

# IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA DALJINSKI NADZOR I UPRAVLJANJE SREDNENAPONSKOM ELEKTRODISTRIBUTIVNOM MREŽOM PD EDB

**T. Stojanović\***, Institut Mihajlo Pupin – Automatika, Beograd, Srbija

**T. Vračarić**, Institut Mihajlo Pupin – Automatika, Beograd, Srbija

**D. Vukotić**, PD “Elektrodistribucija Beograd” d.o.o. , Srbija

## UVOD

U radu je prikazana implementacija sistema za daljinski nadzor i upravljanje srednjenaponskom elektrodistributivnom mrežom (SNDM) PD EDB, čime je konačno posle višedecenijskih napora integrisan predmetni podsistem i dobijen jedinstveni SDU EDB koji obuhvata naponske VN i SN nivoe (110, 35 i 10 kV) DEES PD EDB. Ovako realizovan SDU EDB omogućava visok stepen automatizacije DEES EDB, gde je praktično postignuto da se sa skoro 90% elektroenergetskih objekata na naponskom nivou 110 i 35 kV nadzire i upravlja, kao i da u narednom periodu omogući nadzor i upravljanje nad ciljnih 5% elektroenergetskih objekata i elemenata na 10 kV naponskom nivou DEES EDB. Ovako postavljeni ciljevi u pogledu dostizanja ciljnog broja od 5% automatizacije na SNDM EDB, koji je u ovom trenutku ne poseduju ni najrazvijenije elektrodistributivne kompanije u Evropi, predstavlja veliki izazov koji je postavljen pred PD EDB budući da u narednih par godina treba da omogući efikasan nadzor i upravljanje nad 300 elektroenergetskih objekata i elemenata na 10 kV naponskom nivou DEES EDB.

Imajući u vidu, da se trenutno na 10 kV naponskom nivou DEES EDB nalazi ukupno 6598 transformatorskih stanica 10/0,4 kV, 1028 linijskih nadzemnih rastavljača, kao i 103 riklozera, izuzetno je bilo važno da se tom realizacijom sistema obuhvate svi tipovi elemenata i objekata na SNDM, gde bi se u početnim fazama realizacije dobila neophodna iskustava koja bi potvrdila raniju usvojenu koncepciju automatizacije SNDM EDB. Predmetni sistem predstavlja nadgradnju radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM EDB, koji u prvoj fazi realizacije obuhvata 105 elektroenergetskih objekata (88 (osamdeset osam) 10 kV riklozera i 17 (sedamnaest) TS 10/0,4 u kojima su ugrađeni motorizovani SN blokovi tipa RMU („Ring Main Unit“) sa daljinskim stanicama u okviru kojih su integrisane funkcije lokalne automatike).

**Ključne reči:** SCADA, SNDM, napredne mreže

\*[tanja.stojanovic@pupin.rs](mailto:tanja.stojanovic@pupin.rs)

## **RAZVOJ SISTEMA ZA NADZOR I UPRAVLJANJE SNDM MREŽE PD EDB**

Još od 1983.godine, kada je pušten u pogon tada najsavremeniji centar upravljanja u okruženju, u okviru nove poslovno-tehničke zgrade na lokaciji „Slavija“, PD EDB je postavilo strateški cilj da objedini nadzor i upravljanje nad VN i SN naponskim nivoima (110, 35 i 10 kV) elektrodistributivne mreže. U velikim koracima išlo se ka potpunu automatizaciju nad VN i SN naponskim nivoima (110 i 35 kV), pre svega prilagođenjem i ožičenjem postojećih transformatorskih stanica (110/35 kV i x/10 kV) i ugradnjom savremenih daljinskih stanica, ali i opsežnim radovima na polju obezbeđivanja sigurnih i pouzdanih prenosnih telekomunikacionih dualnih puteva. Ovako opsežni radovi na automatizaciji elektrodistributivne mreže, rezultovali su da je u prvih pet godina realizacije novog SDU EDB preko 80% elektroenergetskih objekata bilo integrisano u okviru I i II kategorije SDU EDB, pri čemu su u III kategoriji prevashodno ostali elektroenergetski objekti koji nisu bili u vlasništvu PD EDB.

