika, ki takšnemu konceptu vzdrževanja predstavljata izziv. Po eni strani se srečujemo z nepravčasnim odkrivanjem napak na sredstvih, ki se lahko odražajo tudi kot izpadi v omrežju. Hkrati pa se sočasno po drugi strani soočamo s prepogostim vzdrževanjem naprav, ki so v brezhibnem stanju, zaradi česar nastajajo nepotrebni dodatni stroški v sistemu. Katere naprave so izpostavljene tveganjem, da bodo imele okvaro in katere vzdržujemo prepogosto je s trenutnim konceptom vzdrževanja praktično nemogoče določiti.

Namen projekta, ki se je začel z april 2021 in se bo predvidoma zaključil avgust 2021 je raziskati in demonstrirati nov koncept vzdrževanja – prediktivno vzdrževanje, ter ugotoviti ali koncept predstavlja bistveno izboljšanje napram obstoječim procesom. Hkrati se bo tudi preverilo ali je z novim načinom možno znižati operativne stroške podjetja.

Kot že izpostavljeno, trenutni koncept vzdrževanja v elektrodistribucijskih podjetjih temelji bodisi na konceptu vzdrževanja po vnaprej določenih časovnih intervalih, bodisi ob okvarah posameznih komponent v elektroenergetskem sistemu. Prediktivno vzdrževanje nam omogoča, da optimiziramo časovno pogojene cikle vzdrževanja, glede na dejansko uporabo oziroma trenutno stanje sredstva in s tem dosežemo dva glavna cilja. Sredstvom, ki so dejansko obremenjena manj in so v boljšem stanju lahko časovno periodo podaljšamo in s tem zmanjšamo stroške vzdrževanja, sredstvom, ki pa so obremenjena več in so v slabšem stanju, pa lahko periodo vzdrževanja glede na stanje skrajšamo in se tem povečamo razpoložljivost oziroma zmanjšamo možnost odpovedi. Z izvedbo projekta se bo sprostilo obsežno delo s prekomernim obratovalnim nadzorom in vzdrževanjem opreme.

Koncept prediktivnega vzdrževanja se bo preizkusil, na dveh tipih distribucijskih transformatorjev in enemu energetskemu transformatorju.

Izdelki tega demonstracijskega projekta bodo preverjeni koncept prediktivnega vzdrževanja, ki vključuje:

- vzpostavljeno strojno opremo,
- definirani vhodni podatki, ki se izvozijo v programsko rešitev,
- vzpostavljena in ustrezno konfigurirana programska rešitev,
- izračunani prototipni algoritmi za AHI sredstev,
- definiran in preizkušen prototipni algoritem za prediktivno vzdrževanje za izbran tip sredstva,
- demonstrirani in preizkušeni procesi prediktivnega vzdrževanja,
- vizualizirani podatki za potrebe prediktivnega vzdrževanja.

Ključne besede: Prediktivno vzdrževanje, digitalizacija, AHI

ŠK 3-135

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

**Deset let varnega in uspešnega izvajanja dela pod napetostjo
v slovenski distribuciji****Viktor Lovrenčič¹, Matjaž Lušin¹, Gregor Štern², Ana Lovrenčič³**¹C&G d.o.o.; ²Elektro Gorenjska; ³Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru
viktor.lovrencic@c-g.si

Za nami je desetletje varnega in uspešnega izvajanja dela pod napetostjo (DPN) v slovenski distribuciji. Z izvajanjem DPN je zagotovljena tudi kakovost zanesljivosti in varnosti napajanja odjemalcev, kar je merljivo z izboljšanjem kazalnikov SAIDI in SAIFI. Prvo pooblastilo monterju in koordinatorju DPN za delo na nizki napetosti (NN) v distribuciji je bilo izdano leta 2011. Do izdaje prvih pooblastil je distribucija prehodila petletno obdobje uvajanja DPN, saj je bila pobuda podana že leta 2006. Poudariti je potrebno, da je ustanovitev slovenskega Konzorcija DPN, ki je obsegal trideset pravnih oseb (industrija, proizvodnja in prenos električne energije ter elektro montažna podjetja) je leta 2007 predstavljal pomemben mejnik, saj je podprl nosilca ideje C&G pri prevzemu avtorskih pravic v lasti HEP NOC. S prevzemom in prevodom sistemskih priročnikov DPN je bil vzpostavljen preverjen sistem dela pod napetostjo. Zanimivo je, da je Slovenija ena redkih če ne edina, ki je najprej začela izvajati DPN v industrijskem okolju in še le na to v distribuciji leta 2011. Velik uspeh je bil vključitev štirih od petih EDP v proces uvajanja in izvajanja DPN. Vključeno je preko sedemdeset izvajalcev DPN, monterjev in koordinatorjev iz štirih distribucij, ki aktivno izvajajo DPN na NN. Dosežen je zavidljiv nivo učinkovitosti in uspešnosti izvajanja DPN pri čemer je varnost in zdravje pri delu na prvem mestu skrbi, saj v Sloveniji ni bilo nobene nevarne situacije oz. ni bilo nobene nezgode pri izvajanju DPN. Leta 2013 ob stoti obletnici prve akcije DPN na srednji napetosti (SN) v ZDA so v treh slovenskih distribucijah začeli z izvajanjem DPN na SN oz. čiščenje transformatorskih postaj pod napetostjo. Koncem leta 2014, ko je bila ustanovljena Projektna skupine DPN v slovenski distribuciji (PS DPN pri GIZ EE), je slovenska distribucija dobila skrbnika in spodbujevalca nadaljnjemu razvoju uporabe DPN. PS DPN omogoča in spodbuja nadaljnji razvoj DPN, saj so strokovnjaki vključeni tudi v mednarodne organizacije DPN. Ob dejstvu da se aktivno izvaja DPN na NN in SN ostaja še veliko izzivov, da bi metodo DPN v vseh delovnih sredinah uporabljali in izvajali s ciljem izboljšati kazalce kakovosti električne energije ter zmanjšati nepotrebne izklope pri preventivnem načrtovanem vzdrževanju. Povečati je treba obseg izvajanja DPN na NN in SN v slovenski distribuciji. Nadaljevati je treba z večjim obsegom usposabljanja monterjev ter uvajati nove varne programe varovanja pred električnim oblok, menjave električnih števecov z enim izvajalcem z metodo DPN ter varnih meritev kakovosti električne energije (KEE). Doseči je treba, da se tudi zadnja peta distribucija aktivno vključi v izvajanje DPN na NN. V svetu ter tudi v sosedstvu, čeprav je več kot sto let izkušenj, nadaljujejo z razvojem metod DPN na vseh nivojih napetosti na NN, SN in VN. Sledilo je treba novim sodobnim tehnologijam izvajanja DPN ter cilju, da je vsak monter v distribuciji usposobljen za DPN na NN ter ustvarjati pogoje za postopno uvajanje DPN na SN na nadzemnih vodih.

Ključne besede: delo pod napetostjo, preventivno vzdrževanje, varno delo, izkušnje, SAIDI, SAIFI, zgodovina

ŠK 3-138

CIRE ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Sodobna digitalna TP**Luka Močnik¹, Primož Skledar¹, Nejc Petrovič¹, Darko Lestan⁴**¹Elektro Gorenjska; ⁴Altens
luka.mocnik@elektro-gorenjska.si

Ideje o avtomatizacije SN omrežja v Distribucijskem podjetju Elektro Gorenjska segajo v začetek tega tisočletja. Trenutno je približno 15 odstotkov transformatorskih postaj opremljenih z eno od treh generacij opreme za vodenje postaje. Tako vgrajeni sistemi vodenja so mešanica analognih in delno digitaliziranih rešitev. Elektro Gorenjska je že pred leti spoznala, da Ethernet tehnologije postajajo osnova na katerih se bodo gradili moderni sistemi vodenja. Elektro Gorenjska je bila in je še vedno vključena v množico raziskovalnih projektov na področju pametnih omrežij in razvoju novih pristopov k vodenju in upravljanju omrežja. Izkušnje pridobljene v preteklosti, so nas vodile k razvoju transformatorske postaje nove generacije.

Moderna oprema za vodenje transformatorskih postaj (RTU) je zmogljiva naprava, ki ni samo sposobna zajema različnih informacij iz transformatorske postaje, temveč je s svojo procesorsko močjo sposobna izvajati tudi funkcije odločevanja. Sodobni RTU s podrejenimi in nadrejenimi napravami komunicira s pomočjo standardnih komunikacijskih protokolov. Uporaba zmogljivih RTU naprav v kombinaciji z zanesljivimi komunikacijami omogočajo uporabo in razvoj novih konceptov upravljanja in nadzora SN in NN omrežja. Samo-obnovljiva mreža, regulacijski distribucijski transformatorji, obratovanje SN mreže v zanki, so le nekateri primeri, ki potrebujejo zmogljivo RTU napravo. Pomembno področje v sodobnih sistemih so koncepti Industry 4.0 in IloT. Povečanje učinkovitosti in zanesljivosti delovanje celotnega energetskega sistema bo mogoče z uporabo dodatnih informacij zajetih na nivoju SN in NN omrežij. Področja kot so upravljanje s sredstvi, analiza podatkov in nenazadnje umetna inteligenca so odvisna od kvalitete in nabora podatkov iz omrežja.

Z vidika energetike je okolje transformatorske postaje razdeljeno na srednje in nizkonapetostni del. Nizkonapetostni del je opremljen z napravami, ki zajemajo različne procesne in okoljske informacije. To so na primer vrednosti tokov, moči, temperature, položaji stikal, podatki o kvaliteti električne napetosti in ostala alarmna signalizacija. Srednje napetostni del pa zagotavlja informacije o stanju SN stikalnih elementov, meritve na SN delu, informacije o delovanju in detekciji zaščitnih elementov. Zajeti podatki se obdelajo bodisi v RTU-ju oziroma se posredujejo nadrejenim sistemom, kot so centri vodenja ali podatkovnim skladiščem, kjer se podatki uporabijo za napredne analize. Nenazadnje pa so podatki na voljo tudi sosednjim transformatorskim postajam. Uporaba naprednega RTU omogoča nove načine vpogleda v delovanje TP postaje, kot je npr. uporaba mobilne prenosne naprave.

RTU kot osrednja enota predstavlja vstopno točko v celoten procesno-informacijski sistem, in tako opravlja pomembno vlogo pri zagotavljanju kibernetske varnosti. Zagotavljanje različnega nivoja pravic dostopa in upravljanja, ter požarna pregrada, sta le dve osnovni varnostni funkciji.

Ključne besede: Digitalizacija, RTU, IloT, kibernetska varnost, Industry 4.0



ŠK 3-139

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Sodobna digitalizirana razdelilno transformatorska postaja

Luka Močnik¹

¹Elektro Gorenjska

luka.mocnik@elektro-gorenjska.si

Razvoj avtomatizacije in informatike (digitalizacija) na področju elektroenergetskih sistemov – naprav poteka vedno hitreje. Zadnja leta smo priča velikim spremembam na področju upravljanja in vodenja energetskega omrežja. Pojav koncepta pametnih omrežij, protokolov, ki bazirajo na TCP/IP tehnologijah in izzivom na področju kibernetske varnosti, zahtevajo od uporabnikov, vzdrževalcev in načrtovalcev procesnih sistemov nove pristope in spremembe v načinu razmišljanja. Nove zahteve po daljinskem zajemu, obdelavi in upravljanju z različnimi končnimi napravami postavlja nove zahteve tudi za telekomunikacijsko omrežje.

Danes lahko govorimo že o 4 generaciji digitalnih tehnologij za namen vodenja in upravljanja RTP, RP in TP. Zadnja generacija digitalizacije RTP/RP postaje prinaša povsem novo arhitekturno zasnovo sekundarnih sistemov za vodenje in sistemov za nadzor pomožnih naprav v RTP. Uvedba digitalnih tehnologij in informacijskih rešitev pa poleg očitnih prednosti prinaša množico skritih pasti, ki jih je potrebno upoštevati. Sodobne IED naprave so v svojem bistvu postali zmogljivi strežniki. Zmogljive IED aplikacije za svoje delovanje uporabljajo splošno znane protokole in tehnologije (ethernet, LINUX, ftp, sftp, telnet, web,...), ter so s tem postale veliko bolj ranljive.

S stališča vlog uporabnikov in komunikacij je okolje v RTP razdeljeno na več ravnin. Prvo in najpomembnejšo ravnino predstavlja sistem vodenja primarnih naprav. Na področju vodenja in nadzora primarnih naprav se je danes uveljavil protokol IEC61850 omogoča izdelavo povsem digitalne postaje, kjer se analogne veličine digitalizirajo že pri izvoru (merilni transformator). Na ta način TCP/IP tehnologije nadomeščajo fizične povezave. Ta ravnina se razdeli na dve pod-ravnini procesno in postajno vodilo.

Druga ravnina predstavlja okolje za upravljanje z zaščitnimi funkcijami. Sodobni zaščitni releji so postali zmogljivi strežniki, ki v sebi vsebujejo različne funkcije. Upravljanje s temi napravami zahteva dve vlogi. Prva vloga je upravljanje z napravo v sistemu IEC61850. Druga vloga pa upravljanje z zaščitnimi funkcijami, ki skrbijo za varno in zanesljivo delovanje energetskega sistema. Tu govorimo predvsem o nastavitvah parametrov na zaščitnih napravah in pregledu in prenosu oscilografij.

Tretjo ravnino pa predstavljajo okolja, ki so namenjena nadzoru delovanja in upravljanju celotnega komunikacijskega procesnega okolja. Za uspešno obvladovanje kompleksnih sekundarnih in pomožnih sistemov je potrebno poiskati inženirje z multidisciplinarnim znanjem energetike, telekomunikacij in informatike. Poleg novih znanj pa se za obvladovanje digitalnih sistemov potrebuje nova orodja, ki bolj znana v IKT okoljih, vendar omogočajo analizo delovanja sistemov na nivoju različnih uporabljenih protokolov v procesnih okoljih.

Napredek v tehniki in pomanjkanje ustreznega kadra zahteva premike pri načrtovanju sekundarnih in komunikacijskih sistemov v RTP. V referatu bo predstavljena zasnova IKT sistemov, ki bo omogočala ustrezno izvajanje nalog tako z vidika obratovanja, kot tudi nadzora in upravljanja postaj. Dolgoročno uspešno izvajanje omejenih nalog pa je možno z upoštevanjem načel kibernetske varnosti. Obravnavane bodo teme segmentacije ravnin, prenosu in nadzoru podatkov med njimi, uporaba načel I10t in industry 4.0.

Ključne besede: IEC61850, kibernetska varnost, Industry 4.0



ŠK 3-140

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Testiranje sodobne RTP v zaostrenih epidemioloških razmerah

Luka Močnik¹

¹Elektro Gorenjska

luka.mocnik@elektro-gorenjska.si

Prenova in vzdrževanje sistemov vodenja v Razdelilno Transformatorskih Postajah (RTP) je stalen proces, ki se izvaja z namenom zagotavljanja ustreznega nivoja zanesljivosti in upravljanja distribucijskega energetskega omrežja. Na področju distribucije električne energije smo priča trendu prehoda od klasičnih omrežij proti pametnim omrežjem.

Tudi v podjetju Elektro Gorenjska so digitalni sistemi, ki temeljijo na protokolu IEC 61850 postali vsakdanje praksa. Razširjenost in razvoj opreme, ki bazira na omenjenem standardu predstavlja možnosti za razvoj novih načinov testiranja zaščite, avtomatizacije in nadzora sekundarnih sistemov.

Postopke testiranja klasično razdelimo v tri faze. V prvi fazi se izvajajo tako imenovana tovarniška testiranja (FAT). FAT testi se navadno izvajajo na lokaciji ponudnika opreme za vodenje. V zadnjih letih smo razvili postopke, da se na ponudnikovi lokaciji čimbolj približamo pravem okolju RTP-ja. Naslednja faza testiranja so testi na pravi lokaciji (SAT). Tu je primarna in sekundarna oprema sestavljena v končni obratovalni postavitvi. V življenjskem ciklu opreme je potrebno izvajati še vzdrževalna testiranja, z namenom zagotavljanja zanesljivega delovanja. V postopke testiranja so vključeni tako strokovnjaki ponudnika kot naročnika EG. Pretekle izkušnje kažejo, da tesno sodelovanje strokovnjakov iz obratovanja, zaščite in procesnega vodenja prinaša dobre sinergijske učinke.

