

RAZLIČITI KONCEPTI AUTOMATIZACIJE SN ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

J.Aleksić*, „Schneider-Electric Srbija“ d.o.o, Srbija
D. Vukotić, PD „Elektrodistribucija Beograd“ d.o.o., Srbija
B. Radmilović, PD „Elektrovojvodina“ d.o.o., Novi Sad, Srbija
I.Srejić, PD „Elektrovojvodina“ d.o.o., ED Subotica, Srbija
Ž. Popović, PD „Elektrovojvodina“ d.o.o., ED Subotica, Srbija

UVOD

U Evropi se automatizacija sredjenaponske (SN) elektrodistributivne mreže više ne dovodi u pitanje, automatizovana distributivna mreža predstavlja osnov i za projekte “pametnih” mreža („Smart Grid“) koji se realizuju u sve većem broju zemalja. Elektroprivreda Srbije (JP EPS) i privredna društva za distribuciju električne energije krenula su, takođe, krupnim koracima ka uvođenju Sistema Daljinskog Upravljanja (SDU) u elektrodistributivne mreže.

Svako od pet velikih elektrodistributivnih preduzeća je započelo, u nekom obliku, proces automatizacije SN elektrodistributivne mreže. U nekim privrednim društvima se krenulo sa instalacijom lokalnih indikatora kvara na SN vodnim poljima u TS SN/NN, pri čemu je PD „Elektrovojvodina“ je instalirala dva uporedna pilot projekata, PD „Elektrodistribucija Beograd“ je uradila studiju automatizacije SN mreže za urbani i ruralni deo, PD „Elektrosrbija“ raspisala tender za pilot sistem upravljanja SN mrežom sa motorizacijom postojećih vazdušnih rastavljača, a većina privrednih društava je ugradila određen broj riklozera i „Ring Main Unit“ (RMU) postrojenja, sa mogućnošću naknadnog puštanja u sistem daljinskom upravljanja i aktiviranje lokalne automatike.

Odsustvo zakonske regulative za naknadu šteta koju prouzrokuje neisporučena električna energija pruža slobodu privrednim društvima da ova oblast i dalje ostane na marginama planova investicija i da se automatizacijom uglavnom rešavaju operativni problemi, kompenzuje naloženo smanjenje radne snage i broj ekipa na terenu, dok činjenica da najveći broj potrošača trpi prekid napajanja usled događaja u SN mreži i dalje nije presudan argument za intenzivniju primenu ovakvih sistema.

Iz navedenih razloga ovaj rad ima za cilj da prikaže primere kvalitativne automatizacije u elektrodistributivnim mrežama, sa posebnim akcentom na projekte u PD „EDB“ i PD „Elektrovojvodina“. Različiti koncepti i pravci razvoja otvaraju pitanje da li u ovom trenutku možemo, na osnovu dosadašnjih iskustava, doneti strategiju koja definiše okvire u kojima ovi sistemi treba da se realizuju, počevši od definisanja podsistema koje oni treba da sadrže, preko primenjenog stepena i načina rada automatizacije procesa izolacije kvara i restauracije napajanja, do standarda i protokola na kojima treba da budu zasnovani.

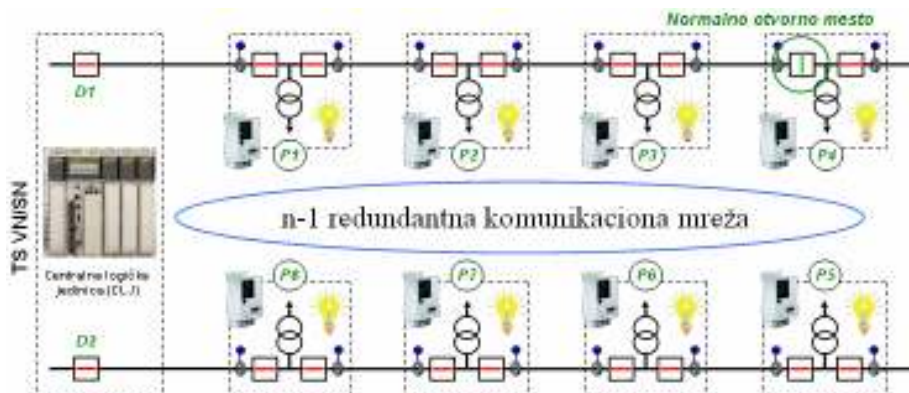
* josip.aleksic@rs.schneider-electric.com