Paralelno sa poslovima na integraciji elektroenergetskih objekata DEES EDB, započelo se sa radovima na realizaciji posebnog podsistema koji je trebao da omogući pre svega nadzor nad 10 kV elektrodistributivnom mrežom, budući da stepen tehnološkog razvoja implementiranih rešenja u okviru 10 kV mreže u tom trenutku nije bio dovoljno visok, čime bi se moglo garantovati pouzdano i sigurno upravljanje nad tim objektima. U okviru tog podsistema za nadzor 10 kV elektrodistributivne mreže, pre svega je bio dat akcenat na pokrivanju gradskog dela konzuma, te je u tom smislu realizovan određen broj prikaza elektrodistributivne mreže, pri čemu su prikazi prigradskog dela konzuma ostavljeni za naredne faze realizacije sistema za nadzor 10 kV elektrodistributivne mreže. U okviru podsistema za nadzor i upravljanje bio je realizovan topološki proračun, na osnovu unesenog pogonskog (tekuće granice), ali i optimalnog pogona mreže (stalne granice).

U sklopu modernizacije SDU EDB, početkom 2005.godine započelo se sa celokupnom zamenom sistema i njegovih podsistema, gde je opet u prvoj fazi bio dat akcenat na zamenu sistema za nadzor i upravljanje nad VN i SN naponskim nivoima (110 i 35 kV), gde je u okviru njega vršena ugradnja najsavremenijih daljinskih stanica uz zadržavanje postojećih prenosnih puteva. Novi sistem je zasnovan na distribuiranim bazama podataka u kojima su objedinjeni podaci VN i SN elektrodistributivne mreže, gde se pored SCADA procesnih podataka nalazi i celokupna topologija VN i SN elektrodistributivne mreže (gradskog i prigradskog dela). Posebno je posvećena pažnja na ostvarenju visokog stepena otvorenosti sistema, koji pruža mogućnost komunikacije preko nekoliko standardnih komunikacionih protokola, čime je obezbeđen prenos podataka između različitih informatičkih celina realizovanih u okviru elektrodistributivnom preduzeća [2]. Realizovanu programsku podršku sačinjavaju programi za dinamičku vizuelizaciju, praćenje i kontrolu elektrodistributivne mreže, komunikacije sa različitim tipovima daljinskih stanicama i lokalnim sistemima za nadzor i upravljanje, kao i širok spektar aplikacija potrebnih za dalju operativnu analizu i planiranje pogona DEES EDB.