Zaostrene gospodarske razmere in nepredvidljivi razvoj epidemiološke slike v letu 2019-2021 nas je spodbudil k razmišljanju, kako premostiti težave v primeru omejitvi gibanja, karanten in omejevanju socialnih stikov, ter v kar največji meri zagotoviti koncentracijo znanja in nemoteno izvajanje nalog.

Procesno okolje v RTP smo razdelili v tri ravnine. Prvo ravnino sestavljajo klasični gradniki namenjeni vodenju in nadzoru energetske opreme. To so zaščitni releji, računalniki polj, komunikacijski in postajni računalniki. Druga ravnina je namenjena nadzoru zaščitnih funkcij relejev in zbiranju oscilografij. Tretja ravnina pa se razprostira čez vse procesne elemente in omogoča inženirjem nadzor nad delovanjem naprav v RTP. Sodobna digitalna okolja omogočajo inženirjem nadzor opreme in delovanje z različnih lokacij.

V referatu bom predstavil postopke testiranja na postaji na RTP Labore. V RTP Labore smo izvajali zamenjavo zastarele sekundarne opreme. Zamenjava je potekala fazno, brez motenj odjemalcev. Za uspešno izvedbo zadanih nalog smo morali prilagoditi postopke testiranja. V tretji inženirski ravnini smo v okolju EG prvič uporabili specializirano orodje IEDscout za delo v IEC61850 okoljih. IEDscout je nastopal v vlogi IEC61850 strežnika ali odjemalca. V vlogi strežnika je IEDscout nadomeščal naprave, ki fizično niso bile prisotne na postajnem LAN-u. V vlogi odjemalca pa je IEDscout služil za preverjanje pravilnosti telegramov v IEC61850 okolju. Da smo zmanjšali koncentracijo osebja na postaji smo sodelujočim inženirjem omogočili oddaljeni dostop. Pri tem nismo pozabili na zahteve kibernetike varnosti, kamor sodi razdelitev vlog, nadzor dostopov, varnost povezav...

V zaključku bodo v referatu predstavljene izkušnje pri uporabi omenjenega okolja, predvsem v luči primerjave med klasičnim in novim pristopom.

Ključne besede: IEC61850, epidemija, testiranje SAT/FAT, kibernetika varnost

ŠK 3-154

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Povečanje spoznavnosti SN omrežja – pilotni projekt Aclara**Marko Polak¹, Simon Supanič², Damjan Berghaus Majnik², Ivan Štamol³**¹SODO d.o.o.; ²Elektro Maribor; ³C&G d.o.o.
marko.polak@sodo.si

Za zagotavljanje nemotene oskrbe uporabnikov elektroenergetskega sistema in za nadaljnji razvoj distribucijskega sistema za električno energijo je ključnega pomena stabilno, robustno in napredno elektroenergetsko omrežje, ki mora biti redno vzdrževano in ustrezno načrtovano glede na potrebe in posebnosti lokalnega okolja. S prodorom novih tehnologij v distribucijsko elektroenergetsko omrežje je zanesljivo in nemoteno delovanje elektroenergetskega omrežja vse bolj ključen dejavnik zanesljive dobave električne energije odjemalcem ter da je poznavanje stanja oziroma spoznavnost omrežja vedno bolj ključna za varno izvajanje vzdrževanja in ustrezno ukrepanje obratovalcev ob dogodkih v omrežju. Ob tem je velika spoznavnost omrežja ključna za uspešno uvajanje storitev prožnosti v sistemu, predvsem za zagotavljanje storitev prožnosti na lokalnem področju za odpravljanje lokalnih zamašitev in otočno obratovanje.

Gradniki distribucijskega srednje napetostnega omrežja v tem trenutku ne zagotavljajo zadostno poznavanje stanja omrežja, da bi bilo možno zagotavljati storitve prožnosti v popolnosti. Zaradi tega sta se podjetji SODO d.o.o in Elektro Maribor, d.d. skupaj s partnerjem C&G, d.o.o. odločili pristopiti k pilotnemu projektu Aclara Grid Monitoring, s katerim želijo preveriti vpliv vgradnje senzorjev za meritev toka in napetosti v posamezni točki EE sistema na poznavanje stanja sistema. V okviru projekta so vgrajeni senzori Aclara na testni lokaciji v omrežju.

Ključne besede: SN omrežje, spoznavnost, razpršeni viri, obratovanje, senzor napetosti in toka

ŠK 3-157

CIREd ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Tipsko preizkušanje prenapetostnih odvodnikov razreda DH**Tadej Kovač, Matej Klemenc**Izoelektro d.o.o.
tadej@izoelektro.si

Referat obravnava tipska preizkušanja prenapetostnih odvodnikov, ki jih predpisuje standard IEC 60099-4:2014 za distribucijski razred. IEC standard predpisuje tipske preizkuse, ki morajo biti opravljeni v akreditiranih laboratorijih, da se preveri ustreznost ponujene opreme. Samo prenapetostni odvodniki, ki imajo opravljene vse tipske preizkuse po naj novejši ediciji standarda so ustrezni za montažo v distribucijska omrežja. V referatu bom predstavil problematiko določil tehničnih zahtev in izbire prenapetostih odvodnikov, saj se še vedno zaradi nejasnih smernic v večini uporabljajo odvodniki, ki so preizkušeni po starem standardu IEC 60099-4 iz leta 2009, ki pa je bil leta 2014 preklican ter nadomeščen z novo edicijo standarda.

Predstavljeni bodo tudi tipski preizkusi, ki zajemajo preizkušanje na posameznih kovinsko oksidnih uporih kot tudi preizkušanje na celotnih prenapetostnih odvodnikih. Namen tipskih preizkusov je, da se preveri ustreznost prenapetostih odvodnikov na: normalne obratovalne pogoje, parcialne praznitve, visoko tokovne impulze (udare strel z visoko amplitudo), trajno prenapetost, termično stabilnost, delovanje v primeru kratkega stika, odpornost na ekstremne vremenske pogoje (visoka onesnaženost, montaža odvodnikov ob morju kjer se pojavlja slana megla) ter na mehanske obremenitve, ki jih povzročajo povesi vodnikov zaradi padlih dreves ali drugih havarij.

Ključne besede: Prenapetostni odvodnik, tipsko preizkušanje, distribucijsko omrežje

ŠK 3-159

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Smerna zemeljskostična zaščita v kabliranem SN distribucijskem omrežju**Matic Pesjak¹, Boštjan Blažič²**¹Elektro Gorenjska; ²Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljanimatc.pesjak@elektro-gorenjska.si

V tem prispevku je raziskan vpliv dolžine oz. razsežnosti kabliranega distribucijskega omrežja na vrednosti tokov enopolnih zemeljskih stikov na različnih lokacijah v omrežju ter kako to vpliva na zaznavo zaščitnih relejev. Predstavljen je tudi princip delovanja smerne zemeljskostične zaščite.

Na teoretičnem modelu distribucijskega sistema s štirimi dolgimi izvodi smo izračunali vrednosti enopolnih zemeljskih stikov na različnih lokacijah omrežja pri čemer smo pri posameznem tipu okvare spremljali tudi meritve vseh zaščitnih relejev v omrežju.

Ključne besede: enopolni zemeljski stik, smerna zemeljskostična zaščita, rezidualna napetost, rezidualni tok, DIgSILENT, Simulink

ŠK 3-160

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Razširitev uporabnosti RAM-1 na področje nadzora električnih omrežji, CO₂ odtisa in strojnega učenja**Matej Klemenc¹, Tadej Kovač¹**¹Izoelektro d.o.o.matej@izoelektro.si

Prenapetostni odvodniki vgrajeni v prenosna in elektrodistribucijska omrežja so zaščitni elementi. V času obratovanja dotrajajo in v omrežju povzročajo progresivne izgube predvsem zaradi atmosferskih praznjen, omrežnih manipulacij in slabe izvedbe. Naprava RAM-1 je bila zasnovana na podlagi meritve ohmske komponente uhajavega toka v skladu s standardom IEC 60099-5. Namenjena je bila za brezžičen nadzor stanja kovinsko oksidnih prenapetostnih odvodnikov nad 1 kV.

V podjetju Izoelektro d.o.o. imamo vizijo, da izdelke naredimo pametne. Zato smo napravo nadgradili in osnovni meritvi ohmske komponente uhajavega toka dodali številne druge funkcije. Rezultat je izpopolnjena pametna IoT naprava RAM-1 za daljinsko spremljanje in napredno analizo električnih omrežij z nadzorom odvodnikov, ki bo predstavljena v referatu. Napravi RAM-1 so bile dodane funkcije: števec strel, prikaz prisotnosti napetosti, merilec temperature, nagib odvodnika ali daljnovodnega stebra, prikaz lokacije, najbližja pot do naprave, zgodovina delovanja. Naprava se ponaša s strojnimi učenjem in omogoča brezžično komunikacijo po omrežju 4G, 5G ali LoRaWAN. Deluje avtonomno do 20 let. Strojno učenje naprave RAM-1 na podlagi analiziranih dogodkov omogoča, da električna omrežja postanejo pametna električna omrežja. Izboljša obratovalni proces, zanesljivost ter stabilnost prenosa in distribucije električne energije. Rezultate prikazane v spletni in mobilni aplikaciji lahko spremljamo med obratovanjem omrežja brez izklopov in demontaže prenapetostnih odvodnikov. Na ta način natančno in pravočasno ugotovimo, kateri prenapetostni odvodniki so dotrajani in ali je prišlo do požara, porušitve oziroma nagiba odvodnika ali konstrukcije. S pravočasnim posredovanjem povečamo zanesljivost obratovanja in zmanjšamo izgube v distribucijskem omrežju. Z brezžičnim daljinskim nadzorom zmanjšuje stroške nadzora kvalitete in funkcionalnosti vgrajenih odvodnikov prenapetosti. Preprečuje visoke stroške ne-načrtovanih izklopov omrežja in prinaša znižanje ogljikovega odtisa, ki ponazarja izpuste ogljikovega dioksida (CO₂) in drugih toplogrednih plinov (TGP), za katero so odgovorni posameznik, podjetja in država.

Ključne besede: RAM-1, pametna IoT naprava, nadzor električnega omrežja, strojno učenje

ŠK 3-227

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

**Doseganje ustreznosti ozemljitvenega sistema TP na območju
z zelo visoko specifično upornostjo zemlje****Primož Hrobat¹, Jure Strmec¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmar, Slovenijaprimoz.hrobat@eimv.si

V članku je obravnavan ozemljitveni sistem transformatorske postaje, objektov in inštalacije kamnoloma, ki se nahaja na območju z zelo visoko specifično upornostjo zemlje. Predstavljene so meritve ozemljitvene impedance in napetosti dotika na omenjenem področju. Ustreznost ozemljitvenega sistema ni mogoče doseči z ustrezno nizko impedanco transformatorske postaje, zato so podani možni ukrepi reševanja takih premerov. Na koncu je podana specifična rešitev problema previsoke ozemljitvene impedance TP in ustreznost je tudi potrjena s končnimi meritvami.

Ključne besede: TP, ozemljitveni sistem, napetost dotika

ŠK 3-268

CIRE ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

**Rekonstrukcija transformatorske postaje 110/20/10 kV
RTP Dobrava****Janez Turinek¹, Robert Lindič¹, Tomaž Rakovnik¹, mag. Drago Pavlič¹, mag. Miran Horvat²**¹Esotech; ²Elektro Maribortomaz.rakovnik@esotech.si

Razdelilna transformatorska postaja 110/20/10 kV Dobrava je bila zgrajena leta 1978 in predstavlja enega ključnih RTP-jev na desnem bregu reke Drave. Po poročilih pristojnih služb obratovanja in vzdrževanja, da je objekt tehnično zastarel in potreben rekonstrukcije, se je podjetje Elektro Maribor, d.d. odločilo za rekonstrukcijo oziroma obnovo RTP-ja.

Obnova oziroma rekonstrukcija RTP Dobrava je vsebovala zamenjavo primarne opreme, zamenjavo sekundarne opreme ter zamenjavo lastne rabe.

Vsaka obnova ali rekonstrukcija RTP-ja, ob pogoju, da mora stikališče v času del neprestano in zanesljivo obratovati, predstavlja svojevrsten izziv. Med pripravo projekta je potrebno oceniti vsa tveganja in dodobra preučiti vsa vmesna stanja, tako da imamo med izvajanjem projekta čim manj nepredvidenih situacij, ki bi lahko privedle do izpada posameznega VN-polja, ali pa v najslabšem primeru celo izpadov VN-polj v sosednjih stikališčih.

V članku je opisan umestitev novo zasnovanega stikališča v prostor, potek zamenjave primarne in sekundarne opreme ter nepredvidene težave, ki so se tekom rekonstrukcije pojavile.

Ključne besede: rekonstrukcija RTP, RTP Dobrava



cigre
Slovenija



CIRED
Slovenija

ŠK 3-274

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Analiza incidenta pri iznosu potenciala z vidika detekcije in delovanja zaščit

Miran Horvat¹

¹Elektro Maribor

miran.horvat@elektro-maribor.si

Analize incidentov oz. delovnih nezgod zaradi iznosa potenciala so ene najtežjih, še posebej če je pri tem prišlo do težjih poškodb delavcev ali celo smrtne žrtve. V omenjenem prispevku želim predstaviti enega izmed incidentov zaradi iznosa potenciala, ki se je na srečo končal brez večjih poškodb. Del srednje napetostnega omrežja je bil zaradi vzdrževalnih del izklopljen, na delu sta bili dve ekipi vzdrževalcev. Ena ekipa je izvajala poseke na 20 kV omrežju, druga ekipa pa je izvajala revizijo transformatorske postaje 20/0,4 kV. Incident se je zgodil pri skupini, ki je izvajala revizijo TP. Kljub uporabi prenosne kratkostično ozemljitvene garniture, ki jo je skupina pri reviziji TP uporabila je prišlo do iznosa potenciala. Iz ozemljitvene garniture se je zaradi iznosa potenciala pričelo občasno kaditi, del zemljine je bil pri tem ožgan. Pri tem so bili delavci prestrašeni, saj jim prvi trenutek ni bilo popolnoma nič jasno, zakaj se te stvari dogajajo. Vzrok iznosa potenciala je bil v prvi skupini, ki je izvajala poseke. Ob žaganju dreves je pri križanju dveh daljnovodov prišlo do stika dveh žic in s tem iznosa potenciala v del omrežja, ki je bil izključen.

Kaj vse se je takrat dogajalo, kaj so posneli zaščitni releji bo predstavljeno v tem prispevku. Poudarek bo na izpisih iz posameznih relejev, saj pri tem dogodku ni prišlo do nobenega izklopa odklopnika zaradi delovanja zaščit. Prikazani bodo tudi vsi izvedeni in neizvedeni zaščitni ukrepi, ki sta jih obe skupini izvedli oz. jih nista izvedli z namenom osveščanja. Po kasnejšem pogovoru z omenjenimi udeleženi delavci jih je bila večina prepričana, da so vse zaščitne ukrepe izvedli pravilno. Prav tako so bili prepričani, da zaščitne naprave niso odreagirale in izklopile tega dela omrežja, ki je bil že predhodno izklopljen. Pa so bili kljub temu podvrženi nevarnostim zaradi iznosa potenciala, nekaj zaradi svoje krivde oz. napačne uporabe prenosne zemeljskostične garniture, večina krivde pa gre k izvajalcem poseke.