VRSTE AUTOMATIZACIJA U SN ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Centralna automatizacija - U okviru centralne automatizacije srećemo se sa kompleksnim sistemima tipa DMS optimizacionih (matematičkih) funkcija, koji obrađuju primljene podatke iz elektrodistributivne mreže i na osnovu stanja mreže (poznate topologije, struje u granama mreže i napona u čvorovima), donose zaključke i operatoru predlažu moguće scenarije. Ova važna DMS funkcija poznata je kao „Fault, Detection, Isolation and Recovery“ (FDIR) funkcija. Značaj primene DMS funkcija raste sa veličinom elektrodistributivne mreže kojom operator upravlja iz Centra Upravljanja (CU). Nažalost, integracija SCADA sistema (koja sadrži merne vrednosti iz SN mreže) i DMS aplikacija u JP EPS još uvek nije realizovana, tako da se ova funkcionalnost ne primenjuje, sa izuzetkom ED „Novi Sad“, gde je instaliran SN SCADA sistem sa integrisanom FDIR funkcijom i ED „Sombor“, gde se proces povezivanja ovih aplikacija za nivo SN distributivne mreže upravo testira. Ovakav oblik automatike nije predmet rada i neće biti dalje razmatran.

Sledeći oblik centralne automatizacije zasniva se na podeli elektrodistributivne mreže na autonomne delove koji se nadziru putem centralne logičke jedinice, koja prikuplja podatke iz elektrodistributivnih energetskih objekata i sa potpuno automatizovanim algoritmom, bez učešća operatora, izoluje deonicu napojnog voda u kvaru i rekonfiguriše mrežu tako da se u veoma kratkom roku napajanje vrati **svim** potrošačima.

Centralna automatizacija - primer. Ova vrsta automatizacije izvodi se na delovima mreže na kojima je vreme beznaponske pauze kritično (npr. usled generisanja škarta u industrijski procesima), kao i za potrošače čije je snabdevanje od strateškog značaja (bolnice, državni organi, železnica, metro, vodovod, infrastruktura, itd.). Primenjuje se u otvorenim petljama sa mogućnošću dvostranog napajanja.



Slika 1 - Stalno uklopno stanje otvorene petlje

U svakom energetskom objektu SN/NN instalirano je motorizovano SN postrojenje i kontrolno-upravljačka jedinica sa indikatorima prolaska struje kvara i indikatorima prisustva napona na SN poljima. Centralna logička jedinica (CLJ) je stacionirana u izvornoj TS VN/SN, komunicira sa svim SN/NN energetskim objektima u otvorenoj petlji i upravlja predmetnim izvodnim prekidačima.

Primer prorade automatike za kvar na deonici sa Slike 1:

- 1) Pojava kvara na deonici P5-P6,
- 2) Prorada zaštite i ispad prekidača D2 u TS VN/NN,
- 3) Lokalizacija kvara na osnovu informacija iz kontrolno upravljačkih jedinica P5 i P6,
- 4) CLJ šalje komande za sekcionisanje deonice (otvaranje rasklopne opreme u P5 i P6,
- 5) Uključenje prekidača D2 u izvornoj TS VN/SN,
- 6) Potrošači u P6, P7 i P8 pod naponom,
- 7) Komanda za zatvaranje normalno otvorenog mesta u P4,
- 8) Kraj ciklusa – napajanje restaurisano svim potrošačima.

Zavisno od tipa rasklopne opreme u energetskom objektu i komunikacionog medijuma, kompletan ciklus traje od par desetina sekundi za sklopka rastavljače i serijsku komunikaciju, do nekoliko sekundi za

prekidače i optički medijum.

Lokalna automatizacija - Ova vrsta automatizacije ograničava se na autonomno funkcionisanje samo jednog energetskog objekta (TS SN/NN, sekcioner - linijska sklopka rastavljač, riklozer) na način da lokalna logika upravlja energetskom opremom u samom objektu u svrhu izolovanja deonice u kvaru i restauracije napajanja u objektu i delu mreže u kome se objekat nalazi. Primena automatike ne podrazumeva komunikaciju sa centrom upravljanja, ali je u praksi ta komunikacija poželjna.

Lokalna automatika se razlikuje u zavisnosti od tipa elektrodistributivne mreže u kojoj je primenjena, pa se može podeliti na automatizaciju kablovskih i nadzemnih SN mreža. Dalja podela moguća je u zavisnosti od tipa potrošača električne energije, koje možemo svrstati u dve podgrupe:

- potrošači sa kritičnim vremenom beznaponske pauze (prioritetni), i
- potrošači bez kritičnog vremena beznaponske pauze (široka potrošnja).

