

# IMPLEMENTACIJA RADIO-SISTEM ZA DALJINSKI NADZOR I UPRAVLJANJE SREDNENAPONSKOM ELEKTRODISTRIBUTIVNOM MREŽOM PD EDB

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

**N. Antić**, PD “Elektrodistribucija Beograd” d.o.o. , Srbija

**V. Milenković**, “Radius South East Europe” d.o.o. , Niš, Srbija

**D. Kovačević**, Elektrotehnički institut “Nikola Tesla”, Beograd, Srbija

**S. Milosavljević**, Elektrotehnički institut “Nikola Tesla”, Beograd, Srbija

## UVOD

Na prelasku između dva veka, srednjenaponske elektrodistributivne mreže zahvaljujući postignutim tehnološkim nivoima razvoja energetske opreme, informacionih i komunikacionih resursa, našle su se u fokusu aktivnosti na implementaciji rešenja naprednih mreža („Smart Grids“). Očekivanja da se ispune uslovi da se od uobičajenih pasivnih elektrodistributivnih mreža, one pretvore u moderne i dinamičke napredne mreže, punom integracijom energetskih i informacionih resursa u velikoj meri su već zaživela u praksi. Početkom veka PD EDB je postavila strategiju i započela opsežne aktivnosti u pogledu modernizacije elektroenergetskih objekata, pre svega transformatorskih stanica x/10 kV, kroz zamenu dotrajale primarne opreme i implementaciji integrisanih rešenja zaštite i upravljanja zasnovanih na najnovijem protokolu IEC 61850. Modernizacija elektroenergetskih objekata donela je sa sobom implementaciju najsavremenije infrastrukture i komunikacionih protokola na procesnom nivou transformatorske stanice, ali i definisala jasne zahteve za obezbeđivanje pouzdane komunikacije u pogledu implementacije novih komunikacionih podsistema u cilju efikasnog i pouzdanog daljinskog nadzora i upravljanja nad celokupnim konzumnim područjem PD EDB preko Sistema Daljinskog Upravljanja (SDU) EDB. U sklopu tih aktivnosti jasno je definisan zahtev da je nakon modernizacije postojećeg SDU EDB, neophodno pristupiti realizaciji komunikacionog radio-podsistema za nadzor i upravljanje nad srednjenaponskom elektrodistributivnom mrežom (SNDM), kao i proširenju postojećeg SCADA sistema u cilju obuhvatanja nadzora i upravljanja nad celokupnom elektrodistributivnom mrežom VN i SN naponskog nivoa.

**Ključne reči:** SCADA, RTU, DNP3

\*[dusan.vukotic@edb.rs](mailto:dusan.vukotic@edb.rs)

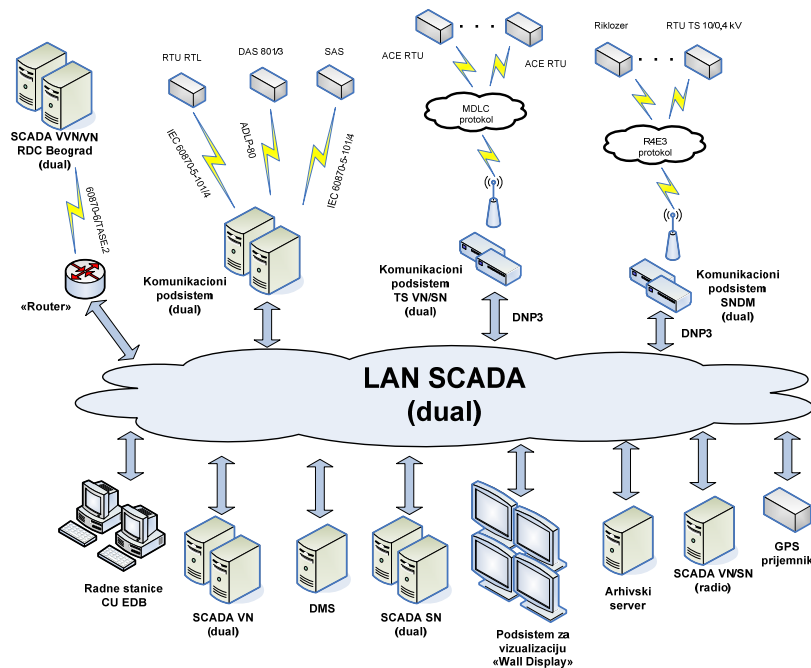
## AUTOMATIZACIJA SN ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