Ključne besede: omrežje, incident, kratkostično ozemljitvena garnitura, ozemljitev, zaščita

ŠK 3-275

CIRED ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Nastavitev regulatorja napetosti v RTP ob povečani proizvodnji razpršenih virov**Miran Horvat¹, Boris Unuk¹, Damjan Berghaus Majnik¹**Elektro Maribor¹miran.horvat@elektro-maribor.si

Na temo regulacije napetosti in nastavitve avtomatskega regulatorja je bilo do sedaj že marsikaj povedanega in napisanega, narejenega pa bore malo. V vsakem RTP-ju je vgrajen energetska transformator 110/X kV z regulacijo napetosti pod obremenitvijo. Za regulacijo napetosti pod obremenitvijo skrbi avtomatski regulator, kateremu nastavimo želeno vrednost napetosti na SN zbiralkah RTP-ja. Tradicionalno je bilo omrežje grajeno za pretok energije od izvora do porabnika, prav tako so bili padci napetosti oz. profili napetosti višji na izvoru in najmanjši pri porabnikih. Z ustrezno nastavitvijo fiksne napetosti na SN zbiralkah v RTP-ju in pravilno nastavitvijo fiksnih stopenj posameznih stopenj distribucijskih transformatorjev SN/0,4 kV je bilo v večini primerov zadovoljeno standardu kakovosti električne energije SIST EN 50160, še posebej ob dejstvu da med minimalno in maksimalno porabo ni bilo večjega odstopanja.

Do prihoda razpršenih virov je bila takšna filozofija vzdrževanja napetostnih profilov vzdržna, z vse več proizvodnje iz razpršenih virov in vedno večjo porabo pa so se v omrežju pojavljale vedno večje anomalije. Le te so se kazale predvsem v napetostnih profilih, ki so bili izven predpisanih meja definiranih s standardom. Sledile so pritožbe odjemalcev, vedno večje probleme pa so imeli soglasodajalci z izdajo soglasij za priključitev novih razpršenih virov, katere so morali zavračati.

V omenjenem preglednem članku želimo na primeru RTP Breg prikazati, kako smo se lotili nastavitve regulatorja. Proizvodnje iz razpršenih virov je toliko, da je pretok energije ob ugodnih razmerah celo v prenosno 110 kV omrežje. Gibanje moči na SN zbiralkah RTP-ja je med -2 MVA do +25 MVA. Fiksno nastavljena napetost na SN zbiralkah je v tem primeru nezadostna, potrebno je bilo na regulatorju napetosti aktivirati tako imenovano kompaudacijo napetosti oz. prilagajanje napetosti glede na porabo. Kako in kakšni so bili rezultati po tej spremembi režima vzdrževanja napetostnega profila bo prikazano v prispevku.

Ključne besede: omrežje, transformator, regulacija napetosti, napetostni profil

ŠK 3-284

CIREĐ ŠK 3 (Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij)

Odprava prekomerne kapacitivnosti SN omrežja, kot posledica zamenjave nadzemnih vodov s kabelskimi**Aleksandar Momirovski¹, Maja Kernjak Jager¹, Amar Zejnilović¹, Rok Leskovec¹,
Denis Ferjančič², Miha Noč³, Marko Rezar⁴, Tadej Knez⁵, Miran Horvat⁶**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²Elektro Primorska; ³Elektro Gorenjska; ⁴Elektro Celje; ⁵Elektro Ljubljana; ⁶Elektro Maribor
aleksandar.momirovski@eimv.si

V letu 2016 (Uradni list 29/2016) so bila sprejeta nova sistemska obratovalna navodila za prenosni sistem električne energije Republike Slovenije, ki v 38. Členu določajo:

(1) Če so posamezne veličine na priključni točki izven določil SIST EN 50160, distribucijski operater ali končni odjemalec ne sme z novimi EEN še dodatno poslabšati kakovosti električne energije. Za namen obvladovanja kakovosti napetosti se zahteva možnost daljinskega izklopa posameznih kompenzacijskih naprav na SN napekostnem nivoju v RTP VN/SN, če le-te ne vplivajo na sam proizvodni proces ali poslabšanje napetostnih razmer izven meja, podanih v SONDO (po novem SONDSEE).

(2) Kompenzacija jalove moči mora biti izvedena na način, da je jalova moč izravnana v obsegu znotraj 15 minut, pri čemer mora biti $\tan(\varphi)$ v mejah od $-0,32868$ do $+0,32868$, če pogodba o uporabi prenosnega sistema ne določa drugače. Distribucijski operater ali končni odjemalec mora posredovati podrobnejše podatke o kompenzacijskih napravah.

Slednje prinaša spremembe v obračunu jalove moči, ki se pretaka preko prevzemnega mesta med prenosnim in distribucijskim omrežjem. Na določenih prevzemno-predajnih mestih je zaradi obsežnosti kabelskega SN omrežja ta pretok jalove moči že dokaj znaten. Z razvojem omrežja, ki zahteva vremensko neobčutljivo infrastrukturo se pojavlja na ruralnih predelih omrežja prekompenziranost omrežja. Ta pojav je predvsem zaznan v času, ko omrežje ni močno obremenjeno (ponoči, vikendi, prazniki, itd.). Slednje utemeljuje potrebo po razjasnitvi tematike ter raziskavi tehničnih rešitev, ki morajo biti tehnično in ekonomsko optimalne.

S tem namenom je v tem prispevku najprej povzeta teorija kapacitivnosti kabelskih vodov in teoretičen vpliv kapacitivnosti na obratovanje SN sistema. Jedro prispevka pa predstavlja kompenzacija jalovega toka, ki se pojavlja kot posledica povečane (prekomerne) kapacitivnosti SN kablov ter je v tem prispevku analizirana iz različnih zornih kotov, ki nam dajo osnova navodila za reševanje dosti nove problematike v obratovanju SN sistema. Kompenzacija jalovega toka je analizirana iz naslednjih stališč:

- Zahteve prenosnih operaterjev (Zakonodaja v Sloveniji in EU)
- Pregled dosedanjih ukrepov v Sloveniji
- Pregled prakse v tujini
- Nabor naprav za zmanjšanje prevzema jalove energije
- Opredelitev tehničnih kriterijev za vgradnjo naprav in mesta vgradnje
- Simulacije za potrditev tehničnih kriterijev za vgradnjo naprav in mesta vgradnje
- Opredelitev izvedbe nadzora iz distribucijskega centra vodenja
- Ekonomska analiza izvedbe posameznih ukrepov

Ključne besede: prekomerna kapacitivnost, kompenzacijske naprave, obratovanje SN omrežja, razvoj distribucijskega sistema

ŠK 4 – Obratovanje, vodenje in zaščita distribucijskih omrežij

Predsednik: Dejan Matvoz
Tajnik: Matjaž Miklavčič

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Priključevanje razpršenih virov in BHEE v skladu z novimi navodili SONDSEE, ki vključujejo določila Uredbe RfG:

- Zagotavljanje ustrezne dokumentacije za priključevanje
- Praktičen potek priključevanja na podlagi meritev
- Priključevanje in obratovanje razpršenih virov, še posebej mikrofonapetostnih elektrarn (»balkonske elektrarne«) ter »naprav za samooskrbo« – omejitve in praktične rešitve

PT 2: Vloga razpršenih virov v distribucijskem omrežju in obratovanju sistema:

- Upravljanje z razpršenimi viri in koordinacija končni uporabnik omrežja – operater distribucijskega omrežja – sistemski operater.
- Upravljanje (rudarjenje) s podatki o razpršenih virih in analitika v smislu razvoja in vodenja distribucijskega omrežja
- Modeliranje omrežja in metodologije za izračun vplivov razpršenih virov na omrežje v fazi načrtovanja in obratovanja omrežja

PT 3: Nove tehnologije in koncepti za razpršene vire:

- Otočno obratovanje omrežja končnega uporabnika omrežja in ponovna sinhronizacija (»Micro-Grids«)
- Napredni telekomunikacijski sistemi za nadzor in prenos podatkov do razpršenih virov
- Napredne tehnologije za nadzor razpršenih virov in stanja v distribucijskem omrežju

CIRED ŠK 4-131

Petrovič Nejc, Dobravec Blaž

Razvoj naprednega pretvornika za razpršene vire energije – izkušnje s projektom EASY-RES

CIRED ŠK 4-144

Černezel Martin, Polajžer Boštjan, Srečkovič Nevena, Kramaršek Tomislav, Rošer Miran

Numerične simulacije ukrepov za izboljšanje kakovosti napetosti v sodobnih nizkonapetostnih omrežjih

CIRED ŠK 4-236

Miklavčič Matjaž

Preverjanje skladnosti proizvodnih naprav z zahtevami Uredbe komisije EU 2016/631 RfG in SONDSEE

CIRED ŠK 4-239

Seršen Ervin

Mikro proizvodna naprava (»balkonska«) 600 ali 800 W?

ŠK 4

CIRED ŠK 4-300

Matvoz Dejan, Miklavčič Matjaž

Priključevanje proizvodnih naprav in hranilnikov el. en. v skladu s SONDSEE – Priloga 5

CIRED ŠK 4-306

Leskovec Rok, Bergoč Primož, Štremfelj Jalen

Meritve karakteristik jalovih moči skladno z navodili za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko omrežje

ŠK 4-131

CIRED ŠK 4 (Razpršeni viri in upravljanje z energijo)

**Razvoj naprednega pretvornika za razpršene vire energije –
izkušnje s projektom EASY-RES****Nejc Petrovič¹, Blaž Dobravec¹**¹Elektro Gorenjskanejc.petrovic@elektro-gorenjska.si

Evropski H2020 projekt EASY-RES se ukvarja s problematiko vedno večje penetracije razpršenih virov v omrežje, oziroma bolje rečeno z vedno večjim deležem polprevodniških močnostnih elementov v omrežju, ki imajo neugoden vpliv na kvaliteto oskrbe z električno energijo.

Namen projekta je razviti nov tip pretvornika, ki vključuje napredne algoritme, ki bo vsem priključenim razpršenim virom energije omogočil obratovanje na način, ki je podoben obratovanju sinhronskih generatorjev. To pomeni, da prispevajo k vztrajnostni masi omrežja, dušijo tranziente, omogočajo zaznavo in odpravo defektov v omrežji in so se sposobni odzivati tako na frekvenčno regulacijo, kot na napetostno. Funkcionalnosti bodo na voljo za vse napetostne nivoje.

Projekt EASY-RES temelji na nizkih TRL nivojih, kar pomeni, da se razvoj pretvornika izvaja predvsem v laboratorijskem okolju in na podlagi simulacij posameznih komponent. Razvoj prvega prototipa pretvornika je predviden povsem ob zaključku projekta, ki se bo izvajal vse do konca leta 2021. Elektro Gorenjska pri projektu sodeluje s posredovanjem podatkov za razvoj algoritmov, z modeliranjem omrežij v DigSilent formatu in pomočjo pri razvoju naprednih funkcionalnosti.

Ključne besede: EASY-RES, UVSG, pretvorniki, razpršeni viri energije, DRES, RVE, močnostna elektronika

ŠK 4-144

CIRED ŠK 4 (Razpršeni viri in upravljanje z energijo)

Numerične simulacije ukrepov za izboljšanje kakovosti napetosti v sodobnih nizkonapetostnih omrežjih**Martin Černezel¹, Boštjan Polajžer¹, Nevena Srečkovič¹, Tomislav Kramaršek², Miran Rošer²**¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; ²Elektro Celjebostjan.polajzer@um.si

V sodobnih nizkonapetostnih (NN) omrežjih opažamo vedno večje zahteve po električni energiji, kakor tudi slabšanje kakovosti napajalne napetosti. V prispevku se bomo omejili na napetostni profil v stacionarnih stanjih in na upade napajalne napetosti. Obravnavali bomo tri ukrepe za izboljšanje kakovosti napetosti: regulacijo jalove moči s fotonapetostnimi elektrarnami (FE), uporabo baterijskih hranilnikov (BH) in nastavljanje izhodne napajalne napetosti transformatorja. Obravnavne ukrepe bomo izvedli z numeričnimi simulacijami obratovanja realnega NN omrežja podjetja Elektro Celje, d. d. s 55 odjemalci. Za stacionarna stanja bomo opravili numerične izračune pretokov energij z metodo BFS (iz angl. Backward – Forward Sweep), s katero bomo določili napetostni profil omrežja in toke skozi vodnike. Pri tem bomo spreminjali relativno obremenitev odjemalcev, proizvedeno delovno in jalovo moč FE, delež BH v omrežju ter izhodno napajalno napetost transformatorja. Z uporabo dinamičnega modela omrežja bomo izvedli numerične izračune upadov napajalne napetosti med zagoni toplotnih črpalk (TČ). Pri tem bomo analizirali vpliv lokacij TČ na preostali del omrežja, ter vpliv predlaganih ukrepov za izboljšanje kakovosti napajalne napetosti na globino upada napetosti.

Ključne besede: kakovost napetosti, fotonapetostne elektrarne, baterijski hranilniki

ŠK 4-236

CIRED ŠK 4 (Razpršeni viri in upravljanje z energijo)

**Preverjanje skladnosti proizvodnih naprav z zahtevami
Uredbe komisije EU 2016/631 RfG in SONDSEE****Matjaž Miklavčič¹**¹SODO d.o.o.matjaz.miklavcic@sodo.si

V članku bodo predstavljen postopek preverjanja skladnosti proizvodne naprave (elektroenergijskega modula) skladno z navedeno uredbo, Sistemskimi obratovalnimi navodili distribucijskega sistema električne energije (SONDSEE) in izdanim soglasjem za priključitev. Podrobneje bo opisan postopek preverjanja zahtev, ki se preverjajo skozi ustrezna dokazila, in izdaja končnega obvestila o odobritvi obratovanja, ki dokazuje izpolnjevanje zahtev proizvodne naprave o b prvi priključitvi.

Ključne besede: Proizvodna naprava, skladnost, standard SIST EN 50549-1

**ŠK 4-239**

CIRED ŠK 4 (Razpršeni viri in upravljanje z energijo)

Mikro proizvodna naprava (»balkonska«) 600 ali 800 W?**Ervin Seršen¹**¹Elektrotehniška revija, Agencija Poti
sersen.ervin@gmail.com**Mikro proizvodna naprava (»balkonska«) 600 ali 800 W?**

Za vse tiste, ki nimajo svoje strehe na hiši, so se pojavile mikro proizvodne naprave namenjene za nameščanje na balkon. Sestavljene so iz fotonapetostnega modula, največkrat enega, mikro razsmernika, priključnega vodnika z vtičem in montažnim materialom. Ker je naprava opremljena z vtičem, jo opredelimo kot prenosno napravo ali aparat.

Poimenovanje teh proizvodnih naprav še danes ni popolnoma jasno. V predlogu Tehnične smernice TSG -N-002:2019 se imenuje »Balkonska sončna elektrarna (naprave »Plug & Play«). V uradni verziji SONDSEE (*Sistemski obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije*) se v prilogi 5 *Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje* imenuje »mikro energijski modul«. Kot pojasnilo je v oklepaju napisano »balkonski fotonapetostni modul«).

Ponudniki teh naprav v tujini se sprašujejo, pri kateri moči je postavljena meja, 600 ali 800 W? Drugo vprašanje je, ali imamo kakšno evropsko direktivo, ki bi določala tehnične lastnosti za priključitev takih naprav.

Evropsko elektroenergetsko omrežje je povezano, to pa pomeni, da je odvisno od vseh, ki so v njega priključeni. V začetku leta 2021 (8. januarja) je prišlo do ločitve evropskega elektroenergetskega omrežja. Vzrok je bil v avtomatskem izklopu zaradi preobremenitve v transformatorski postaji Ernestinovo na Hrvaškem. Zaradi takih pojavov je že prej bila sprejeta *UREDBA KOMISIJE (EU) 2016/631 z dne 14. aprila 2016 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na omrežje*.

V referatu bo predstavljen del prej omenjene *Uredbe*, ki določa zahteve za priključitev generatorjev oziroma tako imenovanih energijskih modulov. Ker pa ta *Uredba* obravnava samo proizvodne naprave nad 800 W, bo v referatu prikazano, kako priključevanje energijskih modulov moči pod 800 W rešujejo v nekateri državah. V letošnjem letu je bil sprejet SONDSEE, v katerem je jasno določeno, da je treba za te generatorje pripraviti posebno regulativo, ki se nahaja v predlogu *Tehnične smernice TSG-N-002:2019 za nizkonapetostne inštalacije*.

