

***IZGRADNJA SISTEMA OBRATOVALNIH MERITEV (NADZORA
TRANSFORMATORSKIH POSTAJ) S POMOČJO NOVE
KOMUNIKACIJSKE INFRASTRUKTURE WIMAX V ELEKTRO
GORENJSKA***

Janez Smukavec, Urban Ažman, Nejc Petrovič, Edvard Košnjek
Elektro Gorenjska d.d.
Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj
janez.smukavec@elektro-gorenjska.si, tel.: 04 20 83 611

Povzetek - V podjetju Elektro Gorenjska že dalj časa vgrajujemo merilne centre v nizkonapetostne razdelilne plošče transformatorskih postaj z namenom spremljanja obratovalnih veličin transformatorskih postaj. S pojavom nove komunikacijske infrastrukture WiMAX se je pojavila možnost, da merilne centre avtomatsko preko komunikacije beremo in podatke shranjujemo v bazo. Skupaj s podjetjem Iskra Sistemi smo oblikovali zahteve za aplikacijo za prikaz in obdelavo merjenih vrednosti. Posebno skrb smo namenili tudi ustrezni sinhroniziranosti podatkov, saj brez nje podatki nimajo prave uporabne vrednosti. V bodoče nameravamo vse transformatorske postaje opremiti z merilnimi centri. Zbrane podatke nameravamo uporabiti za procese razvoja omrežja, obratovanja omrežja, kontrolo odjema in podobno.

***CONSTRUCTION OF OPERATIONAL MEASUREMENTS SYSTEM
(CONTROL OF TRANSFORMER STATION) USING THE NEW WIMAX
COMMUNICATION INFRASTRUCTURE IN THE COMPANY ELEKTRO
GORENJSKA***

Janez Smukavec, Urban Ažman, Nejc Petrovič, Edvard Košnjek
Elektro Gorenjska d.d.
Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj
janez.smukavec@elektro-gorenjska.si, tel.: 04 20 83 611

Abstract - The company Elektro Gorenjska installs measurement centers in low voltage distribution switchgear to monitor the operating values of the transformer station. With the new communication infrastructure WiMAX we have the means to connect the measuring center automatically through communication to the database and read data stored in the measurement centre. Together with Iskra Sistemi, we designed the requirements for the application to display and processing of the measured values. Special attention was given to the appropriate time synchronization of the data, without which the data have no real practical value. In the future we plan to equip all substations with measuring centers. The collected data will be used for the processes of network planning, network operations and control of consumption etc.

I. RAZVOJ MERILNE TEHNIKE V TP

V transformatorske postaje so se že od nekdanj vgrajevali merilniki z namenom beleženja obremenitev. V samem začetku so bili to A-m s konico. Izmerjene konice so se enkrat letno odčitale. Tako zbrani podatki so služili načrtovanju omrežja. Z

razvojem merilne tehnike se dandanes v nizkonapetostne plošče transformatorskih postaj vgrajuje merilne centre. Vgrajevanje digitalnih instrumentov za merjenje obratovalnih parametrov transformatorskih postaj se je začelo že pred letom 2000. Trenutno je v EG izmed 1500 transformatorskih postaj že 400 takih z vgrajenimi merilnimi centri.



Slika 1: Vgrajeni merilnik v TP

II. POSTAVITEV SISTEMA KOMUNIKACIJE Z MERILNIKI

Leta 2007 smo v podjetju opravili analizo različnih komunikacijskih poti (optika, GPRS, WiMAX) za daljinski zajem merjenih rezultatov in alarmov iz transformatorskih postaj. Rezultati so bili predstavljeni v članku. "D. Gerbec, E. Košnjek, J. Smukavec, Vzpostavitev Etherneta v TP SN/0.4 kV, Zbornik CIRED, 8. konferenca slovenskih elektro energetikov, Čatež, 2007.

V letu 2012 je podjetje zgradilo lastno komunikacijsko infrastrukturo na osnovi WiMAX tehnologije. Nova komunikacijska infrastruktura je vzpostavila širokopasovno brezžično IP omrežje z odličnim pokrivanjem transformatorskih postaj in s tem omogočila povezovanje merilnih centrov s koncentradorjem obratovalnih meritev preko ethernet omrežja.