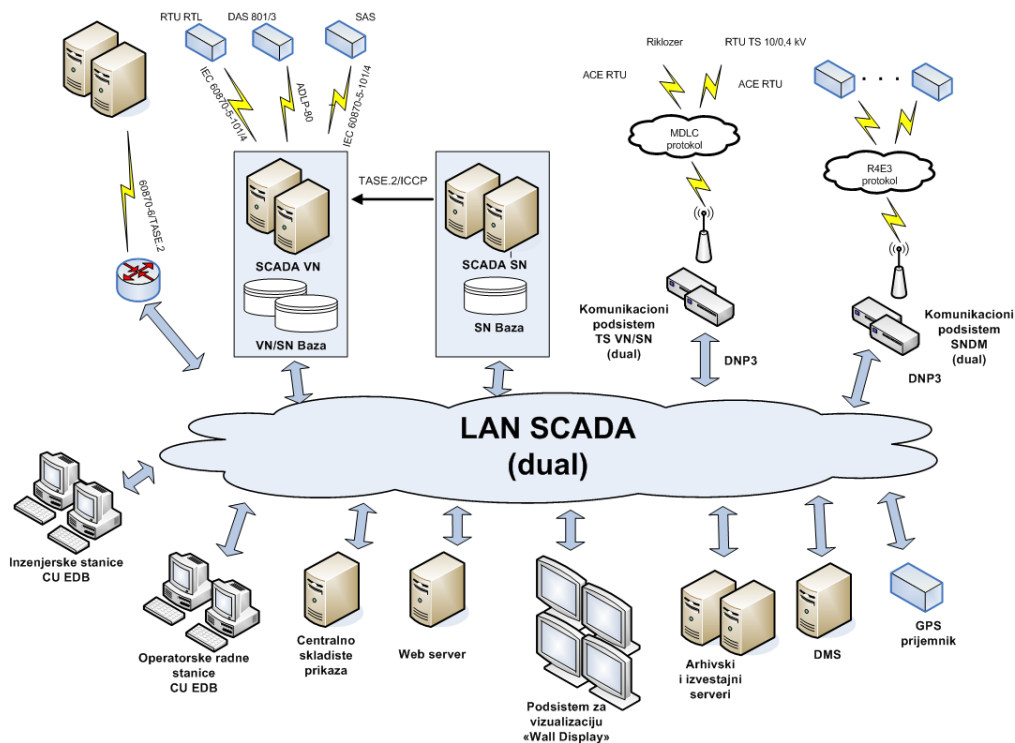
## **INTEGRACIJA NADZORNO-UPRAVLJAČKIH SISTEMA VN I SN MREŽA**

Kao što je napomenuto, jedan od osnovnih zahteva implementacije sistema za nadzor i upravljanje srednjenaponskom mrežom (SNDM) ED Beograd je integracija sa već realizovanim SCADA sistemom za VN elektrodistributivnu mrežu, koji pokriva transformatorske stanice 110/35 kV i x/10 kV. Arhitektura sistema obuhvata sledeće komponente: SCADA serveri, arhivski server, 4 operatorske radne stanice, 8 sistem inženjerskih radnih stanica, server za eksport SCADA funkcija, itd. U okviru realizovanih prikazima SNDM omogućeno je da se prate uklopna stanja i vrednosti analognih merenja (struje, napona, aktivne i reaktivne snage, itd.), kao i odgovarajuće bojenje elemenata mreže (vodova) u skladu sa njihovim statusom. Takođe, realizovane su posebne liste događaja, alarma i kvarova, u kojima se prikazuju sve odgovarajuće veličine. Za nadzor i upravljanje SN mreže instalirani su zasebni serveri u dualnoj konfiguraciji, koji su integrisani sa realizovanim radio-sistemom za daljinski nadzor i upravljanje na elektroenergetskim objektima u SNDM EDB. Arhitektura realizovanog rešenja prikazana je na Slici 1 [1].

### **Povezivanje SCADA sistema**

Da bi se obezbedila funkcija integrisanog prikaza elektrodistributivne mreže svih naponskih nivoa, neophodno je bilo povezati realizovane SCADA sisteme. U tom smislu, izabrano je da se podaci sa SN SCADA servera prenose na VN SCADA servere. Kompletna komunikacija između VN i SN SCADA servera se obavlja putem TASE.2/ICCP protokola, koji se konfiguriše prema bilateralnim tabelama sadržanim u odgovarajućim XML konfiguracionim fajlovima. U cilju optimizacije rada sistema i

obezbeđivanju željenih performansi, veza između SCADA servera je konfigurisana da prenosi veličine na promenu. Izvorne baze podataka, u kojima je opis sistema koji se prati, su organizovane tako da se na VN serverima nalaze sve veličine, a dok se na SN serverima nalaze samo direktno prikupljene veličine sa SN mreže.



Slika 1 – Arhitektura SDU EDB

### Arhivski i izveštajni podsystem

Veličine sa oba sistema se arhiviraju u jednoj arhivskoj bazi. Koriste se jedinstveni mehanizmi za „backup“ i „restore“ funkcije nad bazama podataka. Mesto arhiviranja je centralizovano da bi se obezbedilo kvalitetno izveštavanje, koje podrazumeva obezbeđivanje izveštaja o svim delovima DEES EDB. Podaci se arhiviraju na promenu, pri čemu su kod procesnih veličina sa VN SCADA sistema pragovi za arhiviranje uneti u izvornu bazu podataka, dok su kod SN SCADA sistema pragovi procesnih veličina (prenos i arhiviranje) podešeni na krajnjim daljinskim stanicama. Za rad operatera obezbeđene su odvojene liste događaja, alarma i kvarova za VN i SN grupe transformatorskih stanica po zonama nadležnosti.

### Dinamički prikazi

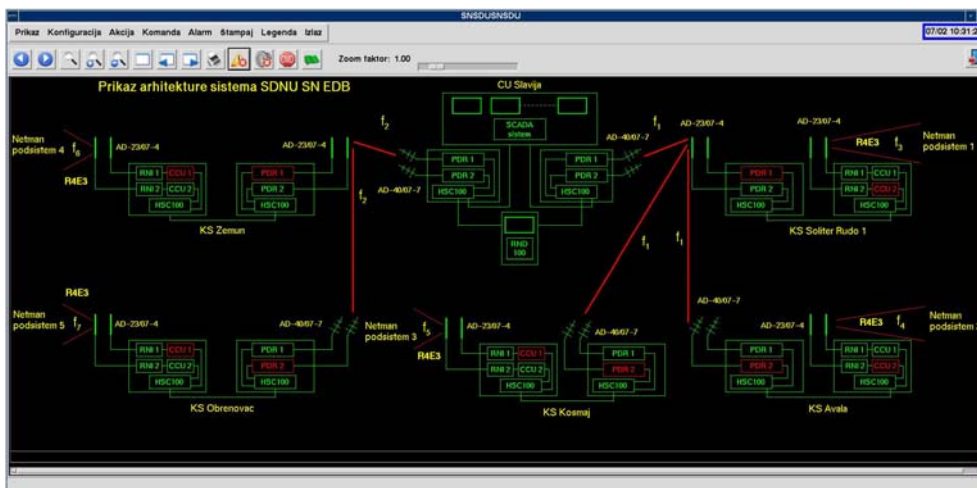
Da bi operater mogao da prati i SN i VN elektrodistributivnu mrežu na jednom radnom mestu, radne stanice podatke dobijaju sa VN SCADA sistema, jer se na tim serverima u bazi podataka nalaze sve neophodne procesne veličine. Prikazi za oba dela elektrodistributivne mreže su povezani i omogućena je intuitivna navigacija kroz prikaze. S obzirom na veličinu i složenost elektrodistributivnog sistema EDB koja je data kroz veliki broj dinamičkih prikaza, pri čemu u sistemi postoji veći broj operatorskih i sistem-inženjerskih radnih mesta, u cilju njihovog održavanja uvedeno je centralizovano skladište prikaza na posebnom serveru.