Mikro proizvodne naprave (»balkonske«) so priključene z vtičem v vtičnico. Po izvleku vtiča se lahko na čepih vtiča pojavi napetost. V referatu bodo predstavljene zahteve iz standardov za nevarnost električnega udara pri podobnih napravah, kot so gospodinjski aparati in stroji, ki so tudi priključeni z vtičem v vtičnico.

Ključne besede: mikro energijski modul, priključitev, nevarnosti električnega udara, predpisi in standardi.

ŠK 4-300

CIRED ŠK 4 (Razpršeni viri in upravljanje z energijo)

Priključevanje proizvodnih naprav in hranilnikov električne energije v skladu s SONDSEE – Priloga 5**Dejan Matvoz¹, Matjaž Miklavčič²**¹ELES; ²SODOdejan.matvoz@eles.si

Prenovljena navodila SONDSEE so sprejeta. Sestavni del SONDSEE je tudi Priloga 5, ki obravnava priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav (PN) in hranilnikov električne energije (HEE), ki so priključeni in obratujejo paralelno z distribucijskim omrežjem. Novosti in sprememb v prenovljenih navodilih je kar nekaj, tako v postopku priključevanja, kot tudi pri obratovanju PN in HEE. Dodane so zahteve iz uredbe NC RfG. Prav tako je spremenjen postopek presoje priključljivosti PN in HEE v distribucijsko omrežje, ki ga opravi operater distribucijskega omrežja.

Ključne besede: SONDSEE, hranilniki električne energije, proizvodne naprave, zakonodaja, priključevanje virov

ŠK 4-306

CIRED ŠK 4 (Razpršeni viri in upravljanje z energijo)

Meritve karakteristik jalovih moči skladno z navodili za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko omrežje**Rok Leskovec¹, Primož Bergoč², Jalen Štremfelj¹, Ervin Planinc³**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²SENG; ³ELESrok.leskovec@eimv.si

V Uradnem listu je dne 19.1.2021 izšel nov pravilnik o vključevanju naprav, ki lahko tudi proizvajajo električno energijo. V pravilniku so navedene točne karakteristike skupaj s pogreškom in zahtevano hitrostjo odziva. Za razliko od prej, pravilnik predvideva tudi meritve odziva tovrstnih naprav.

Članek podaja primer meritev na realnem objektu s stališča odzivanja na deviacijo napetosti v omrežju. Predstavljeni so tudi rezultati meritev, kot jih predvidevajo navodila.

Ključne besede: vključevanje proizvodnih naprav, karakteristika jalove moči, meritve

ŠK 5 – Razvoj distribucijskih omrežij

Predsednik: Gregor Skrt
Tajnik: Tomaž Mohar

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Pregled stanja v omrežju in napovedovanje:

- Evolucija lastnosti odjema
- Metodologije za napovedovanje odjema
- Vpliv e-mobilnosti, razpršenih virov in toplotnih črpalk na napovedi odjema

PT 2: Modeliranje omrežja, struktura omrežja načrtovanje in kriteriji načrtovanja:

- Modeliranje distribucijskega omrežja
- Optimizacija omrežnih struktur
- Nadgradnja metodologije načrtovanja in kriterijev načrtovanja
- Načrtovanje z upoštevanjem fleksibilnosti

PT 3: Vrednotenje razvojnih rešitev:

- Ekonomsko modeliranje aktivnih elementov distribucijskega sistema
- Metodologije za optimizacijo ekonomskih koristi razvojnih rešitev
- Analiza staranja distribucijskega omrežja in vpliv na razvoj distribucijskega sistema

CIRED ŠK 5-109

Milev Goran, Štojs Samo, Skledar Primož, Djurica Vladimir

Uporaba karte gostote strel sistema SCALAR pri projektiranju zaščite pred delovanjem strel na nizkonapetostnih omrežjih in pripadajočih transformatorskih postaj

CIRED ŠK 5-121

Tišler Boštjan, Hafnar Blaž, Resnik Borut

Predstavitev sistema za upravljanje investicijskih pobud

CIRED ŠK 5-148

Dobravec Blaž

Prednosti in slabosti metod globokega strojnega učenja v primerjavi s klasičnimi metodami napovedovanja porabe električne energije

CIRED ŠK 5-167

Lekan Gregor, Knez Klemen, Blažič Boštjan

Metodologija načrtovanja nizkonapetostnih omrežij z uporabo razvite simulacijske platforme

CIRED ŠK 5-168

Herman Leopold, Lokar Jure, Blažič Boštjan, Knez Tadej, Curk Jurij

Kompenzacija kapacitivne jalove moči v distribucijskem omrežju

ŠK 5

CIRED ŠK 5-169

Pečjak Matej, Fournely Chloe, Zupančič Jernej, Medved Tomi, Jereb Borut, Artač Gašper, Gubina Andrej

Zasnova orodja za načrtovanje niskonapetostnih omrežij z velikim deležem razpršenih virov in prožnostjo proizvodnje ter porabe električne energije

CIRED ŠK 5-256

Blažič Boštjan, Lekan Gregor, Knez Klemen, Ilkovski Marjan

Načrtovanje distribucijskega omrežja na osnovi referenčnih modelov

CIRED ŠK 5-289

Savinek Maja, Šinkovec Tadej, Keršnik Matjaž, Štampohar Tadej

Nadzor transformatorskih postaj za potrebe obvladovanja elektroenergetskih naprav v distribucijskem omrežju

ŠK 5-109

CIRED ŠK 5 (Razvoj distribucijskih omrežij)

Uporaba karte gostote strel sistema SCALAR pri projektiranju zaščite pred delovanjem strel na nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj**Goran Milev¹, Samo Štojs², Primož Skledar², Vladimir Djurica¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²Elektro Gorenjska
goran.milev@eimv.si

V tem referatu predstavljamo primer uporabe karte gostote strel visoke resolucije 100x100m sistema SCALAR pri projektiranju zaščite stavb in manjših objektov pred udari strel v skladu z veljavnimi pravilniki (Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele – SIST EN 62305 ter Pravilnik o zaščiti nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj) **z namenom, da tehnično in finančno optimalno dimenzioniramo postavitve zaščite na objektih pred udari strel.**

V referatu smo se osredotočili na pravilnik o zaščiti nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj, kjer se navaja izpostavljenost pred udari strel v 11. in 13. členu:

- 11.člen 2. odstavek navaja: »Prenapetostne odvodnike se vgradi na vseh koncih nizkonapetostnega omrežja ter v razcepnih točkah. Razdalje med točkami vgradnje prenapetostnih odvodnikov v nizkonapetostnih nadzemnih vodih ne smejo biti daljše od 500 m, na območjih z gostoto udarov več kot 5 strel/km²/leto pa ne daljše od 300 m.«
- 13.člen 2. odstavek navaja: »Ne glede na prejšnji odstavek tega člena strelovodna zaščita ni potrebna za izvedbe TP do dolžine 5 m, širine 4 m in višine 2,5 m v urbanih območjih z gostoto udarov strel do 5 strel/km²/leto.«

Torej iz navedenega lahko zaključimo da lahko gradimo pod določenimi pogoji transformatorske postaje na nizkonapetostnem omrežju tudi brez strelovodne zaščite ali pa upravičeno postavljamo prenapetostne odvodnike na razdaljah 500m na področjih kjer dejansko gostota strel ne presega vrednosti 5 udarov/km²/leto. Zato bomo v referatu izvedli analizo koliko transformatorskih postaj ne potrebuje strelovodne zaščite oziroma koliko TP ter pripadajoča SN/NN omrežja se dejansko nahajajo na področjih kjer je izpostavljenost pred udari strel nižja od 5 udarov/km²/leto.

Lokacije s 5 udarov/km²/leto so v naravi praviloma na izpostavljenih področjih kot so vrhovi hribov, robovi planot, visoka pobočja ... V Sloveniji imamo približno 15600 distributivnih SN/NN TS, na letni ravni se zgradi približno 100 novih SN/NN TP. Torej če upoštevamo celotno področje Slovenije lahko že govorimo o igri velike populacije primerov, kjer lahko z mnogo malih prihrankov pri vgradnji ter kasneje vzdrževanje zaščite (pregledi na periodo 4 leta) pred udari strel dosežemo velike finančne in tehnične učinke.

V referatu so predstavljeni rezultati kolikšna je izpostavljenost TP-jev v Sloveniji, finančna primerjava pri projektiranju zaščite objektov z uporabo visoko resolucijske karte gostote strel in projektiranja na konvencionalen način oz. neuporabi karte gostote strel visoke resolucije.

Ključne besede: strelovodna zaščita, strela, gostota strel

ŠK 5-121

CIRED ŠK 5 (Razvoj distribucijskih omrežij)

Predstavitev sistema za upravljanje investicijskih pobud**Boštjan Tišler¹, Blaž Hafnar¹, Borut Resnik¹**¹Elektro Gorenjskabostjan.tisler@elektro-gorenjska.si

Energetska tranzicija od distribucijskih podjetij zahteva bistveno povečan obseg investiranja v distribucijsko omrežje. Razširjena varianta razvoja distribucijskega omrežja za obdobje 2021 – 2030 za Elektro Gorenjska d.d. kljub omejenim finančnim sredstvom povečuje obseg investicij glede na sedanjega za faktor 3,5, kar zahteva bolj sistematičen pristop pri obvladovanju investicijskih pobud v smislu določanja prioritet in terminskih planov ter spremljanju priprave in izvajanja. V Elektru Gorenjska d.d. smo pričeli v začetku leta 2020 v okviru posebne strokovne skupine redno mesečno obravnavati investicijske pobude, ki se vsakodnevno pojavljajo v posameznih procesih izvajanja nalog GJS distribucije električne energije (obratovanje, vzdrževanje, razvoj, priključevanje uporabnikov, zagotavljanje kakovosti oskrbe). Predvsem pomembno je prepoznavanje in pravočasna izvedba tako imenovanih urgentnih investicij, ki so povezane z odpravami okvar na omrežju, upravičenimi pritožbami uporabnikov na kakovost napetosti ter izdanimi soglasji za priključitev uporabnikom, ki so pogojena z ojačitvami in širitvami distribucijskega omrežja. Za upravljanje investicijskih pobud uporabljamo aplikacijo JIRA, ki so jo implementirali IKT strokovnjaki Elektra Gorenjska d.d.. Posamezne investicijske pobude se grafično razvrščajo v stolpcih glede na status po principu KANBAN table. Aplikacija je integrirana tudi s sistemom projektnega vodenja E-Križanka, kar omogoča enostavno spremljanje poteka in osnovnih parametrov posamezne investicije od nove pobude pa do dokončanja projekta.

Ključne besede: investicijske pobude, urgentne investicije, projektno vodenje, JIRA, KANBAN

ŠK 5-148

CIRED ŠK 5 (Razvoj distribucijskih omrežij)

**Prednosti in slabosti metod globokega strojnega učenja
v primerjavi s klasičnimi metodami napovedovanja porabe
električne energije****Blaž Dobravec¹**¹Elektro Gorenjskablaz.dobravec@elektro-gorenjska.si

Od nekdaj je glavni namen distributerja električne energije zagotavljanje električne energije končnim uporabnikom. Za uspešno izvajanje te primarne dejavnosti pa je v igri več dejavnikov. Ustrezno mora biti voden celoten distribucijski elektroenergetski sistem – mreža, zagotovljeni morajo biti ustrezni priklopi novih uporabnikov in vključevanje vedno večjega števila razpršenih virov, med drugimi pa mora biti ustrezno tudi načrtovanje omrežja. Le s slednjim pa lahko vplivamo na stanje omrežja v prihodnosti. S pomočjo čimboljše napovedi porabe v posamezni točki omrežja se lahko učinkoviteje načrtuje distribucijsko mrežo. Napovedovanje porabe s pomočjo klasičnih statističnih metod kot je dekompozicija zgodovinskih podatkov in pregled rasti ali metoda SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average) sicer predstavljajo določeno uporabno vrednost a imajo svoje omejitve. Metode globokega strojnega učenja pa lahko zaradi svoje kompleksnosti in zahteve po procesorski moči predstavljajo dodatno implementacijsko problematiko. V članku sta analizirana oba pristopa k reševanju problematike napovedovanja (in njuni algoritmi), njune slabosti, prednosti in primeri implementacije vsakega od pristopov v vsakdanje procese načrtovanja omrežja.

Ključne besede: Umetna inteligenca, metode napovedovanja porabe, Načrtovanje omrežja

**ŠK 5-167**

CIRED ŠK 5 (Razvoj distribucijskih omrežij)

Metodologija načrtovanja nizkonapetostnih omrežij z uporabo razvite simulacijske platforme**Gregor Lekan¹, Klemen Knez², Boštjan Blažič²**¹Inovacijsko-Razvojni Inštitut Univerze v Ljubljani; ²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
gregor.lekan@fe.uni-lj.si

V zadnjih letih se v distribucijska omrežja priključuje vedno več bremen z visokimi nazivnimi močmi in nepredvidljivo porabo. Mednje spadajo predvsem toplotne črpalke, v bližnji prihodnosti pa lahko pričakujemo tudi povečano uporabo električnih vozil. Zaradi stohastične narave bremen in razpršenih virov energije je njihova poraba oz. proizvodnja težko napovedljiva, kar lahko vodi do prekoračitev obratovalnih omejitev distribucijskih omrežij. Konvencionalni koncepti načrtovanja distribucijskih omrežij praviloma ne upoštevajo potencialne prožnosti, ki jo bodo ponujala bremena v prihodnosti, kar v nekaterih primerih vodi do visokih investicij v ojačenje omrežja. V koncept načrtovanja omrežja je torej potrebno vključiti tudi potencialne alternativne ukrepe, kot sta prilagajanje porabe in koordinirana regulacija napetosti. V ta namen je v članku predstavljena metodologija načrtovanja nizkonapetostnih omrežij, ki z uporabo razvite simulacijske platforme omogoča analizo sistema ob upoštevanju potencialne prožnosti aktivnih odjemalcev.

Simulacijska platforma omogoča neposreden uvoz podatkov omrežja, pridobljenih iz GIS baz distribucijskih podjetij, v simulacijsko okolje, kjer je mogoče izvajati kvazi-dinamične simulacije v 15-minutnih intervalih za obdobje enega tedna. Zaradi nepredvidljivosti in neznane bodoče lokacije bremen in razpršenih virov energije je uporabljena metoda Monte-Carlo, ki omogoča simulacije mnogih obratovalnih stanj. Simulacijsko platformo tvorijo modeli električnih vozil, toplotnih črpalk, porabe gospodinjstev ter proizvodnje sončnih elektrarn, ki služijo za generiranje vhodnih podatkov ob vsaki simulaciji. Izhodni podatki iz modelov so med drugim odvisni od sezone, tipa dneva, časa v dnevu ter, v nekaterih primerih, uporabnikovih navad. Načrtovanje omrežij zahteva analizo obratovalnih stanj v prihodnosti, zato je potrebna ocena deležev posameznih bremen in virov v prihodnjih letih, pri čemer se zanašamo na rezultate nacionalnih študij.

Metodologija temelji na primerjavi klasičnega koncepta načrtovanja omrežja s konceptom načrtovanja, ki poleg ojačenja omrežja upošteva tudi potencialno prožnost aktivnih odjemalcev. Cilj metodologije je predstavitev možnih zakasnitev večjih investicij v omrežje oz. zmanjšanje obsega potrebnih investicij in oceniti količino razpoložljive prožnosti. Pri alternativnih ukrepih je upoštevano pametno polnjenje električnih vozil ter prilagajanje porabe toplotnih črpalk oz. gospodinjstev ob dovoljenih dnevni omejitvah. Na strani proizvodnje je pri sončnih elektrarnah omogočena regulacija napetosti preko injekcij jalove moči.

