

PRIMENA KOMUNIKACIONIH SISTEMA ZA POTREBE UPRAVLJANJA DEES NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRADA

Sanja JOVANOVIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija
Predrag ŠEJAT, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija
Dragi RALIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

EPS Distribucija d.o.o. Beograd je preduzeće za distribuciju električne energije koje predstavlja složen tehničko-tehnološki i poslovni sistem u okviru JP "Elektroprivreda Srbije". Funkcija elektrodistributivnih (ED) preduzeća je da električnu energiju, preuzetu od operatora prenosnog sistema, distribuiraju do potrošača pri čemu su od jednakog značaja kontinuitet isporuke i kvalitet isporučene energije u skladu sa odgovarajućim tehničkim normativima.

Osnovnu infrastrukturu preduzeća čini mreža podzemnih i nadzemnih kablova i veliki broj trafo stanica (TS) svih naponskih nivoa, neophodnih da električnu energiju preuzetu na visokom naponu (pogodnom za transport na velike udaljenosti) transformiše u električnu energiju nižih naponskih nivoa, pogodnu za korišćenje u industriji i domaćinstvima.

U trafo stanicama, koje čine srž distributivnog elektroenergetskog sistemase svakodnevno moraju izvoditi neophodne manipulacije, merenja i kontrole i kao takve moraju biti neprestano monitorisane. Razvojem telekomunikacija, postepeno se, tokom 40 godina, uvodi sistem daljinskog upravljanja trafostanicama, što znači da se primenom savremenih računarskih tehnika i sistema prenosa signala na daljinu, odnosno uvođenja koncepta inteligentnih mreža, omogućava da se trafostanice kontrolišu daljinski iz centra upravljanjatakoda da je moguće prikupiti informacije o statusima i izvršiti komande/manipulacije bez potrebe za 24-časovnim prisustvom dispečerske/monterske ekipe u svakom visokom naponskom postrojenju.

Pored praktičnih, postoje i strateški razlozi daljeg razvoja inteligentnih mreža u JP EPS, odnosno EPS Distribuciju d.o.o. Beograd, vezani za ispunjenje sledećih globalnih ciljeva:

- ispunjavanje 20/20/20 ciljeva u EU do 2020.,
- obezbeđivanje što veće energetske nezavisnosti,
- unapređenje pouzdanosti napajanja,
- primenu novih tehnologija.

Bez implementacije savremenih (naprednih) tehnologija i rešenja, postojeća distributivna mreža neće biti u stanju da efikasno odgovori na navedene izazove, odnosno neće biti u mogućnosti da obezbedi efikasnu distribuciju električne energije. Takođe, od implementacije naprednih tehnologija korist će imati svi zainteresovani učesnici (društvo u celini, proizvođači energije, kupci, trgovci, distributivne kompanije, operatori prenosnog i distributivnog sistema, itd).

Za postojanje inteligentne mreže EPS Distribucije d.o.o. Beograd, neophodan je razvijen sistem telekomunikacija, odnosno telekomunikacionih sistema prenosa.

Predmet ovog rada su telekomunikacioni sistemi, aktivni i pasivni, koji se koriste za potrebe upravljanja DEES na distributivnom području Beograda.

Ključne reči: telekomunikacije, telekomunikacioni sistemi, inteligentne mreže, električna energija

ABSTRACT

EPS Distribution d.o.o. Belgrade is a power distribution company that represents a complex technical-technological and business system within the JP Elektroprivreda Srbije. The function of the electricity distribution companies (ED) is to distribute electricity received from the transmission system operator to the consumer, with the continuity of delivery and the quality of delivered energy of equal importance in line with the relevant technical norms.

The basic infrastructure of the company is the network of underground and overhead cables and a large number of transformer stations (TS) of all voltage levels, necessary to transform the electricity taken over at high voltage (suitable for long-distance transport) into the electricity of lower voltage levels, suitable for use in industry and households.

In the transformer substations, which form the core of the distribution power system, the necessary manipulations, measurements and controls must be performed on a daily basis and, as such, they must be constantly monitored.