Razvojem tehnologije u poslednjih dvadesetak godina otvorila se mogućnost za efikasnim daljinskim nadzorom i upravljanjem pojedinim elektroenergetskim objektima (EEO) u SNDM mreži, kao npr. sklopka-rastavljačima ili riklozerima instaliranim na stubovima nadzemne SNDM mreže ili SN blokovima tipa RMU u distributivnim TS 10/0,4 kV (u objektima, MBTS, zidane, limenke) koji poseduju upravljačke module ili daljinske stanice. U slučaju kvarova u SNDM mreži, pomoću automatizovanih elemenata SNDM koji su integrisani u SCADA SN sistem u okviru SDU EDB, oni se daleko brže lociraju i otklanjaju, pri čemu se većem delu potrošača obezbeđuje napajanje uz minimalan prekid u isporuci električne energije.

Pod koncepcijom automatizacije SNDM mreže podrazumeva se utvrđivanje vrste i količine opreme za automatizaciju (DA - „Distribution Automation“), optimalne lokacije za ugradnju opreme za automatizaciju u SNDM mreži, kao i utvrđivanje tehnike za njeno korišćenje. Prilikom izbora koncepcije automatizacije SNDM mreže razvijene evropske zemlje su se rukovodile sledećim kriterijumima:

- Smanjenje trajanja prekida napajanja (efikasnija lokalizacija i izolacija kvara, kao i efikasna restauracija napajanja posle kvara);
- Smanjenje broja manipulacija, broja kvarova na rasklopnoj opremi, pri čemu se produžava eksploatacioni vek opreme;
- Bolji nadzor i vođenje pogona;
- Smanjenje eksploatacionih troškova;
- Smanjenje (odlaganje) investicionih ulaganja u vrlo skupu energetska opremu;
- Povećanje bezbednosti pri radovima na mreži;
- Smanjenje šteta (odšteta, kompenzacija) kupcima električne energije;
- Povećanje prihoda (profita) elektrodistributivnih kompanija.