Metodologija je predstavljena na modelu realnega nizkonapetostnega omrežja. Rezultati kažejo na možno zakasnitev večjih investicij v omrežje v primeru upoštevanja alternativnih ukrepov.

Ključne besede: prožnost, prilagajanje porabe, načrtovanje omrežja, simulacijska platforma

ŠK 5-168

CIRED ŠK 5 (Razvoj distribucijskih omrežij)

Kompenzacija kapacitivne jalove moči v distribucijskem omrežju**Leopold Herman¹, Jure Lokar¹, Boštjan Blažič¹, Tadej Knez², Jurij Curk²**¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani; ²Elektro Ljubljana
leopold.herman@fe.uni-lj.si

Delež kablovodov v distribucijskih omrežjih v Sloveniji in drugje po svetu se pospešeno povečuje. Razlogov za to je več, med glavnimi pa so povečanje zanesljivost napajanja, ki jo kabliranje omrežja prinese, kar ob vedno pogostejših ekstremnih vremenskih pojavih (npr. žledolom v Sloveniji leta 2014) postaja pomemben moment pri načrtovanju in gradnji omrežja. In čeprav je kabliranje z vidika zanesljivosti napajanja vsekakor smiselno, pa ta trend odpira nekatere nove izzive, ki jih tradicionalno v distribucijskih omrežjih s pretežno nadzemnimi vodi nismo srečevali.

Poleg očitnih izzivov (cena, počasnejše odpravljanje napak), se pojavijo tudi nekatere tehnične omejitve oz. težave, ki jih povzročata kabliranje, med drugim bistveno višje kapacitivne polnilne moči in s tem povezan problem vzdrževanja ustreznega napetostnega profila. Problem napetosti še dodatno poslabšuje prisotnost razpršenih virov električne energije. Zaradi opisnih dejavnikov se v distribucijskih omrežjih pojavlja potreba po obvladovanju pretokov jalove moči in s tem tudi vzdrževanju ustreznega napetostnega profila. Za kompenzacijo jalove moči je na trgu na voljo več rešitev, od centraliziranih do distribuiranih, ki jih je potrebno ustrezno ovrednotiti, zato bomo v članku predstavili možne rešitve kompenzacije kapacitivne jalove moči in regulacije napetosti v srednje-napetostnih distribucijskih omrežjih, ter oblikovali predlog metodologije za določitev ustrezne tehnične rešitve za obvladovanje kapacitivne jalove moči. Delovanje predstavljene metode bomo preizkusili na modelu realnega omrežja.

Ključne besede: kapacitivna jalova moč, kompenzacija, optimalni pretoki moči, polnilna moč

ŠK 5-169

CIRED ŠK 5 (Razvoj distribucijskih omrežij)

**Zasnova orodja za načrtovanje nizkonapetostnih omrežij
z velikim deležem razpršenih virov in prožnostjo proizvodnje
ter porabe električne energije****Matej Pečjak¹, Chloe Fournely¹, Jernej Zupančič¹, Tomi Medved¹, Borut Jereb¹,
Gašper Artač¹, Andrej F. Gubina¹**¹Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani
matej.pecjak@fe.uni-lj.si

Nizkonapetostno omrežje se zelo hitro spreminja in se bo v prihodnje še dodatno prilagajalo in preoblikovalo z dodajanjem novih razpršenih proizvodnih virov, hranilnikov električne energije, električnih vozil in toplotnih črpalk. Te spremembe predstavljajo nove izzive za sistemske operaterje, saj v omrežju obstaja večja verjetnost zamašitev in kršitev napetostnih kriterijev. Prožnost na strani proizvodnje in/ali odjema električne energije lahko pripomore k omilitvi ali odpravi teh težav. V tem delu je predstavljena zasnova orodja za načrtovanje nizkonapetostnih omrežij, ki operaterjem omrežij omogoča simulacije pretokov moči ter identifikacijo šibkih točk. Orodje dodatno omogoča simulacije pretokov moči, pri katerih je aktivacija prožnosti proizvodnje in porabe električne energije izvedena na podlagi tržnega pristopa, preko lokalnega elektroenergetskega trga. Rezultat modela, poleg rezultatov simulacij pretokov moči, je tudi predlog nadgradenj oziroma izboljšav omrežja skupaj z oceno stroškov investicij. Med ključne dele priprave orodja sodi razvoj algoritmov za dodajanje naprav za zagotavljanje prožnosti vzdolž obstoječega omrežja in določitev profilov delovanja teh naprav v primeru, ko je za aktivacijo uporabljen tržni pristop in ne tehnična optimizacija delovanja teh naprav.

Razvoj orodja za načrtovanje nizkonapetostnega omrežja je del mednarodnega projekta X-FLEX pod okriljem okvirnega projekta Obzorje 2020 (Horizon 2020). Razvito orodje bo del širšega skupka orodij namenjenih sistemskim operaterjem omrežij za samodejno kontrolo delovanja omrežij in bo testirano na dveh pilotnih lokacijah v Sloveniji in Grčiji. Končni cilj je orodje za dolgoročno načrtovanje razvoja omrežij z možnostjo ocene razpoložljive prožnosti in oceno stroškov nadgradenj omrežja.

Ključne besede: nizkonapetostno omrežje, prožnost, simulacije pretokov moči, razpršeni viri energije

ŠK 5-256

CIRED ŠK 5 (Razvoj distribucijskih omrežij)

Načrtovanje distribucijskega omrežja na osnovi referenčnih modelov**Boštjan Blažič¹, Gregor Lekan¹, Klemen Knez¹, Marjan Ilkovski¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehnikobostjan.blazic@fe.uni-lj.si

Današnji elektroenergetski sistem se sooča z velikimi spremembami, ki so posledica večanja deleža obnovljivih virov energije na strani proizvodnje, na strani porabe pa elektrifikacije prometa in ogrevanja. Te spremembe vplivajo zlasti na obratovanje distribucijskega omrežja, kjer predvidevamo, da bo vpliv še posebej izrazit na nizkonapetostnem nivoju. Za določitev vpliva novih virov in bremen na obratovanje omrežja je potrebna statistična analiza, ki omogoča ovrednotenje obratovanja sistema v različnih okoliščinah (variacija porabe in proizvodnje) in ki mora temeljiti na ustreznih simulacijskih modelih omrežja. Ker v okviru načrtovanja omrežja ni smotno (ali sploh izvedljivo) izvajanje simulacij s celotnim modelom distribucijskega omrežja (v Sloveniji je na primer več kot 15.000 nizkonapetostnih omrežij), je potrebno definirati referenčne modele distribucijskega omrežja, to je modele, ki so reprezentativni in omogočajo posplošitev rezultatov simulacij iz omejenega števila simulacijskih modelov na celotno distribucijo. Referenčni modeli distribucijskega omrežja lahko tvorijo izhodišče za tehnično in ekonomsko primerjavo različnih rešitev v sklopu načrtovanja omrežja in tako nudijo osnovo za pripravo razvojnih načrtov in oceno potrebnih investicij v omrežje.

Načrtovanje omrežja na s pomočjo simulacij obsega vsaj tri glavne korake: definiranje statistično reprezentativnih referenčnih modelov, ustrezno modeliranje prihodnje porabe in proizvodnje ter izvajanje simulacij in tretji korak, posplošitev rezultatov simulacij na celotno distribucijo. Določitev metodologije za statistično utemeljeno posplošitev rezultatov, ki so bili pridobljeni s pomočjo referenčnih modelov, na celotno distribucijsko omrežje, je ključen korak v celotni analizi.

V članku bo predstavljeno načrtovanje distribucijskega omrežja Slovenije na osnovi referenčnih modelov, ki je bilo uporabljeno v okviru Posodobitve nacionalnega programa pametnih omrežij. Prikazani bodo uporabljeni referenčni modeli, opisana bo strategija izvajanja simulacij za oceno stanja omrežja v letu 2030 in predstavljena bo metodologija za posplošitev rezultatov referenčnih modelov na celotno distribucijo. Posebej bodo še izpostavljene pomanjkljivosti uporabljenih referenčnih modelov in same metodologije izvajanja simulacij in posplošitve rezultatov.

Ključne besede: Pametna omrežja, načrtovanje distribucijskega omrežja, referenčni modeli omrežja, statistična analiza

ŠK 5-289

CIRED ŠK 5 (Razvoj distribucijskih omrežij)

Nadzor transformatorskih postaj za potrebe obvladovanja elektroenergetskih naprav v distribucijskem omrežju**Maja Savinek¹, Tadej Šinkovec¹, Damijan Kopše¹, Tadej Štampohar¹**¹Elektro Ljubljanatadej.sinkovec@elektro-ljubljana.si

Področje Elektra Ljubljane obsega preko 5.500 SN/NN transformatorskih postaj, katere z električno energijo oskrbujejo 345.558 končnih uporabnikov distribucijskega sistema. V zadnjih 5 letih je v povprečju konična moč rastla 2,6 % na leto. Odvisnost toplotnega ogrevanja za stanovanjske objekte se povečuje, saj se vgrajuje in spodbuja uporabo toplotnih črpalk, prav tako se v okviru novogradenj vgrajuje vedno večje število električno odvisnih porabnikov.

Uvajanje naprednega merilnega sistema na NN omrežju je v hitrem porastu. Do konca leta 2020 smo na področju Elektra Ljubljane opremili 69 % merilnih mest na NN omrežju, kar predstavlja preko 230.000 merilnih mest. Približno enak odstotek je transformatorskih postaj z vgrajenimi naprednim števeci električne energije, ki beležijo pretoke električne energije preko transformatorske postaje (sumarni števec), kar predstavlja preko 3.000 transformatorskih postaj. Za slednje transformatorske postaje so razpoložljivi podatki z enodnevnim časovnim zamikom (D-1) o delovni in jalovi energiji, ki se pretaka preko transformatorske postaje, ter podatki z enodnevnim časovnim zamikom o napetostnih razmerah na transformatorski postaji.

Zaradi sprememb obratovanja NN omrežja in sprememb končnih uporabnikov pri uporabi omrežja, smo v Elektro Ljubljana zaznali potrebo po masovnem nadzoru in analizi transformatorskih postaj, katere želimo nadzorovati z vidika obremenjenosti in napetostnih profilov. Želja je izboljšati oziroma omogočiti boljšo izkoriščenost omrežja ter končnim uporabnikom omogočiti zahtevano storitev uporabe omrežja glede na potrebe vgrajevanja toplotnih črpalk, sončnih elektrarn, novih priključitev idr. Sočasno se načrtuje z uporabo tovrstnega sistema bolj usmerjeno izvajati razvoj in investiranje v SN/NN del omrežja ter za posamezne prehodne pojave načrtovati možnost izrabe novodobnih sistemskih storitev. Kot prehodni pojavi se smatrajo kratkotrajne časovne preobremenitve transformatorja (npr. ob 17h-19h), kateri z ukrepi aktivnega odjema lahko krmilijo in tako zmanjšuje kritičnost posameznega transformatorja.

V okviru referata bodo predstavljene konceptualne in aplikativne rešitve napredne obdelave podatkov za določanje in pregled preobremenjenosti transformatorskih postaj glede na vnaprej definirane kriterije, podrobnejši vpogled v monitoring preobremenjenih transformatorskih postaj, vizualizacija napetostnih razmer na transformatorski postaji z možnostjo ocenjevanja nesimetričnih napetostnih razmer na transformatorju.

Predstavljena rešitev je prijavljena v okviru R&I projektov, ki jih skladno z Aktom o določitvi omrežnine razpisuje Agencija za energijo.

Ključne besede: Spoznavnost transformatorskih postaj, napredna analitika, napredni merilni sistema, obdelava podatkov

ŠK 6 – Trženje in vplivi na regulacije distribucijskega omrežja

Predsednik: Tadej Šinkovec
Tajnik: Radko Carli

PREDNOSTNE TEME:

PT 1: Informacijski sistemi in upravljanje s podatki:

- Informacijska varnost (cybersecurity) in zaščita podatkov ter podatkovnih poti,
- Upravljanje in analitika podatkov (big data, novi podatkovni modeli za optimizacijo omrežij, podatkovni modeli za aktivno vzdrževanje omrežnih komponent in izmenjava podatkov z aktivnimi udeleženci)

PT 2: Uvedba naprednih merilnih sistemov merjenja EE:

- Izkušnje pri uvedbi naprednih merilnih sistemov
- Vloga NMS pri zagotavljanju storitev prožnosti z možnostjo pridobivanja podatkov v skoraj realnem času
- Priprava in zagotavljanje podatkov bilančnega obračuna v granulirani dinamiki, izzivi in naloge

PT 3: Regulacija in novi poslovni modeli distribucijskega sistema:

- Vloga distribucijskega podjetja v odnosu do aktivnih uporabnikov omrežja
- Projekti v distribucijskem sistemu za uveljavitev trga prožnosti, neodvisne agregacije in zagotavljanje storitev prilaganja
- Razvoj tarif in novih modelov za vzpodbujanje aktivne vloge uporabnikov omrežja
- Spremembe regulatornega področja na obratovanju in razvoju distribucijskega sistema

CIRED ŠK 6-110

Antončič Mitja, Šinkovec Tadej, Savinek Maja, Blazič Boštjan

Napredna analiza napetosti v distribucijskem omrežju

CIRED ŠK 6-113

Osolin Maj, Petrovič Nejc, Benoit Clementine, Côme Rémi

Izboljšanje kakovosti geografskega informacijskega sistema z uporabo podatkov pametnih števecv

CIRED ŠK 6-137

Melink Teja, Prislán Lev

Prepoznavanje uporabnikov s toplotnimi črpalkami

CIRED ŠK 6-176

Turha Boris

Sistem za upravljanje fleksibilnosti in razbremenjevanje omrežja

CIRED ŠK 6-177

Turha Boris, Gradnik Tim

Praktične izkušnje razbremenjevanja omrežja z nakupom fleksibilnosti gospodinjstkih odjemalcev od agregatorja v okviru OneNet (H2020 projekt)

CIRED ŠK 6-188

Krisper Uršula

Lokalno trgovanje z električno energijo na distribucijskem omrežju

CIRED ŠK 6-209

Savinek Maja, Šinkovec Tadej

Vloga napredne analitike v elektroenergetiki

CIRED ŠK 6-217

Dervišević Amila, Grabner Miha, Podbelšek Igor, Suljanović Nermin

Uporaba metod gručenja za analizo velikih energijskih podatkov

CIRED ŠK 6-220

Bartol Janez, Podbelšek Igor, Suljanović Nermin, Zajc Matej

Zagotavljanje kibernetске varnosti virtualne elektrarne pri vključevanju malih razpršenih virov

CIRED ŠK 6-222

Kopše Damijan

Sprotni nadzor delovanja naprednih merilnih naprav v distribucijskem omrežju na osnovi podatkovne analitike

CIRED ŠK 6-231

Ivartnik Kanduč Andreja, Batič David, Marčič Tine, Strgar Janez, Kuzmič Bojan, Podbelšek Igor, Kernjak Jager Maja, Kodek Timotej

Prenova metodologije obračunavanja omrežnine in tarifnega sistema

CIRED ŠK 6-257

Dolinšek Rok, Pavleski Miroslav, Savinek Maja

Dodana vrednost upavljanja tehničnih podatkov v elektro distribuciji

CIRED ŠK 6-258

Divjak Adolf, Divjak Ivan

Pridobivanje parametrov PLC komunikacijskega kanala z metodo vrivanja testnih frekvenčnih nosilcev

CIRED ŠK 6-286

Buh Tomaž, Hlača Nataša, Zrnec Janez

Napredni merilni sistem merjena EE na elektro-vlečnih vozilih v skladu s EN50463:2018

CIRED ŠK 6-311

Turha Boris

Razvoj sistema za razbremenjevanje omrežja in flexibilen.si

**ŠK 6-110**

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Napredna analiza napetosti v distribucijskem omrežju**Mitja Antoncic¹, Tadej Sinkovec², Maja Savinek², Bostjan Blazic¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko; ²Elektro Ljubljana
mitja.antoncic@fe.uni-lj.si

Predlagani prispevek predstavlja način predstavitve rezultatov analize večje baze meritev napetosti na prevzemno predajnem mestu (PPM). Gre za velik nabor merilnih podatkov, ki ga predstavimo na skoncentriran, uporabniku prijazen način prek interaktivnega prikaza rezultatov.