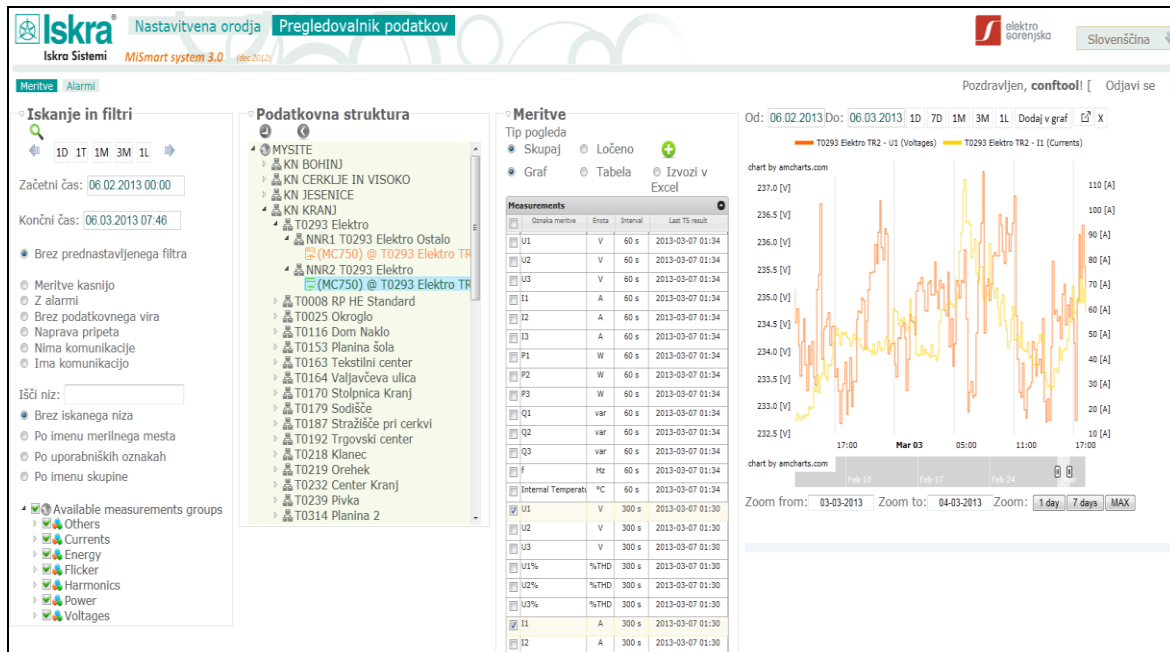
Hkrati smo opravili analizo časovne sinhroniziranosti (T. Tekavec, K. Perko, Pomen časovne sinhroniziranosti merilnih podatkov in vplivi prenosnih poti, 10 konferenca slovenskih elektro energetikov, Ljubljana, 2011). V kateri smo z meritvami preverili časovno točnost podatkov iz

elementov EES Elektro Gorenjska. Poseben poudarek smo namenili tudi podatkom iz merilnih centrov, saj brez ustrezne časovne točnosti podatki niso primerni za ostale aplikacije v podjetju (Gredos, DCV,...). Trenutno časovno odstopanje podatkov od realnega časa se giblje do maksimalno 2 s. V bodoče, z uporabo NTP protokola pričakujemo maksimalna odstopanja reda 1 s.

V EG smo v lanskem letu pristopili k množičnemu opremljanju transformatorskih postaj z vgrajenimi merilnimi centri po kriterijih, ki jih je oblikovala služba za razvoj. Kriteriji so bili: nazivna moč transformatorske postaje, moč odjema transformatorske postaje, moč razpršenih virov, število merilnikov na posameznem izvodu (vsaj en merilnik na izvod). Do sedaj smo tako opremili že več kot 180 transformatorskih postaj.

Skupaj s podjetjem Iskra Sistemi smo oblikovali zahteve za bazo podatkov in aplikacijo za spremljanje podatkov in alarmov iz daljinsko povezanih merilnih centrov. Podjetje Iskra Sistemi je postavila bazo v katero se zajemajo merjeni podatki (baza se nahaja na strežniku v SQL okolju). Podatke obdelujemo s pomočjo Web aplikacije. Web aplikacija MiSmart

ima poleg osnovnih analiz (grafov, tabel veličin) tudi električne energije, statistika, spremljanje alarmov in naprednejše analize kot so spremljanje kakovosti podobno.