Pojam kritičnog vremena ovde treba posmatrati relativno, jer i potrošačima koji su u podgrupi široke potrošnje svaka beznaponska pauza je subjektivno predugačka. Zavisno od podgrupe potrošača i vrste distributivne mreže u kojoj se nalaze, primenjuju se sledeće lokalne automatike:

- Automatsko ponovno uključanje (APU),
- Automatsko sekcionisanje (SEC),
- Automatsko prebacivanje napajanja – („Auto Change Over“ - ACO).

Kombinovanjem navedenih automatika na jednom SNvodu, mogu se postići vrlo efektni rezultati brze restauracije velikog broja potrošača na vodovima pogođenim trajnim kvarom.

Automatsko ponovno uključanje (APU) - APU je poznata i široko primenjena automatika u TS VN/SN na vodovima koji napajaju nadzemnu i mešovitu elektrodistributivnu mrežu. U većini TS VN/SN i dalje su u funkciji maloljudni prekidači sa elektromehaničkom zaštitom i ograničenjem na maksimalno dva APU ciklusa (brzi i spori) i pauzom između njih ($t'=180$ sek), tzv. vremenom oporavka prekidača. Savremeni vakumski prekidači i numerička zaštita dozvoljavaju definisanje i do šest APU ciklusa.

Riklozeri su energetski elementi za nadzemnu mrežu do 38 kV i imaju mogućnost podešavanja APU funkcije, tako da radi u skladu sa APU ciklusom u izvornoj TS VN/SN. Takođe, riklozeri su optimalni za sinhronisani rad sa linijskim sklopka rastavljačima i precizno sekcionisanje dela mreže u kvaru.

Sekcionisanje jednog SN vodnog polja - Svrha funkcije sekcionisanja je da se automatski izoluje deo distributivne mreže pod kvarom. Ovo podrazumeva da deo potrošača koji se nalaze u sekcionisanom delu mreže ostaje bez napajanja. Iskustva iz Italije [4] daju prosečna vremena za restauraciju napajanja korišćenjem funkcije sekcionisanja:

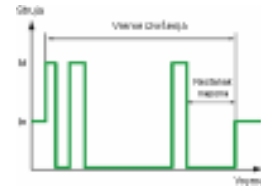
- Tradicionalna procedura sekcionisanja – 94,5% potrošača restaurira napajanje za 40,9 min.
- Sekcionisanje sa daljinskim upravljanjem - isti procenat potrošača restaurira napajanje za 8,2 min.
- Lokalna automatika sekcionisanja – 94,5% potrošača restaurira napajanje za 1,3 min.

Može se primetiti da SEC funkcija značajno smanjuje vreme restauracije. Međutim, odsustvo APU ciklusa na kablovskim SN izvodima čini ovu vrstu automatike neefikasnom u kablovskoj mreži, jer se restauracija mora obaviti intervencijom operatora iz dispečerskog centra.

SEC automatika se aktivira ispunjenjem sledećih uslova:

- Sklopka rastavljač na predmetnom SN izvodu je uključena,
- Ispunjen broj prolazaka struje kvara kroz SN vodno polje ($1 \leq n \leq 4$)
- U posmatranom vremenskom intervalu ($20 \text{ s} \leq t_1 \leq 240 \text{ s}$),
- Kvar je eliminisan (merenje SN struje je 0 A),
- Nestanak napona na predmetnom SN polju.

Ukoliko su svi navedeni uslovi ispunjeni, dolazi do automatskog otvaranja sklopka rastavljača u toku beznaponske pauze u vremenu (t_1). Promenom parametara (n) i (t_1) podešava se prorada lokalne SEC automatike nakon neuspešnog brzog ili neuspešnog sporog APU ciklusa. Ovakvo podešavanje omogućava postavljanje više LRS na red po dužini jednog SN voda i njihovo sekvencijalno isključenje u skladu sa APU ciklusom u izvornoj TS VN/SN.