Z masovno vgradnjo t.i. pametnih števecv imajo operaterji distribucijskega omrežja danes na razpolago bistveno večji nabor meritev, kot v preteklosti. Tovrstne meritve dodatno vsebujejo mnogo več od zgolj števnih meritev energije. Resolucija zajema meritev je odvisna od ciljev njihove nadaljnje uporabe in seveda z omejitvami celotnega merilnega sistema. Glede na izkušnje avtorjev zajem meritev s časovnim oknom povprečenja na 10 minut običajno ne predstavlja težave.

Analizo smo izvedli na bazi celoletnih meritev faznih napetosti vseh uporabnikov, ki se napajajo prek istega VN/SN RTP-ja. Baza vključuje 265 SN/NN transformatorskih postaj in 12699 končnih odjemalcev. Ob uporabljeni 10-minutni resoluciji podatkov baza vhodnih podatkov torej skupno zajema nekaj čez 2 milijardi različnih vrednosti.

Za analiziranje podatkov je v začetni fazi potrebno izvesti dva ključna koraka. Prvi je priprava podatkov, kjer se paralelno izvede zajem, transformacija in shranjevanje podatkov v strukturirano obliko v podatkovni bazi. Zajeti podatki se oplemenitijo s topološkimi podatki na podlagi pravil krožečih sredstev skozi zgodovino merilnih mest. Drugi korak je bistvenega pomena za izvajanje analiz s čim manjšo verjetnostjo napak, zato se izvede prečiščevanje podatkov na podlagi zaznanih anomalij v podatkih. Za potrebe zagotavljanja kvalitetnih podatkov se izvede preverba časovnih značk. Sledi odkrivanje in odstranjevanje merilnih vrednosti, ki drastično odstopajo od določil PPM in so posledica okvare merilnika ali kratkotrajnega izpada napajanja na PPM. Po odpravljenih anomalijah sledi združevanje posameznih merilnih mest, glede na SN/NN TP, prek katerega se obravnavano omrežje napaja. S tem se zaključi proces priprave podatkov, ki mu v nadaljevanju sledi analiza vrednosti faznih napetosti na posameznih merilnih mestih, glede na kriterije, določene s standardom.

Tekom analize preverjamo ustreznost napajalne napetost v točki PPM, glede na kriterije iz standarda SIST-EN 50160. Končni rezultat je informacija o prenizkih ali previsokih napetostih pri uporabniku, glede na omenjene kriterije. Poznavanje časovnih značk meritev omogoča določitev časa trajanja anomalij in njihovo razvrščanje po časovnih oknih, ki so v skladu z metodologijo iz standarda dolga en teden. Dodatno so rezultati združeni tudi glede na pripadajoče NN omrežje. Rezultati analize, torej fazne napetosti in padci napetosti skupaj z informacijo o morebitnih kršitvah kriterijev SIST-EN 50160, se ob končani analizi shranijo v obliko, ki omogoča njihov interaktivni prikaz.

Uporabniku je omogočena izbira prikaza rezultatov posameznega NN omrežja in tudi podrobnejši prikaz napetosti na kritičnih merilnih mestih, v kritičnih delih obravnavanega časovnega obdobja. Uporabnik torej lahko enostavno prikaže enega ali več napetostnih profilov odjemalcev v tednih, kjer so prisotne kršitve napetostnih omejitev iz standarda. Z le nekaj kliki so na razpolago tudi napetostni profili in padci napetosti vseh uporab-

nikov istega NN omrežja ali celotnega RTP-ja. Vpeljava metrik kakovosti omogoča hitro identifikacijo problematičnih NN omrežij, katera zahtevajo poglobljeno analizo. Hkrati se tekom analize izpostavijo tudi morebitni problemi na nivoju pošiljanja in shranjevanja merjenih podatkov, ki jih je v nadaljevanju mogoče podrobneje preučiti in odpraviti.

Ključne besede: Analiza napetosti, obsežni podatki, interaktivni prikaz

ŠK 6-113

CIREd ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

**Izboljšanje kakovosti geografskega informacijskega sistema
z uporabo podatkov pametnih števecv****Maj Osolin¹, Nejc Petrovič², Clementine Benoit³, Rémi Côme³**¹Enerdat-S d.o.o.; ²Elektro Gorenjska; ³Odit-e SAS, Francijamaj.osolin@gmail.com

Prispevek opisuje projekt uporabe metod strojnega učenja na podatkih pametnih števecv v nizko napetostnem omrežju z namenom vzpostavitve visoke kvalitete podatkov GIS in kreacije električnega modela, ki nam omogoča reprezentativno analitiko in simulacije.

Vsako merilno mesto v EG je enostransko napajano. Zaradi zagotavljanja visoke zanesljivosti in neprekinjene oskrbe z električno energijo imajo nekateri izvodi, še posebej v urbanem okolju, možnost rezervnega napajanja iz drugega izvoda iste transformatorske postaje ali iz povsem druge transformatorske postaje. Zaradi vzdrževalnih in interventnih del na NN omrežju lahko pride do prevezave napajanja nekaterih merilnih mest iz ene na drugo merilno omarico ali transformatorsko postajo, kar ni zabeleženo v GIS sistemu EG. Prav tako lahko prihaja do napak pri uparjanju merilnih mest na merilne omarice ali transformatorske postaje med samim snemanjem GIS omrežja, dodajanjem novih merilnih mest po prvotnem posnetku, ter drugimi spremembami.

Prispevek predstavlja tristopenjski pristop kreiranja digitalnega električnega modela in primerjave z GIS. Prva stopnja opisuje napajanje merilnih mest, kjer je glavni namen vzpostavitev pravilnega uparjanja pametnih števecv in transformatorski postaj. Druga stopnja opisuje razvejanost sistema glede na nizko napetostne izvode. Tretja stopnja opisuje pripadnost pametnih števecv merilni omarici.

Ključne besede: analitika, GIS, geografski informacijski sistem, model, nizko-napetostnega omrežje, strojno učenje, umetna inteligenca

ŠK 6-137

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Prepoznavanje uporabnikov s toplotnimi črpalkami**Teja Melink¹, Lev Prislan¹**¹GEN-I d.o.o.teja.melink@gen-i.si

Slovenska gospodinjstva namenijo približno štiri petine celotne porabljene energije za ogrevanje prostorov in ogrevanje sanitarne vode. Ob tem je v strukturi rabe energentov v gospodinjstvih v Sloveniji električna energija na drugem mestu. Znatni del ogrevanja z uporabo električne energije predstavljajo toplotne črpalke. Priljubljenost toplotnih črpalk v zadnjih letih še narašča in vsako leto v svoj dom vgradi toplotno črpalko dodatnih nekaj tisoč gospodinjstev. Prepoznavanje uporabnikov s toplotnimi črpalkami zato lahko predstavlja pomembno prednost pri razumevanju porabe električne energije, pripravi poslovnih modelov ter pripravljenosti in odzivanju na dinamiko pojavov v električnem omrežju.

Na drugi strani je vpeljava pametnih števec, ki beležijo porabo električne energije na 15-minutni ravni, ponudila novo dimenzijo v kvaliteti podatkov o porabi električne energije in omogočila uporabo naprednejših metod za razumevanje pojavov v električnem omrežju. V podjetju GEN-I d.o.o. smo z uporabo novo pridobljenih podatkov o 15-min meritvah z metodo strojnega učenja izdelali oceno, kateri uporabniki se ogrevajo s toplotno črpalko ter kolikšen je delež takšnih gospodinjstev. Primerjali smo rezultate različnih metod strojnega učenja ter različnega nabora podatkov. Izkazalo se je, da je toplotne črpalke možno prepoznavati s precej visoko natančnostjo ter da k večji natančnosti pomembno prispevajo podatki o porabi električne energije na 15-minutnem nivoju.

Ključne besede: toplotna črpalka, strojno učenje, pametni števec

**ŠK 6-176**

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Sistem za upravljanje fleksibilnosti**Boris Turha¹**¹Elektro LjubljanaBoris.Turha@elektro-ljubljana.si

V Elektro Ljubljani je v teku projekt, kjer se bo odjemalcu zagotavljalo povečano priključno moč pred ojačitvijo omrežja oz. izgradnjo 11 km 20 kV kablovoda. Na področju RP Stari trg je večji industrijski odjemalec zaprosil za povečanje moči 1MW (60% obstoječe priključne moči). Analiza obstoječega stanja omrežja je pokazala, da v primeru rezervnega napajanja priključitev dodatne moči brez ojačitve omrežja ni mogoča. RP Stari trg se napaja iz RTP Cerknica po dveh 20 kV daljnovodih, saj je omrežje načrtovano in obratuje po kriteriju N-1. Zato bomo pilotno preizkusili zagotoviti povečano priključno moč pred ojačitvijo omrežja z uporabo fleksibilnosti tega odjemalca. S projektom bomo potrdili ali zavrgli tezo, da s fleksibilnostjo lahko zamaknemo investicije v izgradnjo omrežja.

Za ta namen smo vzpostavili Sistem za upravljanje fleksibilnosti, ki na podlagi meritev iz Merilnega centra in podatkov iz SCADA sistema, samodejno proži aktivacijo. Ko so izpolnjeni določeni pogoji se na obračunski števec pošlje komando za nižanje obremenitve. Ker je hiter odziv ključnega pomena pri razbremenjevanju, je odjemalec pristal, da elektrooperater naprave izklaplja brez posega človeka. Ponovni vklop pa bo ročen, ko bo omrežje to omogočalo. Za dejansko pošiljanje komande smo uporabili obračunske števce električne energije, ki imajo več digitalnih izhodov in vhodov. S pomočjo izhodov se bo pošiljala komanda za izklop posameznih naprav pri odjemalcu. Za povratno informacijo bodo uporabljeni digitalni vhodi, poleg tega pa bodo števci pošiljali 1 min meritve v merilni center. Sistem za upravljanje fleksibilnosti je informacijsko postavljen v IT okolju SCADA in zato je bilo potrebno veliko pozornosti posvetiti varnosti. Ob sami aktivaciji se odjemalcu pošljejo tudi SMS sporočila, katera pa se zaradi varnostnih omejitev pošljejo preko obstoječega sistema za obveščanje o načrtovanih izklopih.

V prihodnosti želimo sistem nadgraditi s Sistemom za razbremenjevanje, kjer bodo odjemalci ponujali svojo fleksibilnost elektrooperaterjem. Ker bi s sistemom radi prikazali primer dobre prakse tudi za ostale elektrooperaterje, smo sistem zastavili kot nadgradnjo enotne vstopne točke SEDMp, ki ga uporabljajo vsi Slovenski elektrooperaterji. S sistemom bomo odjemalcem, ki so priključeni na naše distribucijsko omrežje omogočali sodelovanje na trgu prožnosti. Sistem bo zasnovan transparentno, saj bo zbiranje ponudb temeljilo na neke vrste dražbi. Vse skupaj pa bo integrirano s procesom načrtovanja razvoja omrežja.

Sistem bo omogočal tudi prijavo agregatorjev, ki bodo ponujali večjo agregirano moč skupine odjemalcev na delu omrežja, kjer želimo razbremeniti omrežje s fleksibilnostjo.

Ključne besede: fleksibilnost, upravljanje s porabo, DSM, izdaja soglasja z upoštevanjem fleksibilnosti, Sistem za razbremenjevanje

ŠK 6-177

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Praktične izkušnje razbremenjevanja omrežja z nakupom fleksibilnosti gospodinjstev od agregatorja v okviru OneNet (H2020 projekt)**Boris Turha¹, Tim Gradnik²**¹Elektro Ljubljana; ²Elektroinštitut Milan Vidmar
Boris.Turha@elektro-ljubljana.si

TP Gradišče je jamborska TP z vgrajenim TR moči 160 kVA in je 6,1 km oddaljena od RTP Grosuplje. TP napaja 156 gospodinjstev z tremi samooskrbami. Skupna dolžina NNO je 8,3 km. Zaradi pritožbe enega od odjemalcev s sončno elektrarno na koncu izvoda, se je poleti na TR znižala napetostna stopnja. Po drugi strani pa je analiza sumarnih meritev TR je pokazala preobremenitve v zimskem času. Tako imamo na istem omrežju povečano napetost zaradi priključenih samooskrb ter preobremenitev TR v zimskem času. V pilotu smo zimske preobremenitve reševali z uporabo fleksibilnosti odjemalcev.

Pilot se dela v okviru OneNet projekta, kjer sta partnerja na projektu tudi GEN-I in EIMV. GEN-I je v vlogi agregatorja poiskal svoje kupce na tej TP, ki so bili pripravljene nuditi storitev, in jih združene ponudil Elektro Ljubljani. Skupna fleksibilna moč je bila 20 kW. Analiza preteklih preobremenitev je pokazala, da so potrebe po razbremenjevanju v popoldanskem času med delavniki in celotni dan za vikende. Maksimalno sta bili dovoljeni dve aktivaciji po 75 minut dnevno.

Na osnovi tipskega preizkusa segrevanja TR in standardnega termičnega modela IEC 60076 je EIMV izdelal izračun termične obremenljivosti za enak tip TR, kot je vgrajen v TP Gradišče. Izračuni so pokazali, da se takšen tip TR lahko pri 0 °C tokovno obremeni na 1,4 nazivne vrednosti, da je dosežena termična meja TR. Da bi EIMV lahko izboljšal termični model, je v TP vgradil RTU z daljinsko komunikacijo meritev temperature okolice in temperaturo ohišja TR. ELJ je na EIMV pošiljal 10 minutne meritve vseh treh tokov na NN stani. S pomočjo meritev toka in meritve okolice je EIMV lahko nadgrajeval izračun temperature TR, pri čemer je izračune primerjal z realnimi meritvami temperature. Na podlagi meritev tokov in temperature TR je ELJ prožila aktivacijo. Aktiviranje odjemalcev je potekalo preko telefonskega klica in kasnejšega pisnega obvestila po elektronski pošti

V referatu bodo grafično predstavljene meritve aktivacij. Dobili smo pomembne praktične izkušnje, ki so pokazale porast obremenitve po končani aktivaciji (povratni efekt). Na podlagi izkušenj bomo v prihodnosti izdelali algoritem, ki bo sam določil ustrezen čas aktiviranja. Kajti, če prožimo prehitro, lahko pride še do večje preobremenitve, kot če aktivacije ne bi bilo.

Tekom pilota smo analizirali tudi, kakšna bi bila najboljša napoved odjema za odjemalca s TČ, ki je zelo stohastičen. Energija prilagajanja se ovrednoti kot razlika med napovedjo in dejansko meritvijo odjema. V kolikor je napoved napačna je lahko aktivacija neuspešna, čeprav se je skupna moč odjemalcev znižala za zahtevano moč.

V okviru OneNet projekta se bo sistem nadgradil, tako, da bo aktiviranje samodejno, brez človekovega vpletnja. To pomeni, da se bo na Elektro Ljubljani zgradil sistem, ki bo spremljal meritev skoraj realnem času in na podlagi meritev in naprednih algoritmov samodejno poslal zahtevo agregatorju, ki bo ravno tako samodejno prožil fleksibilnost pri odjemalcih.

Ključne besede: fleksibilnost, upravljanje s porabo, DSM, OneNet, razbremenjevanje NNO

ŠK 6-188

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Lokalno trgovanje z električno energijo na distribucijskem omrežju**Uršula Krisper¹**¹Elektro Ljubljanaursula.krisper@elektro-ljubljana.si

Lokalni model p2p se lahko vzpostavi v razmerah čedalje večjega deleža OVE (SE-sončna elektrarna, mikro vetrne elektrarne, mikro kogeneracije), katerih lastniki bodo uporabniki omrežja. Ti ne bodo omejeni prodajati svojih presežkov trgovcem, temveč tudi nekemu drugemu uporabniku, ki ga bo nakup zanimal. V modelu trga ni nujno prisotnega agregatorja, ampak nastopijo uporabniki omrežja s ponudbo in povpraševanjem ter operater distribucijskega omrežja. Trgovanje bo potekalo na konceptu dnevnega odjema, dan prej za naslednji dan. Plasiranje te ideje lokalnega trga je mogoče na NN-omrežju in tudi na srednjenapetostnem (SN) omrežju.