Paket za centralizovano čuvanje i distribuiranje dinamičkih slika podrazumeva da se na izabranom računaru, inženjerskoj radnoj stanici, prikazi koji su spremni za korišćenje, prijave u centralno skladište. Na radnim stanicama, koje su radne stanice operatera ili sistem-inženjera, dinamički prikazi se automatski ili ručno sinhronizuju sa centralnim skladištem. Alati za održavanje ovog mehanizma su grafički i izuzetno su laki za korišćenje. Ovakav mehanizam je lako integrisati u redovne procedure održavanja u okviru elektrodistributivnog preduzeća.

## NADZOR NAD TELEKOMUNIKACIONIM RADIO-SISTEMOM

Za potrebe realizacije radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje instalirana je telekomunikaciona oprema na sledećim lokacijama:

1. „CU Slavija“ (telekomunikaciona oprema za realizaciju dualne centralne komunikacione jedinice, sa podrškom za komunikaciju sa SCADA sistemom; server sa aplikativnom podrškom za nadzor rada PDR komunikacionog podsistema).
2. Koncentratori – (pet lokacija: KS Obrenovac, KS Rudo, KS Avala, KS Zemun, KS Kosmaj).
3. Ripiteri – (dve lokacije instalirano od ukupno devet lokacija).
4. Krajnji uređaji (88 riklozera i 17 daljinskih stanica).



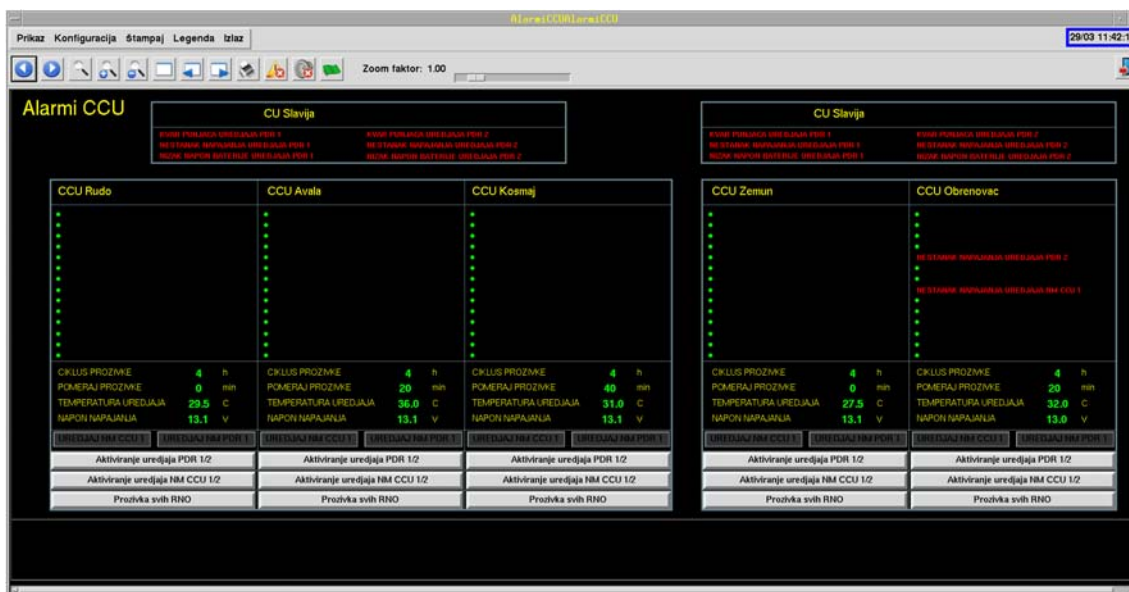
Slika 2 – Prikaz arhitekture radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM

Signali sa telekomunikacione opreme su uvedeni u SCADA aplikaciju i obezbeđeni su odgovarajući dinamički prikazi. Na Slici 2 prikazan je radio sistem u celini, odnosno, uređaji u lokaciji „CU Slavija“ i 5 koncentratorskih tačaka. Na slici se mogu uočiti statusi uređaja koji rade u dualnom režimu rada sa automatskim izborom vodećeg uređaja. Sa ove slike ide se dalje ka tabelama za prikaz alarma koncentratorske stanice i krajnjih tačaka za svaku koncentratorsku stanicu (Slika 3).