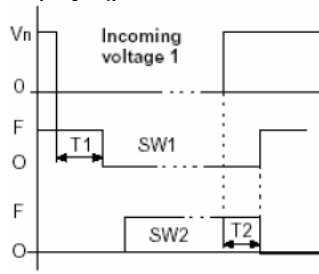
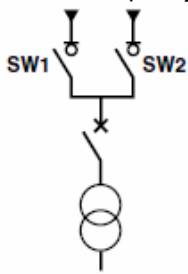


Slika 2 - SEC logika

Sekcionisanje voda sa dva upravljiva sklopka rastavljača - Logika prorade SEC funkcije je ista kao i kod jednog vodnog polja, s tim da podešavanja parametara SEC funkcije može biti zasebno za svako SN vodno polje. Zanimljivi scenario nalazimo u nadzemnoj mreži sa dve i više linijske rastavne sklopke (LRS) postavljene duž SN voda. U ovom slučaju neophodno je usaglašavanje SEC funkcije svakog LRS sa APU ciklusom u izvornoj TS VN/SN. Udaljeni sklopka rastavljač otvara se nakon neuspešnog brzog APU ciklusa ($n=2$), a LRS bliži izvorišnoj TS nakon neuspešnog sporog APU ciklusa ($n=3$). Uslov za funkcionisanje ovakve konfiguracije zahteva fiksna normalno otvorena mesta u SN mreži (stalne granice). Ukoliko dođe do promene uklopnog stanja mreže/voda potrebno je prepodesiti parametre (n) i (t), što je moguće uraditi daljinski ukoliko komunikacioni medijum i daljinska stanica to dozvoljavaju.

Sekcionisanje voda sa dva upravljiva sklopka rastavljača i jednim riklozerom - Ovaj scenario je najefikasniji slučaj uparivanja SEC i APU automatike i primenjuje se na dužim nadzemnim vodovima. Za najbolji efekat, riklozer je potrebno pozicionirati između dva sekcionera i vremenskim zatezanjem podesiti tako da se aktivira pre APU ciklusa SN izvoda u izvornoj TS. Riklozer otklanja prolazne zemljospojeve, dok sekcioner iza njega sekcioniše udaljeni deo mreže pod trajnim kvarom. Ista logika uparivanja primenjena je i na APU ciklus SN izvoda i prvog sekcionera.

Automatsko prebacivanje napajanja (ACO) - Ovu vrstu lokalne automatike moguće je primeniti u TS SN/NN sa mogućnošću dvostranog napajanja iz dva različita SN izvoda. Za razliku od SEC funkcije, ACO funkcija nadzire i upravlja sa dva vodna polja (primarno i rezervno).



T1 – vreme pre izvršenja ACO
 $0,1 \text{ s} \leq T1 \leq 200 \text{ s}$
T2 - vreme pre povratka
 $5 \text{ s} \leq T2 \leq 60 \text{ s}$

Slika 3 - Sekvenca prorade ACO lokalne automatike

Da bi se aktivirala ACO funkcija potrebno je da su ispunjeni sledeći uslovi:

- Komplementarna pozicija rasklopne opreme na dva SN vodna polja (otvoren i zatvoren)
- Nije prošla struja kvara kroz primarno i rezervno SN vodno polje,
- Na primarnom SN vodnom polju došlo je do nestanka napona,
- Na rezervnom (otvorenom) SN vodnom polju napon je prisutan.

Pri proradi ACO automatike, prvo se otvara rasklopna oprema u primarnom SN vodnom polju, a zatim se zatvara rezervno SN vodno polje, čime se uspostavlja ponovno napajanje TS iz drugog pravca napajanja. Ovim se eliminiše mogućnost pojave povratnog napona ili paralelnog rada dva SN izvoda. Moguće varijante ACO automatike su:

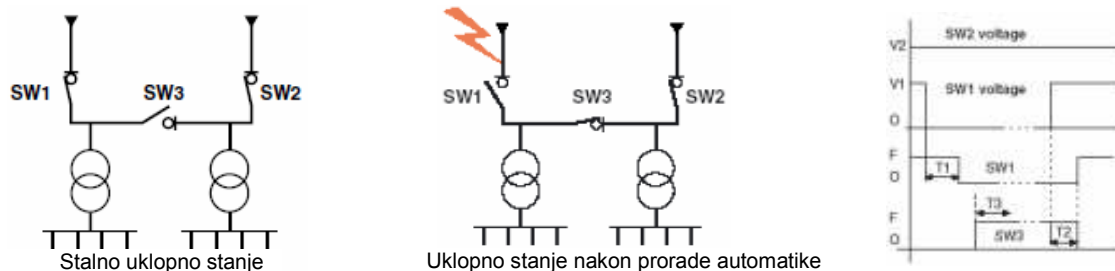
- Održavanje napajanja sa primarnog izvoda – napajanje se uvek vraća na primarno vodno polje,
- Napajanje TS ostaje na rezervnom SN izvodu sve dok se ne desi nestanak napona na njemu,
- Napajanje TS ostaje blokirano na rezervnom izvodu, a povratak na primarno se mora izvršiti ručno, tj. daljinskom komandom.