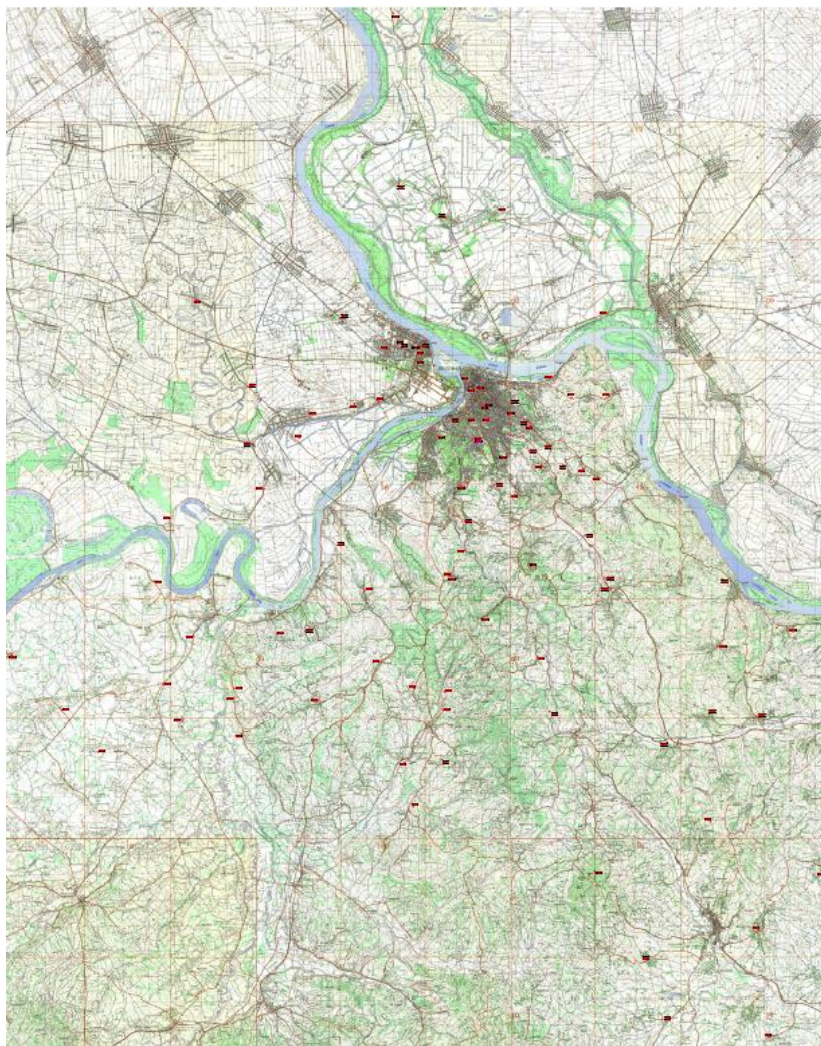
Zajednički imenilac praktično svih navedenih motiva za implementaciju opreme za automatizaciju predstavlja skraćenje vremena prekida napajanja kupaca električne energije. Skraćenje ovog vremena načelno treba tražiti u kvalitetnoj obuci osoblja, masovnoj primeni indikatora prolaska struje kvara sa lokalnom ili daljinskom signalizacijom prolaska struje kvara, kao i daljinskog nadzora i upravljanja rasklopnom opremom sa funkcijama lokalne automatike.



Slika 1 – Prikaz arhitekture SDU EDB

Tokom 2003.godine, u svrhu definisanja koncepcije upravljanja SNDM EDB započelo se sa izradom Studije „Izbor koncepcije upravljanja elektrodistributivnom 10 kV mrežom EPS JP Elektrodistribucija Beograd“ [1]. Nakon završetka Studije „Izbor koncepcije upravljanja elektrodistributivnom 10 kV mrežom EPS JP Elektrodistribucija Beograd“ značajno je intenzivirana ugradnja opreme za automatizaciju sa integrisanim funkcijama lokalne automatike, pri čemu je dominantna primena 10 kV riklozera na nadzemnoj SNDM mreži u ruralnim (prigradskim i vangradskim) područjima. Tokom 2010.godine, ugrađen je i određeni broj SN blokova tipa RMU koji su opremljeni odgovarajućim motornim pogonima na vodnim poljima, signalnim kontaktima i krajnjim daljinskim stanicama sa funkcijama lokalne automatike. Da bi se instalirana oprema za automatizaciju SNDM mreže integrisala u SDU EDB, neophodno je bilo pokrenuti aktivnosti na realizaciji radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanja nad SNDM PD EDB, koji infrastruktorno treba da obezbedi pouzdanu i efikasnu komunikaciju sa krajnjim tačkama na kojima se nalazi oprema za automatizaciju, ali i proširiti postojeći deo SDU EDB u cilju realizacije SCADA SN sistema u dualnoj arhitekturi, koji treba da bude spregnut sa SCADA VN sistemom putem IEC 60870-6/TASE.2 protokola. Na Slici 1 je prikazana konačna arhitektura SDU EDB nakon integracije SCADA SN sistema i radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanja SNDM mrežom.

U trenutku početka realizacije radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM EDB, odnosno izrade Glavnog telekomunikacionog projekta [3,4], na konzumnom području PD EDB je ukupno instalirano opreme za automatizaciju u okviru 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.