BROJ KRAJNJE TAČKE	PROJEKTA	IMENI	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS
1	RC-181													
2	RC-182													
3	RC-183													
4	RC-184													
5	RC-185													
6	RC-186													
7	RC-187													
8	RC-188													
9	RC-189													
10	RC-190													
11	RC-191													
12	RC-192													
13	RC-193													
14	RC-194													
15	RC-205													
16	RC-206													
17	RC-207													
18	RC-208													
19	RC-209													
20	RC-210													
21	RC-211													
22	RC-212													
23	RC-213													
24	RC-214													
25	RC-215													
26	RC-216													
27	RC-217													

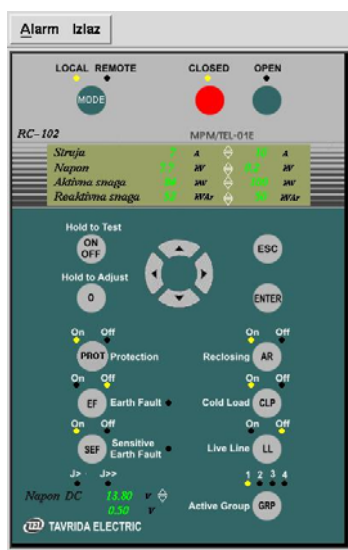
Slika 3– Prikaz (tabelarni) alarma krajnjih tačaka koncentratorske tačke „CCU Avala“

Takođe, za detaljnije praćenje podataka o koncentratorskim tačkama realizovan je prikaz za sve uređaje (Slika 4). Na prikazu su dati alarmi, merenja, kao i tasteri za omogućavanje odgovarajućih akcija nad uređajima.

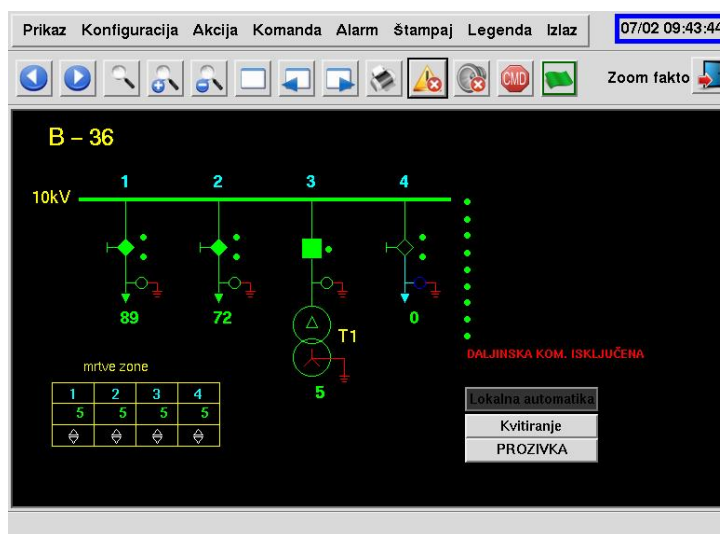


Slika 4 – Prikaz (tabelarni) alarma i analognih merenja sa koncentratorskih tačka radio-sistema

Za svaku koncentratorsku tačku realizovani su posebni prikazi sa odgovarajućom zonom pokrivanja, preko kojih se dalje mogu otvarati prikazi pojedinačnih panela riklozera ili jednopolnih šema TS 10/0,4 kV (Slika 5). Takođe, sa prikaza zone pokrivanja mogu se otvoriti prikazi SN mreže, odnosno ostrva na kome se nalazi krajnja tačka iz zone, kao i tabele alarma za odgovarajuće ripitere.



a) Upravljački panela riklozera



b) Prikaz SN postrojenja RMU u okviru TS 10/0,4 kV

Slika 5 – HMI prikaz integrisanih elemenata u okviru SN SCADA sistema

### SN SCADA MODUL

Programski paket za nadzor i upravljanje SNDM mrežom je razvijen kao dodatni modul postojećeg SCADA sistema EDB. Realizovani SN modul SCADA sistema oslanja se na podatke o topologiji sistema, koja je unesena kroz editor dinamičkih prikaza. U toku rada interaktivno kroz komunikaciju operatera sa procesom sistem, vrši se nadzor preko niza dinamičkih prikaza i prati se stanje elektrodistributivne mreže radi operativnih akcija ili planiranja pogona, pri čemu SCADA sistem procesira informacije o stanju i statusu svih procesnih podataka iz realnog vremena.