Slika 2: Prikaz aplikacije MiSmart

III. SHEMA OBRATOVALNIH MERITEV

Na sliki 3 je prikazana shema obratovalnih meritev. Shema prikazuje koncept obratovalnih meritev v podjetju EG. Prikazan je merilnik v transformatorski postaji, ki preko komunikacije pošilja meritve in alarme v koncentrador obratovalnih meritev (podatkovno bazo na strežniku). Koncentrador poskrbi tudi za prenos alarmov in trenutnih vrednosti meritev po protokolu v center vodenja. V prihodnosti se bo uporabila komunikacija preko novega protokola IEC 61850. Vrednosti meritev in alarme se shranjuje v podatkovno bazo obratovalnih meritev. V

podatkovno bazo se lahko shranjuje tudi ročno odčitane vrednosti iz merilnih centrov.

Komunikacija med podatkovno bazo obratovalnih meritev in ostalimi podatkovnimi bazami nameravamo v bodoče izvesti preko CIM vodila. Povezava z DCV je bila pilotno preizkušena in je temeljila na protokolu IEC 60870-5-101. Zaradi predvidene nadgradnje DCV pa ta povezava trenutno ni v operativni uporabi.

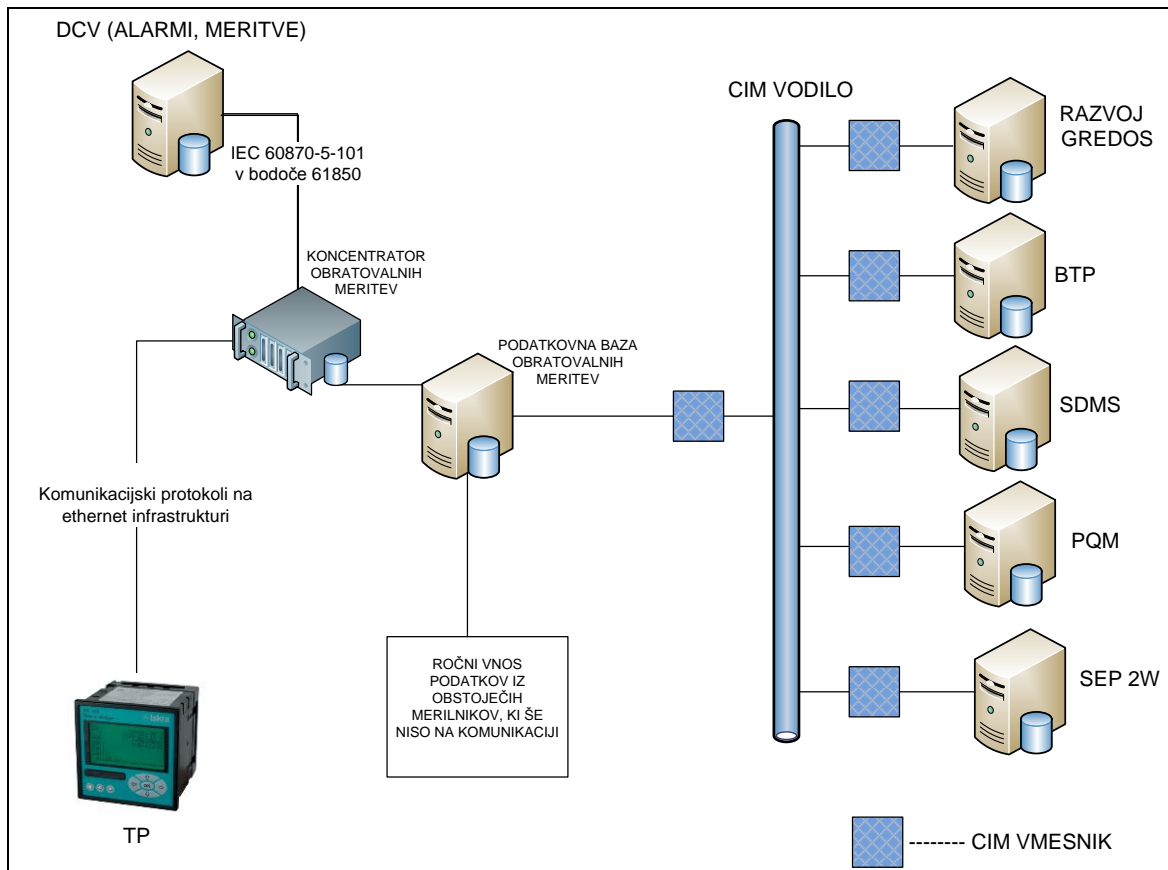
Tabela 1 definira nabor trenutnih alarmov, katere omogočajo merilni centri in jih tudi shranjujemo v bazo ter ostale alarme. Ostale alarme se bo glede na možnosti primarne opreme še ožičilo v kolikor se bodo za to pojavile zahteve.