By the development of telecommunications, gradually, over the past 40 years, the system of remote control of substations has been introduced, which means that by using modern computer techniques and signal transmission systems, the concept of intelligent networks enables the substations to be controlled from the control center. Information can be collected and all commands / manipulations done remotely, without the need for a 24-hour presence of the dispatch / assembly team in each high-voltage facility.

In addition to practical, there are strategic reasons for the further development of the concept of intelligent networks in PE EPS, or EPS Distribution d.o.o. Belgrade, related to the fulfillment of the following global goals:

- fulfill 20/20/20 targets in the EU by 2020,
- ensuring as much energy independence as possible,
- improving the reliability of power,
- application of new technologies.

Without the implementation of modern (advanced) technologies and solutions, the existing distribution network will not be able to respond effectively to these challenges, or will not be able to provide efficient distribution of electricity. Also, from the implementation of advanced technologies, all interested parties will be benefited (society as a whole, energy producers, customers, traders, distribution companies, transmission and distribution system operators, etc.).

For the existence of an intelligent network of EPS Distribution Belgrade, a system of telecommunications, that is, telecommunication transmission systems is needed.

The subject of this paper are telecommunication systems, active and passive, which are used for the management of DEES in the distribution area of Belgrade.

Key words: Telecommunications, Telecommunication systems, Intelligent networks, Electrical Energy

Kontakt informacije o autorima: Sanja Jovanović, sanja.jovanovic@epsdistribucija.rs, tel. 0113655112; Predrag Šejat, predrag.sejat@epsdistribucija.rs, tel. 0113655020; Dragi Ralić, dragi.rslic@epsdistribucija.rs, tel. 0113655306

UVOD

Daljinsko upravljanje trafo stanicama je neophodan servis u obezbeđenju kontinuiranog, stabilnog i kvalitetnog napajanja potrošača električnom energijom.

Daljinsko upravljanje se realizuje iz nadređenog centra upravljanja, preko lokalnog sistema za nadzor i upravljanje, realizovanog u transformatorskoj stanici, u realnom vremenu. Kao takav, ovaj servis postavlja specifične zahteve za komunikacione servise, koje karakteriše prenos podataka u realnom vremenu (tabela 1.) i pogonskih podataka (van realnog vremena) između centra upravljanja (CU) i objekata EES.

Omogućavajući postojanje sistema daljinskog nadzora i upravljanja TS, sistem telekomunikacija postao je neophodan i neizostavan integralni deo upravljanja elektrodistributivnom mrežom EPS Distribucija d.o.o. Beograd.

Iako komunikacioni, odnosno telekomunikacioni sistem, predstavlja okosnicu (backbone) za razne tipove mrežnih servisa kao što su :

1. Korporativni LAN
2. Sistem daljinskog upravljanja
3. Korporativni VoIP
4. Dispečerski VoIP
5. Video nadzor
6. Kontrola pristupa
7. Radiosistem
8. Automatic Meter Reading - AMR
9. Distribution Management Sistem - DMS
10. Network Management

u ovom radu navedeni su sistemi bitni za sistem daljinskog upravljanja elektroenergetskim objektima DEES na Distributivnom području Beograda.

ZAHTEVI I KARAKTERISTIKE SISTEMA PRENOSA

Tipični zahtevi za operativni servis kojim se realizuje funkcija daljinskog upravljanja dati su u tabeli 1., a karakteristike različitih medijuma i sistema prenosa dati su u tabeli 2.