Nakon svake promene stanja elektrodistributivne mreže prouzrokovane akvizicijom procesnih podataka u realnom vremenu ili ručnim upisom, SCADA sistem automatski izračunava novo stanje

elektrodistributivne mreže. Rezultati analize su prikazani na dinamičkim prikazima, putem bojenja elemenata (vodova) DEES i oznakom kvaliteta procesnih veličina. Operater može trenutno da uoči kako se promena uklopnog stanja ili neke druge procesne veličine, odrazila na status dela posmatrane elektrodistributivne mreže kroz bojenje vodova, pri čemu je posebno funkcionalno obrađeno stanje identifikacije paralelnog rada dela elektrodistributivne mreže. Takođe, na prikazima je omogućena funkcionalnost u pogledu jednoznačne identifikacije odstupanja trenutnog stanja u odnosu na optimalni pogon mreže (stalne granice).

Ručnim unosom može se standardno izvršiti promena vrednosti procesne veličine, ali i uneti poseban status elementa elektrodistributivne mreže (voda) na prikazu, bilo da se on nalazi u kvaru i/ili je uzemljen. Operater u svakom trenutku može da pregleda odgovarajuće liste signala ili veličina označene pojedinim statusima. U sklopu realizovanih funkcija SN modula koji su potrebni za nadzor elektrodistributivne mreže u realnom vremenu, aktiviran je i poseban Izveštajni Podsystem (IPS) koji omogućava analize i izveštaje arhiviranih podataka.

## **FUNKCIONALNOSTI SN MODULA SCADA SISTEMA**

Osnovne funkcionalnosti SN modula mogu se podeliti u tri grupe:

1. Grupa I - Analiza stanja SNDM u realnom vremenu.
2. Grupa II - Navigacija kroz dinamičke prikaze kojima je predstavljena SNDM.
3. Grupa III - Analiza arhiviranih podataka i kreiranje izveštaja.

U Grupi I spadaju sledeće funkcionalnosti:

- Definicija voda kao dinamičkog elementa.
  - Definisane generičkog imena voda (poziv „web“ prikaza GIS).
- Akcije nad elementima mreže (vodovima).
  - Selekcija voda.
  - Ručni upis kvara voda.
  - Ručni upis uzemljenja voda.
  - Propagacija statusa.
  - Pregled uzemljenih i vodova u kvaru.
- Detekcija petlji u SNDM mreži.
- Detekcija dvostrukog napajanja čvora (sabirnice) u SNDM mreži.
- „Stalne“ granice napajanja SNDM (normalni pogon).
  - Postavljanje optimalnih granica napajanja (stalne granice).
  - Pregled statusa rasklopne opreme (tekuće granice) koja odstupaju od „stalnih“ granica.
- Pregled pogonskog stanja SNDM.
  - Pregled rasklopne opreme koja nije u skladu sa postavljenim pogonskim stanjem.

U okviru Grupe II su funkcionalnosti koje obuhvataju mogućnost navigacije kroz dinamičke prikaze:

- Otvaranje prikaza pozivom iz menija.
- Otvaranje prikaza unošenjem imena prikaza.
- Otvaranje prikaza unošenjem šifre TS SN/NN ili drugog elementa.
- Otvaranje prikaza selekcijom i pozivom na događaj u „Listi događaja“ i/ili „Listi alarma“.
- Otvaranje prikaza selekcijom i pozivom na red u pregledu statusa (alarmi, stalne granice, kvarovi i sl.)
- Međusobno povezivanje prikaza – linkovi na određenim elementima prikaza.
- „Ulančavanje“ prikaza – kretanje po principu „prethodna – sledeća“.

Grupa III obuhvata funkcionalnosti koje se odnose na analize arhiviranih podataka i izradu izveštaja. U ovoj grupi su realizovana proširenja Izveštajnog Podsystema (IPS) koja se generalno odnose na analize pogona elektrodistributivnog sistema. Ove analize mogu se raditi na dnevnom ili sedmičnom

nivou u centru upravljanja ili u službama zaduženim za obavljanje analitičarskih poslova, kao i za izradu godišnjih i drugih izveštaja.

## **GRUPA I – ANALIZA STANJA SNDM U REALNOM VREMENU**

Sistem omogućava formiranje modela elektrodistributivne mreže crtanjem elemenata na prikazu. Kao podrška SN modulu SCADA sistema unapređen je editor dinamičkih prikaza, u kome se prikazi crtaju i povezuju sa izvornom bazom podataka. Editor prikaza omogućava dodatnu analizu (identifikaciju grešaka) u odnosu na topologiju koja je arhivirana u bazu podataka. Na jednostavan i intuitivan način se u grafičkom modu unosi minimum podataka o povezanosti elemenata u elektrodistributivnoj mreži. U pogledu modelovanja, vod kao jedan od osnovnih elemenata je u SCADA sistemu modelovan kao dinamički element.vodu se opciono pridružuje proizvoljno izabrano ime, ali i generičko ime koje se koristi u drugim informacionim podsistemima. Jednoznačnim definisanjem naziva elementa (voda), omogućen je efikasan pregled statusa tih elemenata.