Ukupno vreme izvršenja ACO automatike u praksi je:

- Manje od 5 s za SN sklopka rastavljače (RMU),
- Manje od 1 s za SN prekidače.

U primeni ACO funkcije treba aktivirati blokadne uslove kako se kvar ne bi prebacio na rezervni SN izvod, što bi izazvalo njegov ispad.

Automatsko prebacivanje napajanja preko spojnog polja - Ova vrsta automatike slična je ACO funkciji, sa razlikom što upravlja sa tri SN polja (dva vodna i jedno spojno polje).



Slika 4 - Situacija pre i posle prorade prebacivanja preko SN spojnog polja

Konfigurisanje ove vrste automatike može se izvesti standardno ili sa blokadnim uslovima. Da bi se aktivirala prorada automatike, potrebno je ispunjenje sledećih uslova (Slika 4):

- SW1 i SW2 su zatvoreni,
- Rastavljači uzemljenja SW1, SW2, SW3 su otvoreni,
- Nestanak napona na jednom od polja SW1 ili SW2,
- Nije detektovan prolazak struje kvara kroz polja SW1 i SW2,
- Nisu ispunjeni blokadni uslovi,
- Napon je prisutan na jednom od polja SW1 / SW2.

Sekvenca prorade standardne lokalne automatike je sledeća:

- Otvaranje SN vodnog polja bez napona
- Zatvaranje spojnog polja SW3.

Dodatna sekvenca u slučaju aktivnih blokadnih uslova:

- Nadzor nad stabilnošću napona u zadatom vremenskom intervalu,
- Otvaranje spojnog polja SW3 ukoliko stabilnost napona nije zadovoljavajuća,
- Blokada lokalne automatike.

Povratak sistema u normalno stanje nakon povratka napona na SN vodnom polju je moguć, ukoliko nije došlo do blokade lokalne automatike.

Napredni algoritmi za lokalnu automatiku - Ova vrsta algoritma su adaptacije navedenih logika lokalne automatike i uglavnom su osmišljeni tako da se uvaži specifičnost u elektrodistributivnoj mreži i zahtev za primenom određene vrste rasklopne opreme sa tačno definisanim ciljem automatike.

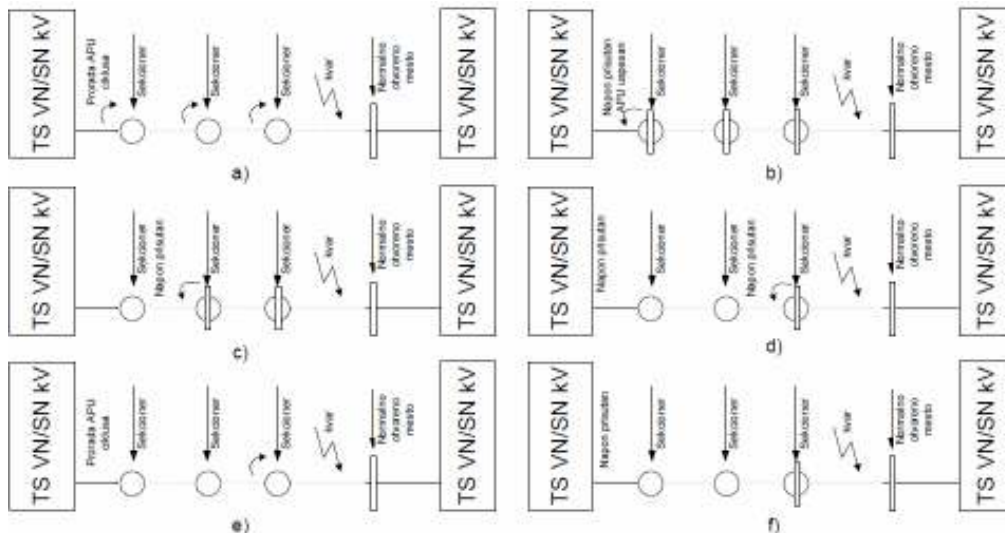
Pod specifičnostima distributivne mreže mogu se pomenuti::

- Sistem uzemljenja,
- Sistem sa brzim zemljospojnim prekidačima,
- Relativno česta promena uklopnih stanja u mreži,
- Zahtevana upotreba određenog tipa rasklopne opreme.