Tabela 1: Signalizacija alarmov iz transformatorskih postaj

Alarmi S (kVA)	$U >$, $U <$, $I >$	termična zaščita, buchholz rele	izpad NN izvodov	izpad SN/NN stikala, izpad SN varovalke	vstop v TP	vodenje in nadzor TP
50	x					
100	x					
160	x					
250	x					
400	x					
630	x	x	x	x	x	
1000	x	x	x	x	x	x

Legenda: x alarmi so omogočeni iz obstoječih merilnikov

x alarme, upravljanje se po potrebi predvidi v bodoče



Slika 3: Shema sistema obratovalnih meritev

IV. KAKOVOST EE

Osnovni element pri obdelavi podatkov so veličine, ki se zapisujejo v merilne centre. Merilni centri MC 750 in MC 760 omogočajo zapisovanje 64-ih veličin v štirih particijah posameznega zapisovalnika, katera vsaka omogoča različen čas povprečenja zabeleženih parametrov. Ločeno se v spomin zapisujejo alarmi, merilni centri serije MC 760 pa omogočajo zapis poročil o stanju parametrov kakovosti napetosti tako, kot ga določa standard SIST EN 50160. Merilne metode in interpretacijo rezultatov parametrov kakovosti napetosti določa standard IEC 61000-4-30. V skladu s temi določbami omenjeni standard merilne inštrumente razvršča v ustrezne razrede za katere uporabljena tipa inštrumentov sicer nista certificirana. Pregledovalnik podatkov omogoča različne filtre preko katerih se omejimo na pregled izbranih veličin v obliki grafov ali tabel. Omogočen je izvoz vzorcev v Excel. Naša zahteva pa je bila tudi možnost izvoza v obliki standardiziranega formata za izmenjavo podatkov kakovosti napetosti PQDIF.

Zaradi širše uporabnosti rezultatov meritev smo se v okviru aplikacije MiSmart odločili za vgradnjo nekaterih analitičnih orodij. Eno od teh orodij so histogrami izbranih veličin, ki nam na grafičen in tabelaričen način predstavijo gibanje izbrane okoli nominalne vrednosti. Drugo podobno orodje je

Percentil, ki poda statistično obdelane vrednosti izbranih veličin v izbranem časovnem območju.

Pomemben podatek o stanju kakovosti napetosti v omrežju so tudi napetostni upadi in porasti. Ker večina vgrajenih merilnikov ne podpira funkcije beleženja teh motenj na ustrezen način smo poskušali tovrstne anomalije zajeti na dva načina. Prvi način je zapis alarmov napetosti pri katerih je določena meja $\pm 10\%$, čas trajanja anomalije pa pol periode. V tem primeru nam sistem signalizira prekoračeno mejo vendar ostajamo brez podatka o amplitudi. V drugem primeru pa imamo v zapisovalnikih zabeležene periodne vrednosti napetostnih minimumov in maksimumov v minutni časovni enoti. Tokrat pridobimo podatek o sami najnižji periodni amplitudi dogodka vendar brez točne časovne značke ter dolžine trajanja.

Aplikacija naj bi omogočala izdelavo pred definiranih poročil o stanju merjenih in izračunanih veličin z ozirom na splošne standarde ali z izbiro lastnih izbranih mej v nivoju načrtovanja. Pomemben del drugega segmenta je tudi obdelava alarmov o prekoračitvi določenih napetostnih ter tokovnih obremenitev. Alarme lahko ročno označujemo ter s tem delimo na načrtovane in nenačrtovane dogodke v omrežju, s čimer je zagotovljena natančnejša statistična obdelava.

Tekom izdelave sistema se pojavljajo sveže ideje kako čim boljše izkoristiti podatke s katerimi razpolagamo, kot uporabna bi se verjetno izkazala različna matematična orodja, ki bi omogočala izdelavo primerjave trendov gibanja veličin, izločala izstopajoče merilne točke na podlagi zožitve mej v nivoju načrtovanja. Kljub številnim možnostim pa poglobljena zahteva ostaja stabilnost sistema ter verodostojnost oziroma čim manjša negotovost zabeleženih podatkov.