Aktivni uporabniki omrežja – kupci in prodajalci se bodo odločali za sklenitev posla glede na stimulatívno oziroma destimulatívno dinamično omrežninsko tarifo – DNUT. Tarifa reflektira stanje omrežja, v naprej oziroma pred transakcijo. Metoda izračuna tarife temelji na izračunu pretoka moči v veji, izgubah, maksimalni dopusti obremenitvi ter drugih parametrih omrežja ter vplivnih faktorjih. Ker so aktivnosti omejene na distribucijsko omrežje, ni predidenega obveščanja systemskega operaterja.

Ključne besede: local markets, prosumers, dynamic tariffs

ŠK 6-209

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Vloga napredne analitike v elektroenergetiki**Maja Savinek¹, Tadej Šinkovec¹**¹Elektro LjubljanaMaja.Savinek@elektro-ljubljana.si

Številni izumi in ideje, ki jih je Nikola Tesla zasnoval v svojem življenju, so bili ključnega pomena tudi za tehnologije, na katere se danes zanašamo. Med najbolj znamenitim izumom je večfazni indukcijski elektromotor, ki je takrat presegel vsa pričakovanja. Kljub temu se njegovi izjemni dosežki ne ustavijo na področju elektrotehnike, naredil je presenetljive natančne napovedi za konec 20. in 21. stoletja, seznanil s temelji robotike, računalnikov in raketne znanosti. Tesla je napovedal globalno brezžično digitalizacijo, kar je v enem od intervjujev dejal, da se bo zemlja spremenila v ogromne možgane, videli in slišali se bomo kljub oddaljenosti na tisoče kilometrov. Veličine Nikola Tesle in njegov doprinos v elektroenergetiki se danes nadgrajujejo s podatkovno analitiko, ki ima zelo pomembno vlogo v sodobnih industrijskih sistemih. Pogojena je z razvojem informacijskih in komunikacijskih tehnologij, vsekakor je to informacijski sloj, ki je dodan običajnemu prenosu električne energije in distribucijskemu omrežju za zbiranje, shranjevanje in analiziranje podatkov. Karakteristike podatkov, množično zbiranje podatkov in tehnološka nepripravljenost predstavljajo resno težavo pri tranziciji v digitalno dobo elektroenergetike, kjer pa robustna analitika podatkov odigra ključno vlogo.

Nastajajoči izzivi, ki jih povzročajo najrazličnejši nabori, različne kategorije in zapletene strukture podatkov, potrebujejo nov centralni pristop zbiranja podatkov in tehnike za učinkovito pridobivanje koristnih informacij, kar je soodvisno od sposobnosti algoritmov podatkovnega rudarjenja in ustrezne strojne opreme za obdelavo podatkovnih nizov.

Navsezadnje tisti, ki se ukvarjajo z energetiko, morda nimajo pomembnih izkušenj z informacijsko komunikacijskimi tehnologijami ali upravljanjem, vizualizacijo pretokov podatkov, podatkovnim skrbništvom in analitiko podatkov, kar predstavlja velik izziv. Za skrbno načrtovanje pri podpori za učinkovitejše delovanje pametnih omrežij se je v Elektru Ljubljani vzpostavila služba napredne analitike, s katero se premaguje predhodne izpostavljene izzive. V osrednjem delu članka bo predstavljena vzpostavitev, delovanje službe in vpeljava ključnih procesov ter prve razvite rešitve za potrebe upravljanja, razvoja in vzdrževanja distribucijskega omrežja.

Ključne besede: Napredna analitika, Digitalizacija, Centralizacija podatkov, Podatkovno rudarjenje, Podatkovno skrbništvo

ŠK 6-217

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Primerjava algoritmov za gručenje podatkov pametnih števecv**Amila Dervišević¹, Miha Grabner¹, Igor Podbelšek¹, Nermin Suljanović¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmar
amila.dervisevic@eimv.si

Uvedba pametnih števecv kot nadomestilo običajnih števecv je odprla nove možnosti v elektroenergetiki. Pametni števeci zagotavljajo energetske vele podatke, saj merijo porabo električne energije v 15-minutnih časovnih intervalih. Zaradi tega so tehnike strojnega učenja za analizo teh podatkov ključnega pomena pri upravljanju pametnih omrežij. V tem prispevku bomo naredili primerjalno analizo treh priljubljenih algoritmov gručenja, ki so testirani na anonimiziranih podatkih pametnih števecv. Vsi ti algoritmi izvajajo gručenje podatkov, vendar z bistvenimi razlikami pri merjenju razdalje, zaznavanju odstopanj, občutljivosti časovnega zamika itd.

Ključne besede: Gručenje, pametni števeci, energetske vele podatke, profili dnevne obremenitve

ŠK 6-220

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Koordinacija aktivnih odjemalcev s platformo Ethereum**Blaž Okorn¹, Janez Bartol^{1,2}, Nermin Suljanović^{2,3}, Matej Zajc¹**¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko; ²Elektroinštitut Milan Vidmar; ³University of Tuzla, FET, BiH
matej.zajc@fe.uni-lj.si

Članek predstavi zasnovano poligona EthStevec za koordinirano vodenje aktivnih odjemalcev. Poligon EthStevec, ki temelji na platformi Ethereum, pripomore k razumevanju vodenja aktivnih odjemalcev in klasičnih odjemalcev pri izzivih EES ob vpeljavi OVE in elektromobilnosti. S testiranjem realnih scenarijev smo določili izbrane parametre zagotavljanja kakovosti komunikacije vsak z vsakim, glede na lokacijo in obratovanje naprav v poligonu. Potrdili smo, da tehnologija veriženja blokov zagotavlja zanesljivo in varno porazdeljeno hranjenje in obdelavo podatkov, kar predstavlja zanimivo tehnologijo za koordinacijo aktivnih uporabnikov.

Ključne besede: veriženje blokov, Ethereum, aktivni odjemalec, OVE, električna vozila, sončne elektrarne, zagotavljanje kakovosti

ŠK 6-222

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Sprotni nadzor delovanja naprednih merilnih naprav v distribucijskem omrežju na osnovi podatkovne analitike**Damijan Kopše¹**¹Elektro Ljubljanadamijan.kopse@elektro-ljubljana.si

Z uvedbo naprednih merilnih naprav v distribucijskih omrežjih so se odprle številne nove razvojne možnosti – zbrani merilni podatki naprednih števecv električne energije skupaj z modernimi pristopi za obvladovanje velikih podatkov izboljšujejo vpogled v stanje distribucijskega omrežja in omogočajo razvoj novih aplikacij.

V prispevku je predstavljena aplikacija nadzora naprednih števecv, ki temelji na merilnih podatkih električnih veličin na ustrezno opremljenih merilnih mestih v distribucijskem omrežju. Namen aplikacije je ponuditi skrbnikom merilnih sistemov čim aktualnejši in strnjen pregled nad celotnim naborom naprav z daljinskim merjenjem, identificiranje anomalij in usmeritve za učinkovito odpravljanje težav.

Celoten proces zajema meritev električnih veličin, prenos merilnih podatkov v avtomatizirane sisteme za zbiranje in procesiranje, prenos podatkov v platformo za obvladovanje velikih podatkov, analizo podatkov in predstavitev rezultatov z grafičnim uporabniškim vmesnikom.

Spekter merjenih podatkov in frekvenca njihovega zajema je z novimi generacijami naprednih števecv vse večja. Poleg tega imamo opraviti z raznolikim skupkom merilnih naprav, različnih proizvajalcev, tehnologij in generacij. Zato je pomemben korak v obdelavi ogromne količine zajetih podatkov njihova integracija skupaj z nadzorom kakovosti (čiščenje podatkov), ki se vrši v platformi za obvladovanje velikih podatkov.

V naslednjem koraku se iz celotnega nabora merilnih podatkov izluščijo bistvene informacije. In sicer se v zalednem sistemu periodično izvajajo analize podatkov z različnimi programskimi orodji. Pri čemer se med drugim izvedejo agregacije, statistične analize in izračuni kazalcev.

Za predstavitev bistvenih informacij uporabniku je uporabljena spletna aplikacija, ki zajema podatke iz zalednih sistemov in omogoča uporabniku celovit vpogled z različnimi vizualizacijskimi gradniki (tabelarni, grafični prikazi, filtriranje). Na ta način se določijo nabori naprav z anomalijami meritev, prepoznana neskladja podatkov iz različnih sistemov in zaznane napake števecv.

Ključne besede: napredni merilni sistemi, integracija velikih podatkov, podatkovna analitika, odkrivanje anomalij meritev

**ŠK 6-231**

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Prenova metodologije obračunavanja omrežnine in tarifnega sistema**Andreja Ivartnik Kanduč¹, David Batič², Tine Marčič², Janez Strgar²,
Bojan Kuzmič², Igor Podbelšek¹**¹Elektroinštitut Milan Vidmar; ²Agencija za Energijo
andreja.kanduc@eimv.si

Evropska unija je s sprejetjem zakonodaje v okviru »Čista energija za vse Evropejce« (Clean Energy Package – CEP) postavila uporabnika omrežja v središče energetske transformacije. Evropske države so postavljene pred izziv, kako prenesti regulativo v svojo zakonodajo in kako opolnomočiti svoje državljane, da prevzamejo aktivno vlogo sooblikovalca energetske prihodnosti. V Sloveniji je bil v začetku leta 2020 sprejet celoviti **nacionalni energetski** in podnebni načrt Republike Slovenije (NEPN), ki predvideva povečano elektrifikacijo in prehod na obnovljive vire. Na zakonodajnem področju pa so v letu 2020 in 2021 potekale priprave na obsežne spremembe na področju energetske zakonodaje.

Da lahko zakonsko postavljen temelji rezultirajo v učinkoviti rabi razpršenih virov energije, omogočijo povečano elektrifikacijo, implementacijo novih oblik uporabe omrežja (aktivni odjemalci, energetske skupnosti), pri tem pa ohranjajo kvaliteto in zanesljivost delovanja omrežja je potrebno vzpostaviti ustrezno podporno okolje. Tarifni sistem je eden ključnih dejavnikov, ki preko obračunskih elementov omrežnine daje signale, kako določeno obnašanje uporabnika vpliva na prihodnje stroške omrežja. Trenutno poteka študija pod okriljem Agencije za Energijo, ki jo izvaja Elektroinštitut Milan Vidmar in Universidad Pontificia Comillas, kjer raziskujemo možne nove metodologije za obračunavanje omrežnine in postavitev tarifnega sistema. Za učinkovito uporabo in razvoj omrežja moramo oblikovati take tarife za obračun omrežnine naslavljač različne tarifne elemente, da plačila uporabnikov omrežja odražajo stroške, ki jih ti povzročajo sistemu. Stroškovni signali morajo biti takšni, da spodbujajo učinkovito rabo sistema. Pri tem je potrebno slediti najmanj načelom povračila stroškov, ekonomske učinkovitosti, nediskriminatornosti in preglednosti.

Za ustrezno razčlenjenost tarif, ki naj bo dodana predhodno določenim obračunskim postavkam je treba doseči dobro uravnoteženost med principi ekonomske učinkovitosti in nediskriminatornosti, pri čemer je treba ohraniti transparentnost. Ekonomsko najbolj učinkovita rešitev bi nas usmerila k oblikovanju skorajda individualnih postavk z zelo visoko časovno in lokacijsko razčlenjenostjo. Vendar takšno rešitev zaradi izredne kompleksnosti praktično ni mogoče izpeljati. Zato bo uporabljen postopen pristop. Preučili bomo dve različni metodologiji. Prva predstavlja izboljšavo obstoječe metodologije, tako da še vedno temelji na obračunski moči in energiji, predvideva pa večjo granulacijo časovnih blokov uporabe sistema po obeh prej navedenih obračunskih postavkah. Uporabniki omrežja se odločajo za prilagoditev načina uporabe omrežja glede na ceno, ki odraža obremenjenost omrežja znotraj posameznega časovnega bloka. Zaradi enostavnosti in razumljivosti bi lahko bila ta metodologija implementirana že v naslednjem regulativnem obdobju.

Druga metoda je bolj kompleksna in upošteva vpliv uporabnika na stroške omrežja v prihodnosti. Za povrnitev teh stroškov se oblikujejo v prihodnost usmerjene tarife namenjene reševanju koničnih obremenitev. Preko teh tarif prejmejo aktivni odjemalci s prilagodljivim odjemom in proizvodnimi napravami ustrezen signal, novi uporabniki omrežja pa informacijo, kje so zmogljivosti omrežja večje. Poleg tega se v skladu s to metodologijo preostali upravičeni stroški omrežja izterjajo kot fiksni stroški, ki so lahko oblikovani v odvisnosti od priključne moči, zgodovinske porabe ali pa kupne moči potrošnika.

Ta druga metodologija je, čeprav bolje odraža stroškovno odgovornost za povzročene stroške, težje razumljiva in manj predvidljiva, ker so bodoči stroški težje določljivi. Zato je druga metoda bolj dolgoročne narave, njena implementacija pa je pogojena tudi z tehnološkim razvojem in ravni digitalizacije.

Ključne besede: metodologija, tarife, razpršeni viri, energetske skupnosti, aktivni odjemalci, prožnost

ŠK 6-257

CIREd ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

**Dodana vrednost upavljanja tehničnih podatkov
v elektro distribuciji****Rok Dolinšek¹, Miroslav Pavleski¹, Maja Savinek²**¹Troia d.o.o.; ²Elektro Ljubljana
rok.dolinsek@troia.si

Na načrtovanje sprememb upavljanja in razvoja distribucijskega omrežja, zaradi vključevanja obnovljivih virov, samooskrbe, uvedbe električnih avtomobilov in ostalih sprememb, bo digitalna transformacija igrala zelo pomembni vlogo v elektrodistribucijskih podjetjih. Digitalizacije si ne moremo predstavljati brez podatkov, ki predstavljajo enega od ključnih temeljev prehoda v digitalno dobo. Že danes elektrodistribucijska podjetja zbirajo in hranijo tehnične podatke, kot so podatki o elektroenergetski infrastrukturi, upravljanju infrastrukture v sistemih za upravljanje sredstev (Asset management), podatki o geografskih lokacijah in drugih prostorskih podatkih v GIS sistemu, podatki o merilnih mestih za potrebe obračuna električne energije, podatki o porabi električne energije in številnih drugih parametrih s področja naprednih merilnih naprav in podatki, ki jih generirajo SCADA in ADMS sistemi. Vsi ti podatki trenutno služijo za izvajanje osnovnih procesov posameznih služb ali oddelkov, vendar je velik izziv razbrati celotno sliko ter ugotoviti dejansko stanje in dogajanja v omrežju.

Prehod tehničnih podatkov iz namenskih podatkovnih silosov v centralno upravljanje, hranjenje in združevanje teh podatkov bo eden od poglobitvenih prihajajočih izzivov elektrodistribucijskih podjetij.

V prispevku bodo na dejanskem primeru predstavljeni izzivi, dobre prakse in rešitve na področju upavljanja podatkov v elektrodistribucijskem podjetju. Ponazorjena bo celotna pot zajema, hranjenja, združevanja in procesiranja podatkov v centralni platformi za velepodatke. Slednje omogoča, da ustvarimo dodano vrednost s pomočjo združevanja, upavljanja in obogatitvijo osnovnih tehničnih podatkov z ostalimi ne energetskimi podatki.

Z vzpostavitvijo centralnega upavljanja podatkov s pomočjo namenske platforme se tako ustvari celovitejši pregled na dnevnem nivoju nad celotnim dogajanjem v elektrodistribucijskem omrežju, kar omogoča posameznim strokovnjakom lažje in hitrejše odločanje na področjih vzdrževanja, upavljanja, optimizaciji in razvoju elektroenergetskega omrežja.