Specifični zahtevi automatizacije:

- Restauracija maksimalnog broja potrošača na dvostrano napajanom nadzemnom vodu,
- „Up-stream“ restauracija,
- Unapređena ACO logika za kablovsku mrežu.

Kao najkomplicovaniji slučaj razmotrićemo funkcionisanje lokalne automatike tako da bez intervencija na logici automatike sistem nastavi da funkcioniše i nakon promene normalno otvorenog mesta. Da bi ovaj zahtev bio zadovoljen, neophodno je promeniti prethodno navedene standardne principe i uslove prorade lokalne automatike.



Slika 5 - Primer scenarija napredne lokalne automatike sekcionera na dvostrano napajanom nadzemnom vodu

Scenario lokalne automatike nakon pojave kvara je prikazan na Slici 5:

- Nakon neuspešnog brzog APU ciklusa SN izvoda, svi sklopka rastavljači kroz koji je prošla struja kvara se otvaraju u beznaponskoj pauzi,
- Završetak APU ciklusa uspešan,
- Sekcioner 1 se zatvara nakon pojave SN napona,
- Sekcioner 2 se zatvara nakon pojave SN napona,
- Sekcioner 3 se zatvara, kvar je i dalje prisutan i dolazi do ponovnog nestanka napona,
- Poslednji sekcioner se otvara i blokira se u isključenom položaju.

Prednost ovakvog scenarija je što funkcionisanje logike (lokalne automatike) ne zavisi od uklopnog stanja mreže (normalno otvoreno mesto može biti postavljeno bilo gde na vodu), minimizira se broj manipulacija rasklopnom opremom i eliminiše uticaj prolaznih kvarova na funkcionisanje lokalne automatike.

Napredna logika ovog tipa ne donosi samo korist, već i probleme:

- Uključenje sklopka rastavljača na struju kratkog spoja smanjuje radni vek opreme i do 100 puta,
- Potrebna je indikacija napona sa obe strane svakog sklopka rastavljača što poskupljuje rešenje,
- Ukoliko je oprema u TS stara (malouljni prekidač i elektromehanička zaštita), automatsko sekcionisanje traje dva puna APU ciklusa ($2 * 180 \text{ s} = 6 \text{ minuta}$).

SISTEMI ZA KOMUNIKACIJU U SISTEMIMA DALJINSKOG NADZORA I UPRAVLJANJA SN ELEKTRODISTRIBUTIVNOM MREŽOM

Sistemi za komunikaciju u sistemima daljinskog upravljanja (SDU) sredjenaponskom mrežom su veoma važan podsistem. Iskustva iz sveta nam govore da je u SDU optimalno uključiti 15-20% distributivnih energetskih objekata, što je značajan broj sa aspekta komunikacije.

Komunikacioni medijum - Usled velike razuđenosti i velikog broja upravljivih elemenata distributivnog sistema, žičani i optički medijumi nisu isplativi. U urbanim sredinama može se razmišljati o ADSL vezi, ukoliko za nju postoje uslovi. Iskustva nam govore da je najkorišćeniji medijum u Evropi za ovu svrhu GSM/GPRS mreža, dok je na drugom mestu digitalni radio sistem ukoliko je strategija distributivne kompanije da želi da bude vlasnik sopstvenih komunikacionih medija). Iskustvo je pokazalo da je moguće

instalirati ovakve sisteme bazirane i na primeni analognog radio prenosnog puta, ali da je u tom slučaju broj energetskih objekata koji mogu da se nadziru po jednoj frekvenciji smanjen (oko 50 - 100), zavisno od količine informacija za prenos. Ciklično očitavanja merenja na SN i NN strani u TS SN/NN zauzima dobar deo propusnog kapaciteta analognog radija.

Kao što je poznato, komunikacija preko radija zahteva optičku vidljivost objekata u komunikaciji. Stoga je, naročito u urbanim sredinama, obavezna „Store & Forward“ funkcionalnost, koja od svake daljinske stanice potencijalno pravi ripitersku tačku. Druga mogućnost je da se instalira nekoliko glavnih ripitera koji u potpunosti pokrivaju određenu oblast a da se komunikacija u lokalnim ostrvima jednog ripiter obezbedi pomoću „Store & Forward“ funkcionalnosti. Strah od primene GPRS komunikacije usled sigurnosnog aspekta nije opravdan, jer se uspostavlja privatna mreža u okviru eksternog mobilnog provajdera, koja nije vidljiva ni za koga van te mreže. Dodatna zaštita je kreiranje virtuelnih APN tunela, čija je enkripcija na veoma visokom nivou. Dovoljno je reći da je ovakva GPRS mreža glavni komunikacioni medijum za bankomate.