V. CIM VMESNIK – NAVEZAVA NA BTP

Sočasno s projektom izgradnje sistema obratovalnih meritev, se v Elektro Gorenjska ukvarjamo tudi z vzpostavitvijo integracijske arhitekture, ki temelji na splošnem informacijskem modelu CIM. Namen projekta je vzpostaviti na standardih temelječo platformo, ki bo povezovala različne, sedaj medsebojno ločene, tehnične informacijske sisteme. V prihodnje je namen s to platformo povezati tudi sistem obratovalnih meritev, saj so podatki zbrani v tem sistemu relevantni tako za potrebe načrtovanja, DCV, primerjavo z obračunskimi meritvami in posledično kontrolo odjema, ter druge sisteme.

V prvi fazi se bo s sistemom obratovalnih meritev vzpostavila točkovna povezava do baze tehničnih podatkov (BTP). Naša želja je, da se čim več sistemov navezuje na poenoteno drevesno strukturo sredstev in opreme, takšno kot jo imamo v BTP. Na ta način lahko zagotovimo določeno konsistenco med podatki z unikatnim identifikatorjem, kar je pomembno še zlasti pri množičnem izmenjevanju podatkov med različnimi sistemi.

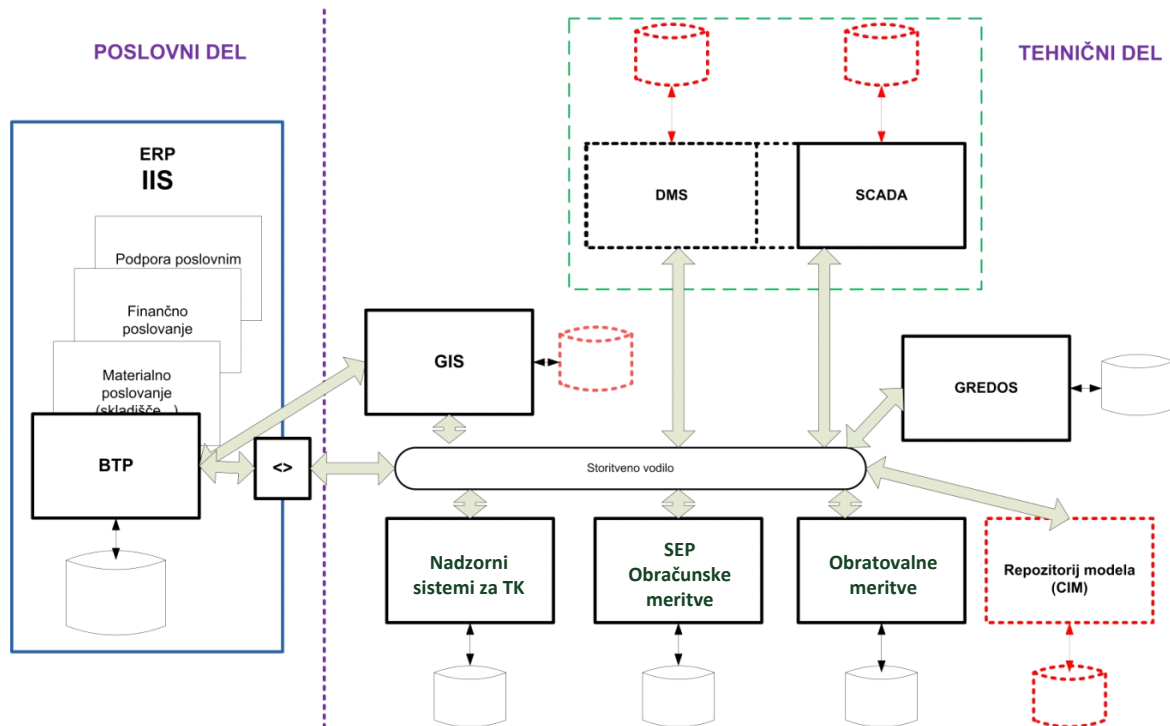
S tem namenom vsak merilnik, ki se vgradi, vnesemo tudi v BTP na nivo nizko napetostnega razdelilnika. Premalo natančno bi bilo, če bi merilnik vgradili na nivo transformatorske postaje, saj je v njej lahko vgrajenih več transformatorjev, ki obratujejo pod različnimi obremenitvami. Hierarhična struktura, ki jo je potem moč integrirati z drugimi sistemi, si sledi v navedenem vrstnem redu: krajevno nadzorništvo, transformatorska postaja, nizko napetostni razdelilnik, vgrajena oprema na razdelilniku (bodisi koncentrador obračunskih meritev, merilni center, daljinsko vodeno stikalo ali kaj drugega). Pri vsakem nivoju se integrirajo tudi določeni atributi, specifično od integriranega sistema. V tem primeru se na nivoju transformatorske postaje in nizko napetostnega