Slika 2 – Geografski prikaz ugrađene opreme za automatizaciju na konzumnom području PD EDB (I faza)

Na Slici 2 je prikazan geografski prikaz ugrađene opreme za automatizaciju u okviru SNDM mreže na konzumnom području PD EDB na 112 lokacija, budući da je ugradnja još dodatnih 7 lokacija u toku, a koje treba da budu predmet integracije u okviru I faze realizacije radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM EDB.

## **TEHNIČKI ZAHTEVI ZA REALIZACIJU RADIO-SISTEMA ZA DALJINSKI NADZOR I UPRAVLJANJE SNDM PD EDB**

U okviru SDU EDB, pre realizacije radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM mrežom, bila su realizovana dva komunikaciona radio-podsistema spregnuta u jedinstven radio-sistem (jedan podsistem koji radi na UHF frekvenciji, a drugi na VHF frekvenciji). Radio-sistem za daljinski nadzor i upravljanje SNDM EDB, koji je predviđen da radi u frekvencijskom opsegu 430 – 470 MHz, u potpunosti je realizovan na osnovu tehničkih zahteva koji su dati od strane PD EDB. U okviru tehničkih zahteva je insistirano da on bude tako projektovan i realizovan da omogući kompletnu integraciju u celovit radio-sistem ugrađene opreme za automatizaciju u okviru SNDM EDB.

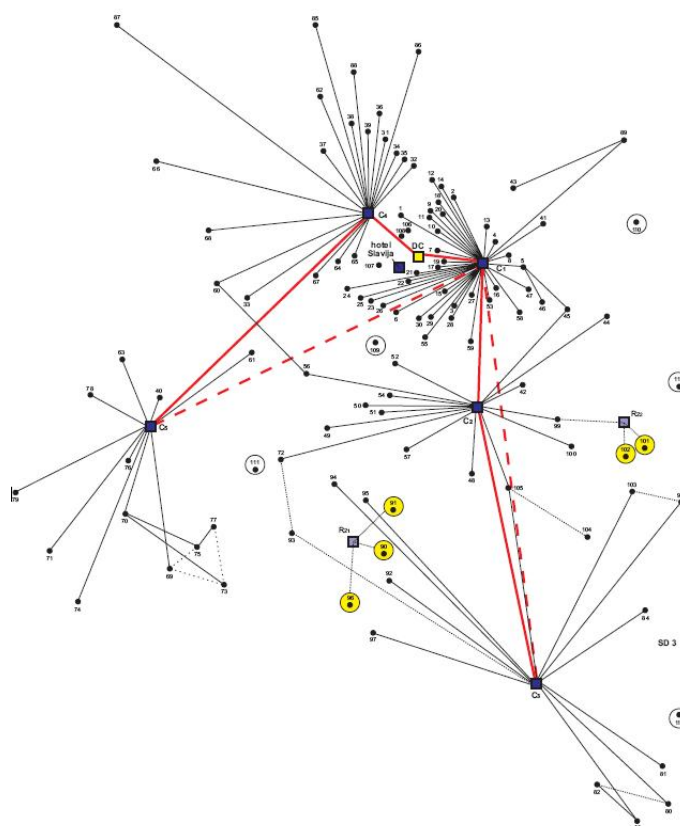
Tehnički zahtevi koji su postavljeni pred projektovanje i realizaciju radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM trebali su da konceptualno zadovolje specifičnosti SNDM mreže PD EDB, kao i usvojenu koncepciju automatizacije SNDM, i obuhvataju sledeće:

- Na užem gradskom konzumnom području veliki broj kupaca električne energije je skoncentrisan na malom prostoru, odnosno postoji velika gustina opterećenja, koji se napajaju preko relativno velikog broja transformatorskih stanica SN/NN.
- Na užem gradskom konzumnom području postoji veliki broj kupaca najvišeg prioriteta u pogledu snabdevanja električnom energijom, za koje bilo kakvi prekidi u napajanju nisu dopustivi.
- Jedinstven Sistem Daljinskog Upravljanja (SDU) EDB treba da pokrije kompletnu teritoriju konzumnog područja PD EDB, koja zapravo predstavlja oblast, čiji je prečnik veći od 100 km i na kojoj postoje ravničarski, kao i brdsko-planinski predeli.
- Prenos radio-signalna na pojedinim delovima gradskog konzumnog područja je otežan zbog postojanja blokova visokih zgrada.
- Na ciljnim lokacijama na kojima treba da se realizuju koncentratorske tačke, već postoji aktivan radio-sistem daljinskog nadzora i upravljanja EEO PD EDB, ali i radio-sistemi drugih provajdera telekomunikacionih usluga.
- Budući da je usvojenom koncepcijom upravljanja DEES EDB definisano da se kompletnim Sistemom Daljinskog Upravljanja (SDU) EDB upravlja iz Centra Upravljanja (CU) EDB, sve radio-komunikacije moraju se obavljati preko radio-uređaja i antenskih sistema koji će biti postavljeni na krovu zgrade poslovno-pogonskog objekta „Slavija“.
- Imajući u vidu značaj radio-sistema, u pogledu izbora opreme za lokaciju „Slavija“ na kojoj se nalazi CU EDB, neophodno je realizovati dualnu arhitekturu uređaja u okviru centralne koncentratorske tačke, i obezbediti da se u slučaju otkaza nekog od ključnih uređaja, rezervni uređaj odmah može preuzeti njegovu funkciju.
- Potrebno je obezbediti integraciju radio-sistema daljinskog nadzora i upravljanja SNDM sa postojećim SCADA sistemom primenom standardnog protokola DNP3, kao i da se obezbedi vizualizacija procesnih veličina u okviru jedinstvenog prikaza DEES EDB putem realizovanog MMI podsistema u okviru SCADA sistema.
- Izbor optimalnih mesta ugradnje SN blokova tipa RMU sa stanovišta zadovoljenja koncepcije automatizacije SNDM na užem gradskom području, je uslovio da su SN blokovi postavljeni na specifičnim i teško pristupačnim pozicijama (podrumi zgrada, prolazi, unutrašnje prostorije, tuneli, itd.), tako da treba sagledati i te otežane uslove za izvođenje radova na instalaciji opreme, kao i uspostavljanje radio-komunikacija.
- Sa krajnjih tačaka na kojima su instalirani riklozeri potrebno je prenositi, ne samo digitalne informacije o signalizaciji položaja rasklopnog aparata, već i pojedinačno sve signale o stanju pomoćnih uređaja i stanju pomoćnih napona, kao i pojedinačno sve signale delovanja zaštite i opomena. Takođe, potrebno je preneti i analogne informacije o izmerenim električnim veličinama

(struja, napon, aktivna i reaktivna snaga, jednosmerni napon uređaja) pri postavljenim odgovarajućim „mrtvim zonama“.

- Potrebno je obezbediti potpunu interoperabilnost, skalabilnost i fleksibilnost realizovanog radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM, budući da postoji jasno definisana strategija u pogledu automatizacije SNDM i daljeg širenja sistema u bliskoj budućnosti, kroz uvođenje još nekoliko stotina krajnjih lokacija sa opremom za automatizaciju SNDM u radio-sistem daljinskog nadzora i upravljanja SNDM.
- Potrebno je da radio-sistem ima otvorenu strukturu koja omogućava uključivanje i drugih telekomunikacionih puteva za povezivanje udaljenih krajnjih stanica.