Protokoli - Izbor komunikacionog protokola je još jedna dilema u nizu. Klasični „Master - Slave“ protokoli nisu pogodni za radio-sisteme, jer se vrši centralizovano prozivanje jednog po jednog energetskog objekta od strane SCADA servera. Uvažavajući pomenuto, na raspolaganju su dva standardna „Master-Master“ protokola: IEC 61870-5-101 (Balanced) ili DNP3 (Unsolicited), pa se može reći da se unifikacija protokola nametnula upravo izborom ovakvog moda rada. Iako IEC 101 protokol u balansnom režimu nije koncipiran za „point to multipoint“ komunikaciju, moguće ga je lako primeniti. Sa druge strane DNP3 iako definisan kao američki standard, napravljen je upravo za ovu svrhu. U našem regionu su opredeljenje IEC komunikacioni protokoli, ali je svaki realizovani SCADA sistem u mogućnosti da komunicira po IEC 101 i DNP3 protokolu. Ukoliko se za komunikacioni medijum koristi GPRS, ADSL ili optičko vlakno, onda je izbor protokola jednostavan. Na raspolaganju su standardni „point to point“ protokoli, npr. IEC 61870-5-104, koji je praktično IEC 101 protokol za TCP/IP mrežu, ili bilo koji drugi standardni protokol čija je primena ustaljena u predmetnom elektroprivrednom društvu.

SISTEM DALJINSKOG NADZORA I UPRAVLJANJA SN MREŽOM – PD EDB

PD „Elektrodistribucija Beograd“ je 2004. godine usvojila Studiju „Izbor koncepcije upravljanja elektrodistributivnom 10 kV mrežom PD EDB“, sa ciljem da se izbegne pilot projekat, već da se na osnovu iskustava iz drugih zemalja i njihovom primenom na sopstvenu koncepciju elektrodistributivne mreže uspostavi sistematična strategija instalacije opreme. Rezultati Studije su objavljeni 2005.godine na 18. Internacionalnoj konferenciji CIRED 2005 u Milanu. Prva faza implementacije Studije obuhvatila je instalaciju:

- energetske opreme i daljinskih stanica u TS SN/NN sa dva i više vodnih polja, u koje se ugrađuju RMU postrojenja sa daljinskom komunikacijom i lokalnom automatikom za automatsko prebacivanje napajanja (ACO) - gde je to moguće izvesti,
- sistema lokalnih indikatora prolaska struje kvara i
- riklozera sa APU ciklusom u dubini nadzemne mreže.

Korišćenjem pune funkcionalnost riklozera, podfrekventna zaštita je izvučena iz TS VN/SN, dok je sa ACO funkcijom obezbeđeno dvostrano napajanje potrošača sa veoma kratkim beznaponskim prekidima (do 5s) u slučaju pojave kvara ispred predmetne TS. Takođe, vršena je primena kombinovane logike ACO i SEC u TS SN/NN sa više vodnih polja. Na dva vodna polja (primarno i rezervno) aktivirana je ACO funkcija, dok je na ostalim vodnim poljima aktivirana lokalna automatika sekcionisanja. ACO funkcija je vremenski zategnuta, tako da u slučaju prolaska struje kvara SEC logika prvo sekcioniše deonicu u kvaru, a zatim se aktivira ACO funkcija.

PILOT SISTEM DALJINSKOG NADZORA I UPRAVLJANJA SN MREŽOM – ED „NOVI SAD“

PD „Elektrovovodina“ je zauzela jedno od pionirskih mesta u automatizaciji SN distributivne mreže u Srbiji, sa realizacijom dva pilot sistema daljinskog nadzora i upravljanja SN mrežom u ED „Novi Sad“ i „Sombor“. Sa aspekta broja i vrste rasklopne opreme oba sistema su obuhvatila 5 TS SN/NN i 5 linijskih sklopka rastavljača (LRS). Pilot sistemi su realizovani kao celina u kojima su, osim nove, upravljive

primarne energetske opreme instalirane i daljinske stanice u EEO i SCADA DMS sistem u centru upravljanja, telekomunikacioni podsistem je baziran na analognom radiju, dok se prenos telemetrijskih poruka i komandnih zahteva vrši se po IEC 61870-5-101 protokolu u balansnom režimu, sa uključenom „Store & Forward“ funkcionalnošću. Oba sistema su ušla u eksploataciju početkom 2008.godine, a rezultati su objavljeni 2009.godine na 20. Internacionalnoj konferenciji CIRED 2009 u Pragu.