razdelilnika prenaša le unikatni identifikator (šestmilijonta cifra), na nivoju vgrajene opreme pa vsi lastni atributi merilnega centra, kot so tip merilnika, serijska številka, proizvajalec, datum vgradnje, po potrebi pa še datum spremembe ali datum brisanja in drugi.

Pri sistemu obratovalnih meritev sta predvideni dve različni topologiji za prikaz vgrajenih merilnih centrov. Prvi način prikaza je bil omenjen v prejšnjem odstavku. Drug način prikaza je sledeč: RTP, izvod omrežja, transformatorska postaja, nizko napetostni razdelilnik, vgrajena oprema na razdelilniku. To nam omogoča prikaz in obdelavo podatkov za različne interesne skupine. Na primer, nadzornike zanimajo samo obremenitve transformatorjev, ki so na njihovem območju vzdrževanja, medtem ko načrtovalce zanima tudi obremenitev po celotnem izvodu, ki se lahko nahaja v več nadzorništvih.

Poudariti je potrebno, da se bodo spremembe, ki se odražajo v sistemu obratovalnih meritev odvijale povsem avtomatsko. Zagotovljena bo dnevna sinhronizacija z bazo tehničnih podatkov, kjer se bodo vse spremembe, kot so dodajanje, brisanje, spreminjanje merilnega centra, ali pa spremembe v topologiji omrežja, ki se bodo prejšnji dan vpisale v BTP, čez noč zapisale v sinhronizacijsko tabelo in jih bo naslednji dan administrator zgolj potrdil. S tem je zagotovljeno, da se spremembe vpisujejo le na enem mestu, kar zmanjša možnost napak in omogoča poenostavljen pretok informacij med različnimi službami.

V luči uvedbe splošnega informacijskega modela CIM se izvajajo tudi spremembe v sami strukturi baze tehničnih podatkov in geografskega informacijskega sistema. To je posledica tega, ker CIM omrežje opisuje nekoliko bolj podrobno kot je trenutno zavedeno v omenjenih sistemih. S tem namenom se v BTP vnašajo dodatni elementi, kot so sektorji zbiralk, izgube prostega teka in kratkega stika transformatorja, v GIS pa so naporji usmerjenju k bolj natančnem opisu topološke povezljivosti med elementi omrežja po teoriji grafov (točka, linija). Ko se bo v prihodnosti implementirala integracija sistemov na osnovi splošnega informacijskega modela, bo ta prehod iz dozdajšnje povezanosti sistemov z bazo tehničnih podatkov na novo platformo veliko enostavnejši, hitrejši, učinkovitejši in manj boleč.



Slika 4: CIM integracijska platforma

VI. NAČRTI ZA PRIHODNOST

Izdelovanje baze obratovalnih meritev se ne navezuje samo na bazo podatkov iz transformatorski postaj ampak tudi širše. V prihodnje nameravamo uporabiti tudi podatke (meritve) iz drugih podatkovnih sistemov tako iz centra vodenja, obračunskih meritev (SEP) in iz monitoringa kakovosti napetosti. Pridobljene podatke bomo uporabili za potrebe še natančnejšega načrtovanja in obratovanja omrežja, pri izdelavi razvojnih načrtov REDOS, za analitična orodja

GRESOS in podobno. Poleg tega se bo s posredovanjem alarmov iz transformatorskih postaj v DCV še izboljšal nadzor nad obratovanjem distribucijskega omrežja, kar bo omogočilo krajši čas za in večjo varnost pri odpravi napak na omrežju.

REFERENCE

- [1] - *MiSmart* Iskra Sistemi