Ključne besede: Velepodatki, digitalna transformacija, upravljanje podatkov, centralna platforma za velepodatke, podatkovni silosi, procesi zajema podatkov, združevanje podatkov, bogatitev podatkov z drugimi podatki, enoviti podatkovni seti

ŠK 6-258

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Pridobivanje parametrov PLC komunikacijskega kanala z metodo vrivanja testnih frekvenčnih nosilcev**Adolf Divjak¹, Ivan Divjak¹, Jernej Čebular²**¹BRS d.o.o.; ²Merlab d.o.o.ivan.divjak@brs.si

V referatu je predstavljena inovativna metoda pridobivanja parametrov PLC komunikacijskega kanala, kot so nivo signala, nivo šuma, impedanca in slabljenje na nizko napetostnem (NN) vodu. Metoda temelji na vrivanju testnih frekvenčnih nosilcev pri določeni impedanci na vhodu ter merjenju nivojev na izhodu komunikacijskega kanala na NN vodu in obratno, kar nam omogoča pridobitev vseh potrebnih parametrov PLC komunikacijskega kanala.

S poznavanjem parametrov PLC komunikacijskega kanala lahko preverimo izpolnitev pogojev za delovanje PLC komunikacije v obeh smereh na fizičnem nivoju. Tako v primeru neizpolnitve pogojev PLC komunikacijskega kanala bolje razumemo vzroke nedelovanja na fizičnem nivoju in se zato lažje odločamo o nadaljnjih korakih pri reševanju PLC komunikacije. Prav tako v primeru, da PLC komunikacija še zmeraj ne deluje tudi ob izpolnitvi pogojev PLC komunikacijskega kanala na fizičnem nivoju, nadaljujemo z reševanjem na logičnem ali drugih nivojih.

Ker je metoda namenjena predvsem reševanju PLC komunikacij na fizičnem nivoju med PLC napravami (PLC podatkovni zbirnik, števec električne energije s PLC komunikacijskim vmesnikom) na NN distribucijskem električnem omrežju, jo je najprej potrebno preveriti in preizkusiti na testnem merilnem poligonu.

Predstavljena je realizacija testnega merilnega poligona z vsemi potrebnimi napravami in prilagojenimi merilnimi instrumenti, za enostavno in varno izvajanje meritev neposredno na NN vodu, pod napetostjo 230V, ob hkratnem delovanju PLC komunikacije, za simulacijo uporabe v idealnih in realnih razmerah.

Predstavljeni so tudi rezultati meritev parametrov komunikacijskega kanala na testnem poligonu, s primerjavo meritev na realnih primerih na NN električnem omrežju slovenskih elektro distribucijskih podjetij.

Ključne besede: PLC komunikacija, komunikacijski kanal, odsek električne linije, testni frekvenčni signal, merjenje nivoja testnega signala

ŠK 6-286

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

**Napredni merilni sistem merjenja EE na elektro-vlečnih vozilih
v skladu s EN50463:2018****Tomaz Buh¹, Nataša Hlača¹, Janez Zrnec²**¹Solvera Lynx d.o.o.; ²SŽ – Infrastruktura, d.o.o.tomaz.buh@solvera-lynx.com

Referat predstavlja napredni merilni sistem merjenja električne energije (v nadaljevanju EE) na elektro-vlečnih vozilih oziroma t.i. električnih potniških garniturah in lokomotivah. Napredni merilni sistem (v nadaljevanju NMS) je bil vzpostavljen na nivoju družbe Slovenske železnice – infrastruktura, d.o.o. (v nadaljevanju SŽ – Infrastruktura) v skladu s evropskim standardom EN50463:2018 – 4 del. SŽ – Infrastruktura, kot upravljalec železniške infrastrukture zagotavlja oskrbo in dobavo EE vsem elektro-vlečnim vozilom, ki na območju Republike Slovenije (v nadaljevanju RS) koristijo železniško infrastrukturo in odzemajo EE iz elektro energetskega sistema (v nadaljevanju EES) SŽ – Infrastrukture. Primarno SŽ – Infrastruktura vzpostavlja NMS merjenja EE na elektro-vlečnih vozilih, ki so v lasti SŽ in s tem tako spremlja porabo EE v realnem času na posamičnem elektro-vlečnih vozilih. Posredno v NMS spremlja tudi porabo EE t.i. tretjih lastnikov elektro-vlečnih vozil, ki niso v lasti SŽ ampak kljub temu koristijo železniško infrastrukturo na območju RS ter podatke posreduje tudi v tretje informacijske sisteme. NMS je zaključen v programski rešitvi GemaLogic, ki zajema, arhivira, obdeluje in prikazuje merilne podatke za potrebe analiz in obračuna merilnih podatkov.

Elektro-vlečna vozila preko t.i. odjemnikov toka, ki so nameščeni na strehi vozila odjemajo tok iz vozne mreže. Od odjemnikov toka do stikalnega bloka vodijo električni vodniki, kjer je na tem vmesnem delu nameščena oprema za merjenje električne energije, ki jo združujejo t.i. Data-Handling-System (v nadaljevanju DHS) oziroma komunikacijska naprava, ki skrbi za posredovanje podatkov v t.i. Data-Collection-System (v nadaljevanju DCS) oziroma programsko rešitev za zajem podatkov GemaLogic, tokovni in napetostni transformator ter sistemski števec. Sistemski števec meri porabo EE v skladu s EN62056-21, ki je povzet v EN50463:2018, kjer je časovni interval podatkov oziroma t.i. obremenitveni profil 1 minutni. V skladu z definirano strukturo izmenjave podatkov po standardu EN50463:2018 nato DHS enota posreduje v DCS vsakih 5 minut preko GSM signala in lastnega privatnega APN omrežja na varen FTPS strežnik, ki je del DCS programske rešitve GemaLogic.

V referatu je podrobno predstavljen celoten NMS in način implementacije protokola EN50464:2018, ki je v tem trenutku v vpeljavi na nivoju celotne evropske unije in je osnova za interoperabilni sistem, ki bo zgrajen do konca leta 2022, kjer bodo vsi operaterji železniške infrastrukture v enotnem formatu izmenjevali merilne podatke v centralni sistem. Predstavljeni koncept lahko predstavlja tudi možnost širše implementacije na katerokoli premikajočih se električnih vozilih in tako lahko odpira širši pogled na možnost uporabe v prihodnje.

Ključne besede: Napredni merilni sistem, merjenje električne energije, železnica, vlak, javni promet, električna mobilnost, GemaLogic

ŠK 6-311

CIRED ŠK 6 (Trženje in vplivi regulacije na distribucijska omrežja)

Razvoj sistema za razbremenjevanje omrežja in fleksibilen.si**Boris Turha¹**¹Elektro LjubljanaBoris.Turha@elektro-ljubljana.si

V referatu je predstavljen razvoj sistema za razbremenjevanje omrežja (SRO), ki v povezavi s sistemom za enotni dostop do merilnih podatkov omogoča zbiranja fleksibilnosti odjemalcev za potrebe elektrooperaterja. Prikazan je tudi sistem za sporočanje o omejitvah distribucijskega omrežja in s tem povezanim aktiviranjem fleksibilnosti za potrebe prenosnega omrežja.

Ključne besede: fleksibilnost, upravljanje s porabo, DSM, Sistem za razbremenjevanje

Elektrotehniška Revija

☛ 30 % popust za vse nove naročnike in udeležence konference

☛ Izkoristite priložnost in se naročite na revijo:
www.elektrotehniska-revija.si

Postanite naročnik tudi vi!

Edina strokovna revija v Sloveniji za elektrotehniko s praktično vsebino!

☎ 01/511-39-20
📍 Stegne 7, 1000 Ljubljana
✉ info@elektrotehniska-revija.si
🌐 www.elektrotehniska-revija.si



agencija **POTI**

Z znanjem do cilja!



V reviji najdete praktično uporabne strokovne prispevke o električnih inštalacijah nizkih in srednjih napetosti, merilnih tehnikah, električnih strojih, krmiljenju in regulacijah, razsvetljavi, energetski učinkovitosti, obnovljivih virih energije, električni mobilnosti, avtomatizaciji, industriji 4.0., digitalizaciji, umetni inteligenci, vzdrževanju, varnosti pri delu, telekomunikacijah, novi terminologiji, tehniški matematiki, ipd., pa tudi reportaže s pomembnejših posvetovanj in drugih strokovnih srečanj.

Spremljajte pa nas tudi na:

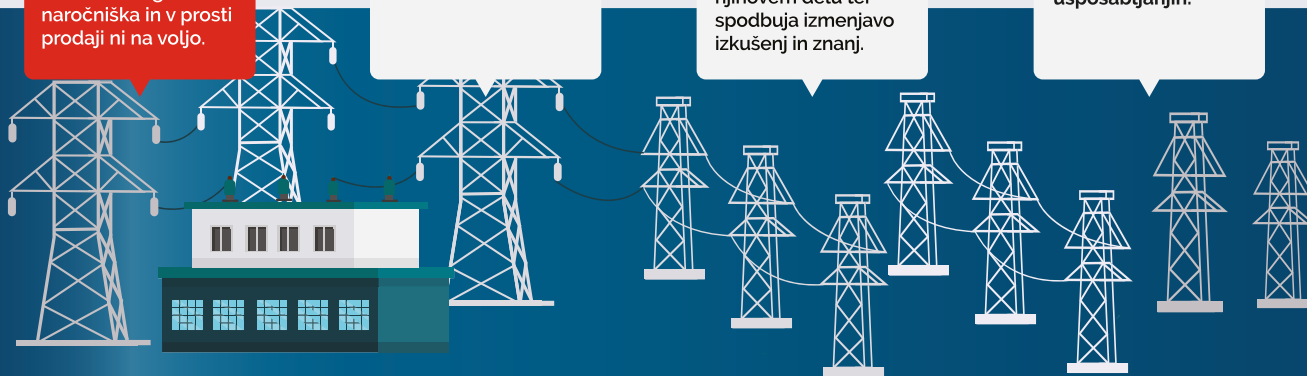


Revija izhaja že dvaindvajseto leto, v treh obsežnih številkah letno. Zaradi konsistentne strokovnosti in praktične uporabnosti revija med bralci uživa velik ugled. Je naročniška in v prosti prodaji ni na voljo.

Posebna omemba gre rubriki "Rešitve iz prakse", ki predstavlja izrazito dodano vrednost za bralce, saj so znanja posredovana na izbranih primerih iz prakse.

V rubriki »Svetovalec« priznani strokovnjaki odgovarjajo na zastavljena vprašanja bralcev. Revija na ta način nudi bralcem neposredno strokovno pomoč pri njihovem delu ter spodbuja izmenjavo izkušenj in znanj.

Posebne ugodnosti za stalne naročnike: do 50 % popust za naročila strokovne literature do 40 % popust za udeležbo na strokovnih usposabljanjih.

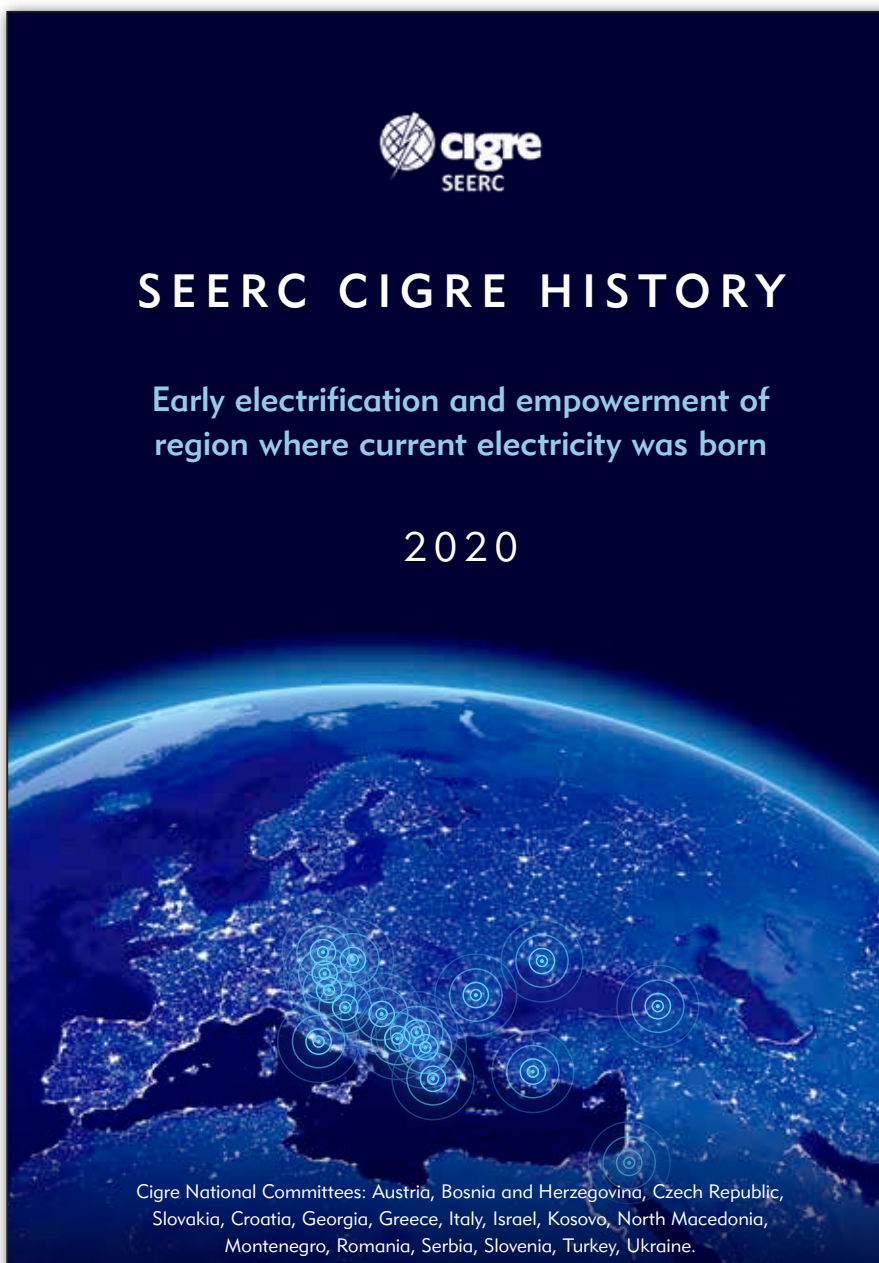




SEERC CIGRE HISTORY

Early electrification and empowerment of
region where current electricity was born

2020



Cigre National Committees: Austria, Bosnia and Herzegovina, Czech Republic,
Slovakia, Croatia, Georgia, Greece, Italy, Israel, Kosovo, North Macedonia,
Montenegro, Romania, Serbia, Slovenia, Turkey, Ukraine.

V decembru 2020 je Slovensko združenja CIGRE-CIRED izdalo knjigo z naslovom »**SEERC CIGRE HISTORY – Early electrification and empowerment of region where current electricity was born**«. Knjiga je plod sodelovanja vseh nacionalnih komitejev CIGRE v regiji ter prinaša odgovore na vprašanja o elektrifikaciji vsake od 17 držav, predstavlja zgodovino CIGRE v posameznih državah in aktivnosti nacionalnih komitejev CIGRE.

Knjigo lahko naročite na spletni strani Združenja:
<https://www.cigre-cired.si/publikacije/objavljene-knjige/>



15. konferenca slovenskih elektroenergetikov Laško

19.–21. oktober 2021

Povzetki referatov

Organizator: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRE–CIRED

Predsednik konference: Marko Hrast

Urednika: Katja Rebolj, Leon Maruša

Izdalo: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRE–CIRED

Grafična priprava: Demat d.o.o. Ljubljana

E-gradivo

1. elektronska izdaja

www.cigre-cired.si/event/15-konf

Publikacija je brezplačna

Ljubljana, 2021

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni
in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 80571395

ISBN 978-961-6265-37-9 (PDF)