Primenjeni koncept standardne lokalne automatike sekcionisanja na LRS i u TS SN/NN dao je dobre rezultate, dok je funkcionalnost daljinske rekonfiguracije SN mreže i sistema indikatora prolaska struje kvara dobila značajnu podršku dispečerskog upravljanja za dalje proširenje sistema. PD „Elektrovojvodina“ je kroz pilot sisteme, instalirala i prvi sistem za nadzor kvaliteta isporučene energije na niskom naponu u TS SN/NN.

ZAKLJUČAK

U primerima PD „Elektrovojvodine“ i PD „Elektrodistribucije Beograd“ uočavaju se sledeće razlike:

- u pogledu izbora objekata koji će biti obuhvaćeni Pilot sistemom, PD „Elektrovojvodina“ je želeći da vidi efekte uvođenja sistema daljinskog upravljanja, u sistem uključila jednostrano i dvostrano napajane TS SN/NN i 20 kV razvodna postrojenja, značajna prilikom rekonfiguracije mreže, dok je PD „Elektrodistribucija Beograd“ instalirala upravljiva RMU postrojenja u TS SN/NN sa manje od 4 SN vodna polja;
- PD „Elektrovojvodina“ je u nadzemnoj mreži instalirala linijske rastavljače snage, a PD „Elektrodistribucija Beograd“ riklozere čiju je zaštitu uskladila sa zaštitom u napojnim TS VN/SN;
- PD „Elektrovojvodina“ je primenila princip APU i SEC automatizacije i u kablovskoj i u nadzemnoj mreži, dok je PD „Elektrodistribucija Beograd“ usvojila princip kombinovanog rada ACO i SEC automatike u kablovskoj mreži, a u nadzemnoj je korišćena puna funkcionalnost riklozera u kombinaciji sa ACO funkcijom;
- kao prenosni put PD „Elektrovojvodina“ koristi analognu radio vezu i „Store & Forward“ funkcionalnost, dok se PD „Elektrodistribucija Beograd“ opredelila za digitalni radio;
- korišćeni protokol za komunikaciju sa SCADA sistemom u centru upravljanja u PD „Elektrovojvodina“ je IEC 61870-5-101 (Balanced), a u PD „Elektrodistribucija Beograd“ - DNP3.

Međutim, i pored očiglednih razlika, prvenstveno u izboru energetske opreme za nadzemnu mrežu i logike lokalne automatike, postoje i suštinske sličnosti na osnovu kojih se mogu izvući sledeći zaključci:

- funkciju sekcionisanja mreže i restauracije napajanja treba, u što većoj mogućoj meri realizovati kroz lokalnu automatiku implementiranu u daljinskoj stanici;
- komunikaciju između objekata upravljanja i SCADA sistema ostvariti po principu „on event“, odnosno korišćenjem „Master-Master“ komunikacionih protokola;
- u sistem uvrstiti indikatore kvara samo sa lokalnom – svetlosnom, kao i sa daljinskom dojavom;
- ostvariti čvršću spregu između SCADA sistema koji prikupljaju podatke iz celokupne elektroenergetske mreže sa DMS sistemom u cilju povećanja tačnosti energetske proračuna DMS funkcija i njegove dalje nadogradnje u pravcu realizacije „pametnih“ mreža.

LITERATURA

1. Schneider-Electric, 2007, 2009 “ T2001 catalog”, “ T200 uputstvo za upotrebu”, “SABINE N00447-05”
2. FTN Novi Sad, 2004, Studija „Izbor koncepcije upravljanja elektrodistributivnom 10kV mrežom PD EDB”
3. M. Simeunović, 2007, “Projekat izvedenog stanja- Pilot sistem daljinskog nadzora i upravljanja SN distributivnom mrežom ED „Novi Sad““, Elektroinženjering - Novi Sad
4. A.Bargigia, A.Cerretti, 2003, “Telecontrol and automation on Enel distribuzione network: strategy and results“, CIRED 2003
5. J.Aleksić, B.Radmilović, 2009, “ Evolutions in the Elektrovojvodina SCADA system for MV network“, CIRED 2009, Prague
6. D. Popović, D. Vukotić, L.J. Glamočić, M. Tanasković, M. Nimrihter, D. Damljanović, 2005, “Optimal automation level of MV distribution network“, CIRED 2005, Turin