Imajući u vidu veliki broj krajnjih tačaka u sredjenaponskoj elektrodistributivnoj mreži koje je potrebno integrisati u celovit sistem u narednom periodu, kao i potrebnu brzinu i pouzdanost pri slanju podataka do procesnog računara SCADA SN sistema u okviru SDU EDB, radio-sistem je projektovan i realizovan u više (dva) hijerarhijskih nivoa. Radio-sistem za daljinski nadzor i upravljanje SNDM EDB je koncipiran da radi u dualnoj arhitekturi, tako da omogući skalabilnost, integrabilnost i fleksibilnost u pogledu daljeg razvoja radio-sistema.



Slika 3 – Komunikaciona šema realizovanog radio-sistema za nadzor i upravljanje

Prilikom projektovanja radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM je vođeno računa da on bude tako projektovan da koncentratorki uređaji budu instalirani na lokacijama na kojima postoji mogućnost povezivanja na optičku infrastrukturu, a u cilju postizanja većih brzina komunikacije između opreme za komunikaciju i komunikacionog podsistema SDU EDB. Radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM mrežom poseduje i sopstveni sistem nadzora rada nad svojim telekomunikacionim delom, koji treba da bude autonoman u odnosu na celokupan radio-sistem. Na Slici 3 je prikazana je komunikaciona šema realizovanog radio-sistema za nadzor i upravljanje SNDM.

Takođe, neophodno je bilo ispuniti uslov za visokim stepenom raspoloživosti radio-veze, prema proračunatoj i merenoj jačini polja, predajne snage i osetljivosti prijema, uzevši u obzir visinu postojećih repetitorskih stubova. Pri analizi postavljenog tehničkog rešenja radio-mreže i predikcijom utvrđenih parametrima radio-trase koji su prvo bili dati u okviru Idejnog projekta [2], projektant radio-sistema je u skladu sa propisima nadležnih institucija, preporučio investitoru (PD EDB) manje izmene koncepcije

radio-sistema, kako bi se obezbedio pouzdan prenosni put za 24 časovni nadzor i upravljanje nad SNDM. Svi relevantni parametri prostiranja i primopredaje na zadatim trasama su bili obrađeni u Glavnom telekomunikacionom projektu, i na osnovu koga je PD EDB tražila i dobila dozvolu za rad radio-sistema od strane Republičke agencije za elektronske komunikacije (RATEL). Radio-sistem daljinskog nadzora i upravljanja SNDM radi u UHF opsegu, tačnije u delu opsega 430 – 470 MHz, koji je namenjen upravo za realizaciju radio-sistema ovog tipa, a koji je Planom namene radio-frekvencijskih opsega predviđen za potrebe JP EPS.

Viši hijerarhijski nivo radio-sistema je integrisan sa postojećim komunikacionim podsistemom SDU EDB po principu „master-slave“ putem standardnog protokola DNP3, a u cilju obezbeđivanja jedinstvenog upravljanja nad DEES EDB iz jednog Centra Upravljanja (CU) EDB. Niži hijerarhijski nivo radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM EDB, je realizovan u dualnoj arhitekturi na svakoj od ciljnih lokacija i omogućava komunikaciju između komunikacione opreme višeg hijerarhijskog nivoa i komunikacionih modula integrisanih sa opremom za automatizaciju elementa SNDM EDB na krajnjim tačkama. Integracija između komunikacionih modula i kontrolno-upravljačkih modula, odnosno daljinskih stanica, na krajnjim tačkama je izvršena putem standardnog protokola DNP3. U cilju postizanja veće pouzdanosti i efikasnosti rada radio-sistema, niži hijerarhijski nivo je projektovan i realizovan u optimalnom broju nezavisnih podсистema, odnosno 5 (pet) podсистema – „KS R - Rudo“, „KS K - Kosmaj“, „KS A - Avala“, „KS O - Obrenovac“ i „KS Z - Zemun“, pri čemu su u prvoj fazi realizovana i dva ripitera za komunikaciju sa 5 krajnjih tačaka za koje ne postoji pokrivanje u I fazi realizacije.