Zahvaljujući ovom rešenju ostvaren je visok stepen otvorenosti, pod kojim se podrazumeva omogućavanje komunikacije i prenosa podataka iz svih ostalih informatičkih, bilo poslovnih ili tehničkih, sistema/podsistema u okviru elektrodistributivnog preduzeća. Jedinstvenim zahvatom potrebnih informacija iz različitih baza podataka omogućeno je kreiranje zajedničkih izveštaja. Ostvareno je povezivanje i sa Geografskim Informacionim Sistemom (GIS), koji sadrži sve tehničke georeferencirane podatke o elementima elektrodistributivne mreže. U okviru integrisanog rešenja, koriste se sve napredne mogućnosti preuzete iz GIS okruženja, a koja se pre svega odnose na pretraživanja i prezentacije podatka.

U okviru SN SCADA sistema realizovani HMI podsistem ima napredne funkcionalnosti koje se odnose na selektovanje elemenata (voda) i postavljanja odgovarajućih statusa (uzemljenja ili voda u kvaru). SN SCADA sistem podržava pregled elemenata kojima su dodeljeni statusi. Nakon uklanjanja postavljenog statusa, vod izborom odgovarajuće opcije dobija status u skladu sa normalnim režimom rada SNDM EDB. Takođe, SN SCADA sistem obezbeđuje propagaciju statusa uzemljenja elementa (voda) na dinamičkim prikazima.

Detekcija petlje i detekcija dvostrukog napajanja čvorova SNDM mreže je omogućena na dinamičkim prikazima. Delovi mreže u kojima je identifikovana petlja, trepere određenom intenzitetom, do trenutka radikalizacije tog dela mreže. Omogućeno je postavljanje stalne granice normalnog pogona SNDM mreže, kao i pregled statusa rasklopne opreme koji nisu u skladu sa postavljenim optimalnim pogonom (stalne granice). Stalnu granicu je moguće postaviti sa dinamičkog prikaza, kao i direktno u okviru editora baze podataka. U svrhu pregleda pogonskog stanja SNDM mreže omogućeno je, kao početni uslov, i postavljanje „normalno zatvorenog“ elementa.

## **GRUPA II – NAVIGACIJA KROZ DINAMIČKE PRIKAZE**

Mehanizam izrade dinamičkih prikaza i njihovog međusobnog povezivanja omogućava konfigurabilno, jednostavno i intuitivno kretanje kroz SNDM mrežu. Dinamički prikazi pozivaju se: iz glavnog menija HMI podsistema, sa drugih dinamičkih prikaza (linkovi), kao i mehanizmom „prethodna – sledeća“.

Linkovi su iskorišćeni za kretanje po dubini SNDM mreže. Sa prikaza VN mreže prelazi se na prikaz SN mreže, i obrnuto. VN mreža je prikazana preko sinoptičkog prikaza mreže, kao i preko jednopolnih šema transformatorskih stanica prema odgovarajućim naponskim nivoima. SN mreža je data kao skup dinamičkih prikaza na kojima se nalaze dekuplovani delovi SNDM mreže (ostrva). Na dinamičkim prikazima SN mreže su prikazani i delovi transformatorskih stanica x/10 kV, preko kojih je realizovano povezivanje sa odgovarajućim prikazom istog ili višeg naponskog nivoa. Dinamički prikazi su tako organizovani, da nije potrebno na operatorskim radnim stanicama koristiti napredne funkcije prikaza. Ovo je bio jedan od zahteva koji je postavljen pred implementaciju rešenja, mada SCADA sistem standardno omogućava napredne funkcije prikaza („pan“, „zoom“, „decluttering“).

Posebnim alatima, dinamički prikazi se analiziraju, i nakon izvršene verifikacije podataka, oni se upisuju u izvornu bazu podataka. Na ovaj način omogućeno je da se automatski referencira element na prikazu, čime je omogućeno da se vrši otvaranje prikaza unošenjem imena slike, imena TS SN/NN ili drugog elementa. Dinamički prikazi se mogu otvoriti i selekcijom i pozivom na red u listama



događaja, alarma i kvarova. Raznovrsnost načina otvaranja prikaza i lociranja elemenata mreže je neophodna zbog raznorodnih operativnih potreba operatora, kao i drugih izvršilaca iz pratećih službi.