## KOMPONENTE RADIO-MREŽE VIŠEG HIJERAHIJSKOG NIVOVA

Na lokaciji CU EDB instalirana su dva nezavisna nadređena („master“) koncentratorska uređaja radio-mreže višeg hijerarhijskog nivoa, pri čemu je svaki od radio-uređaja ugrađen u poseban nazidni orman za unutrašnju montažu. U svaki od nazidnih ormara smešteni su sledeći uređaji: vodeći (glavni, aktivni) radio-modem, prateći (rezervni, pasivni) radio-modem, upravljački uređaj i 2 (dva) ispravljača 230 V AC/12 V DC. Serijski port predviđen za komunikaciju radio-uređaja sa SCADA SN sistemom u okviru SDU EDB, povezuje se na odgovarajuće RS-232 portove upravljačkog uređaja, preko kog se vrši prespajanje komunikacionog porta vodećeg (aktivnog) radio-modema sa SCADA SN sistemom. Na Slici 4 je prikazan izgled nadređenog („master“) koncentratorskog uređaja sa antenskim sistemom na lokaciji „CU Slavija“.



Slika 4 – Izgled („master“) koncentratorskog uređaja na lokaciji „CU Slavija“

a) Instalacija antenskog stuba



b) Dualan koncentratorski uređaj

Za razliku od nadređenog („master“) koncentratorskog uređaja, podređeni („slave“) koncentratorski uređaji se ugrađuju na udaljenim lokacijama, čije je napajanje obezbeđeno iz autonomnog napajanja koji ima izlaz od 12 V DC. Kućište podređenog („slave“) koncentratorskog uređaja je istih dimenzija, samo što je on predviđen za spoljašnju montažu, pri čemu su u njega ugrađena i dva grejača za koje je potrebno obezbediti spoljni naizmenični napona 230 V AC. Budući da se za napajanje podređenog („slave“) koncentratorskog uređaja koristi napon 12 V DC koji se dobija iz autonomnog napajanja, u

njegovo kućište nije ugrađen ispravljač. Na Slici 5 je prikazan koncentratorski uređaj sa sopstvenim uređajem za autonomno napajanje i redundantnim koncentratorskim uređajem radio-mreže nižeg hijerarhijskog nivoa na lokaciji Avalskog tornja.



a) Instalacija nosača antena



b) Dualan koncentratorski uređaj

### KOMPONENTE RADIO-MREŽE NIŽEG HIJERAHIJSKOG NIVOVA

Redundantni koncentrator podataka ugrađuje se na nekoj od udaljenih lokacija, tj. koncentratorskim tačkama, u nazidni orman u kome su smešteni: 2 (dva) mrežna koncentratora podataka (vodeći i prateći), 2 (dva) radio-modema, kontrolni uređaj i unutrašnji grejač ormara. Na Slici 5 je prikazan i izgled redundantnog koncentratora podataka radio-mreže nižeg hijerarhijskog nivoa.

Jedan od redundantnih koncentratora podataka je uvek aktivan i komunicira sa nadređenim koncentratorskim uređajem radio-mreže višeg hijerarhijskog nivoa („slave“ uređaj), dok je drugi koncentrator podataka u rezervi - pasivan. Konfiguracija oba koncentratora podataka mora da bude identična, kao i konfiguracija oba radio-modema. Sa jedne strane, vodeći koncentrator prikuplja podatke u okviru komunikacionog podsistema II nivoa, dok sa druge strane komunicira sa nadređenim koncentratorskim uređajem radio-mreže višeg hijerarhijskog nivoa („slave“ uređaj). Prebacivanjem sa vodećeg na prateći uređaj, bilo preko ručnog prebacivanja ili u automatskom režimu rada, funkciju vodećeg koncentratora podataka preuzima prateći koncentrator.



a) Instalacija antene na stub



b) Ugradnja radio-modema

Mrežni koncentrador podataka predstavlja centralnu upravljačku jedinicu za daljinsko nadgledanje i upravljanje krajnjim daljinskim stanicama putem radio-veze. Njegove osnovne karakteristike su: podržava do 300 krajnjih daljinskih stanica, može da radi kao primarna daljinska stanica, sadrži radio-test funkcije, kao i poseduje mogućnost obavljanja funkcije protokol adaptera. Komunikacija između nadređenog koncentratorskog uređaja radio-mreže višeg hijerarhijskog nivoa („slave“ uređaj) i mrežnog koncentratora podataka vrši se preko serijskog RS-232 interfejsa. Kontrolni uređaj se koristi za povećanje pouzdanosti rada podsistema i eliminisanje mogućeg problema prekida u komunikaciji. Uređaj kontroliše dva nezavisna radio-uređaja (vodeći i prateći). Izbor vodećeg (aktivnog) radio-modema, vrši se pomoću kontrolnog modula, bilo kroz izbor automatskog režima rada, ili u ručnom režimu rada, kada je izbor moguće izvršiti na samom uređaju ili daljinski preko odgovarajućih digitalnih izlaza. Prateći radio-modem ima stalno napajanje, i u svakom trenutku je raspoloživ za rad.



Slika 8 – Integracija daljinske stanice i telekomunikacione opreme

a) Instalacija antene



b) Ugradnja radio-modema

Radio-modem se koristi za integraciju inteligentnih elektronskih uređaja (IED - „*Intelligent Electronic Device*“) u okviru komunikacionog podsistema nižeg hijerarhijskog nivoa, bilo da se radi o krajnjoj daljinskoj stanici ili komunikacionom modulu zaštitno-upravljačkih dela 10 kV riklozera. Jedini uslov koji se postavlja pred integraciju inteligentnih elektronskih uređaja (IED) je da podržavaju DNP3 protokol, budući da se jedino preko tog protokola može izvršiti efikasna integracija terminalnih uređaja u realizovani radio-sistem. Na Slikama 7 i 8 prikazana je integracija opreme za automatizaciju na krajnjim tačkama sistema.

## ZAKLJUČAK

Za realizaciju komunikacionih veza u okviru Sistema Daljinskog Upravljanja (SDU) EDB za nadzor i upravljanje SNDM mrežom, najpouzdaniji komunikacioni podsistem predstavljala bi mreža optičkih kablova u užim gradskim zonama, ali takvi sistemi bi zahtevali izuzetno veliku investiciju sa neizvesnim rokom implementacije. Shodno tome, realizacija radio-sistema za nadzor i upravljanje SNDM na celokupnom konzumnom području PD EDB uz korišćenje frekventnog opsega namenjenog elektroprivredi, predstavlja - optimalan izbor. Kod realizacije radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM, prednosti digitalnih radio-sistema pogotovo dolaze do izražaja, a pre svega zbog mogućnosti višestruke re-transmisije pomoću koje se obezbeđuje visoka pouzdanost i sigurnost željene komunikacije. Takođe, realizovani radio-sistem je krajnje fleksibilan u pogledu integracije ostalih tipova opreme za automatizaciju SNDM mreže. Realizacija radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje sa ovolikim brojem integrisanih uređaja, već u I fazi implementacije, svrstava PD EDB u grupu evropskih elektrodistributivnih kompanija sa najsavremenijom platformom za nadzor i upravljanje srednjenaponskom elektrodistributivnom mrežom.

## LITERATURA

- [1] Studija „Izbor koncepcije upravljanja elektrodistributivnom 10 kV mrežom EPS - JP Elektrodistribucija Beograd“, DMS Grupa, Novi Sad, 2005.
- [2] Idejni projekat ugradnje uređaja radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM PD



EDB d.o.o., Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, 2009.

[3]

Glavni telekomunikacioni projekat radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM PD EDB d.o.o. (radio-veze; Centar Upravljanja - koncentratorski sistemi; koncentratorski sistemi - krajnji radio-uređaj), „Radius South East Europe“, 2010.