### **GRUPA III – ANALIZA ARHIVIRANIH PODATAKA I KREIRANJE IZVEŠTAJA**

Pored specifičnih SCADA funkcija SN modula koji su potrebni za praćenje u realnom vremenu, kako stanja elektrodistributivne mreže, tako i stanja telekomunikacione opreme, SCADA sistem omogućava analize i generisanje izveštaja arhiviranih podataka. Kao što je već pomenuto, na VN SCADA sistem prenose se podaci sa SNDM mreže, tako da se svi podaci arhiviraju u centralizovanu bazu podataka. Arhiva SCADA sistema sastoji se od baze sa arhiviranim vrednostima veličina, baze sa događajima i hronološkom registracijom događaja (HRD). Takođe, podsistem za arhiviranje pokriva i bazu statistike komunikacije.

U okviru SCADA sistema realizovan je poseban Izveštajni Podsistem (IPS), koji je nezavisno softversko rešenje, i može da radi na različitim OS platformama (Linux, Windows). On je modularan, i deo je postojećeg SCADA sistema, ali predstavlja i interfejs za aplikacije prema rešenjima drugih proizvođača [3]. Ova aplikacija u administratorskom modu rada omogućava kreiranje i pregled izveštaja, kao i publikovanje takvih izveštaja za korisnike bez administratorskih privilegija. Moduli ove aplikacije mogu se pozvati i iz SCADA HMI podsistema na operatorskim radnim stanicama.

Pored standardnih izveštaja trenutnih i srednjih vrednosti veličina za različite rezolucije i vremenske periode, kao i lista HRD i događaja, u celosti ili filtriranih po više kriterijuma, modul nudi i niz specifičnih funkcionalnosti, kao na primer:

- Prebrojavanje promena i trajanje stanja veličine kod hronološke liste događaja.
- Izbor rezolucije prikaza arhiviranih uzoraka u izveštajima trenutnih vrednosti.
- Izračunavanje proizvoljne formule koja može zavistiti od akviziranih, izračunatih ili ručno unetih SCADA veličina.
- Pozivanje arhivske liste događaja ili liste HRD iz izveštaja trenutnih vrednosti, filtriranih po modelu postrojenja i u izabranom vremenskom periodu.
- Prebrojavanje promena i trajanje stanja pod različitim uslovima digitalnih i/ili analognih veličina.
- Dijagnostika arhiva, odnosno lista najčešće registrovanih događaja (po elementu, tipu, danu, periodu, itd.).
- Kreiranje proizvoljnih izveštaja, kombinacijom direktnih SQL upita u neku od arhivskih baza.

### **ZAKLJUČAK**

Implementacijom sistema za daljinski nadzor i upravljanje srednjenaponskom elektrodistributivnom mrežom PD EDB konačno je dobijena ciljna funkcionalnost u pogledu sigurnog i pouzdanog vođenja pogona srednjenaponske mreže. Performanse realizovanog SN SCADA sistema sa ciljnim funkcionalnostima su takve, da u narednom desetogodišnjem periodu mogu da zadovolje stalan i intenzivan razvoj SNDM PD EDB. Imajući u vidu da se godišnje izgradi i pusti u pogon do 150 transformatorskih stanica SN/NN sa nekoliko stotina novih vodova, pri čemu se očekuje da određen broj novih transformatorskih stanica, ali i rekonstruisanih transformatorskih stanica bude integrisano u SDU EDB, nesporno je da će ovako koncipiran sistem omogućiti postavljeni nivo skalabilnosti. U okviru realizovanog SN SCADA sistema pored prikaza gradskog konzuma, obezbeđeni su i prikazi prigradskog konzuma, čime je trasiran put ka eventualnoj decentralizaciji upravljačkih akcija nad SNDM PD EDB prema nadležnim pogonima prigradske mreže (Mladenovac, Obrenovac, itd.) u kojima su već realizuju područni centri upravljanja sa isturenim operatorskim mestima. Imajući u vidu date smernice JP EPS u pogledu realizacije naprednih mreža („Smart Grids“), predmetni SN SCADA sistem po strukturi i funkcionalnosti predstavlja izuzetno složen sistem, koji na najbolji način ilustruje potpunu integraciju informatičkih i energetskih resursa elektrodistributivnog preduzeća.

### **LITERATURA**

- [1] Tehnička dokumentacija proizvođača
- [2] D. Vukotić, „Sistemske interfejsi za integraciju aplikacija unutar elektroprivrednog preduzeća“, Elektroprivreda, broj IV, strana 25, 2004.
- [3] J. Dragutinović, E. Veljković, R. Stamatović, „Izveštajni podsistem u okviru SCADA sistema“, JUKO CIGRE, Tara, 2008.