TABELA 1 - TIPIČNI ZAHTEVI ZA FUNKCIJU DALJINSKOG UPRAVLJANJA, Institut Mihajlo Pupin (1)

	Vreme prenosa	Raspoloživost	Brzine [kb/s]
SCADA	< 1 sec	> 99.98%	0.04 – 64

TABELA 2-PREGLED KARAKTERISTIKA PRENOSA ZA RAZLIČITE MEDIJUME PRENOSA I TELEKOMUNIKACIONE SISTEME,(2)

	Vreme prostiranja	BER (tipično)	Širina propusnog opsega ili kapacitet kanala
Pilotski kabl	Vreme prostiranja signala 5-10 μ s/km	/	Nekoliko kHz;<<64 kb/s
VF veza po dalekovodu	Vreme prostiranja po vodu visokog napona 3.3 μ s/km (+ \approx 1.5ms za svaki VF uređaj)	<10 ⁻³	4...8kHz;<64 kb/s
UHF/VHF radio veze	Vreme prostiranja kroz etar 3.3 μ s/km	<10 ⁻⁶	<64 kb/s
Radio relejni link	Vreme prostiranja kroz etar 3.3 μ s/km	<10 ⁻⁶	>2Mb/s
Optički kabl	Vreme prostiranja po optičkom kablju \approx 5 μ s/km	<10 ⁻⁶	>64 kb/s
PDH MREŽA	Vreme prostiranja u kablju \approx 5 μ s/km + max. 0.6ms po 64kb/s kanalu za 2 Mb/s multiplexer + 15 μ s po 2/8 Mb/s Mux + 1 μ s po ripiteru	<10 ⁻⁶	>64 kb/s
SDH mreža	Vreme prostiranja u kablju \approx 5 μ s/km + 35 μ s po 2 Mb/s portu za STM1 + 40 μ s za agregatni STM 1 +110 μ s STM1 za 2Mb/s port	<10 ⁻⁶	>64 kb/s

KOMUNIKACIONI SISTEMI (SISTEMI PRENOSA)

U okviru Distributivnog područja Beograd postoje sistemi daljinskog upravljanja i nadzora na visokonaponskom nivou (VN SDU) i na sredjenaponskom nivou (SN SDU). U SDU DP Beograd je uključeno oko 100 visoko naponskih TS, 27 nisko naponskih TS i 143 recloser-a.

Daljinsko upravljanje TS podrazumeva da postoji telekomunikacioni prenosni put od centra upravljanja (DDC/ODC Beograd) do pomenute TS, što na teritoriji Distributivnog područja Beograda uključuje:

1. preko 110km optičkih kablova,
2. 45 optičkih multiplexera i medija konvertora
3. bakarne kablove,
4. iznajmljene linije Telekoma
5. analogne modeme,
6. VF sisteme za prenos signala po VN dalekovodima
7. UHF radio mrežu za prenos podataka za SDU SNDM (srednje-naponska distributivna mreža)
8. UHF radio mrežu za prenos podataka za SDU VNDM (visoko-naponska distributivna mreža)
9. VHF radio mrežu za prenos podataka za SDU VNDM

Koriste se standardni telekomunikacioni protokoli IEC 60870-5-101 i IEC 60870-5-104.

Iako Distributivno područje Beograda ima jedan DDC i četiri ODC, svetelekomunikacione veze fizički dolaze do CU Beograd, gde je realizovana SCADA u dualnoj konfiguraciji. Preko ovog SCADA sistema, DDC i svi ODC vrše nadzor i upravljanje elektro-energetskim sistemom.

U slučaju problema na bilo kom delu komunikacionog sistema, daljinsko upravljanje TS nije moguće.

Sistemi prenosa po VN linijama

Analogne (jednokanalne) VF veze po dalekovodima uglavnom se realizuju u opsegu od 4 kHz u predajnom i 4 kHz u prijemnom smeru i mogu se koristiti za prenos jednog govornog kanala i jednog kanala podataka daljinskog upravljanja elektroenergetskim sistemom protoka 200 b/s i prenos signala telezaštite koji se realizuje u alternativnom modu (kada se primi zahtev za prenos signala telezaštite kratkotrajno se prekida prenos svih ostalih signala i maksimalnom snagom ostvaruje se samo prenos telezaštitnih signala). U EPS Distribuciji d.o.o. Beograd ovi sistemi se koriste samo za upravljanje i to sa tri visoko naponske trafo-stanice do kojih ne postoji drugi telekomunikacioni put.

Bakarni telekomunikacioni kablovi i sistemi prenosa

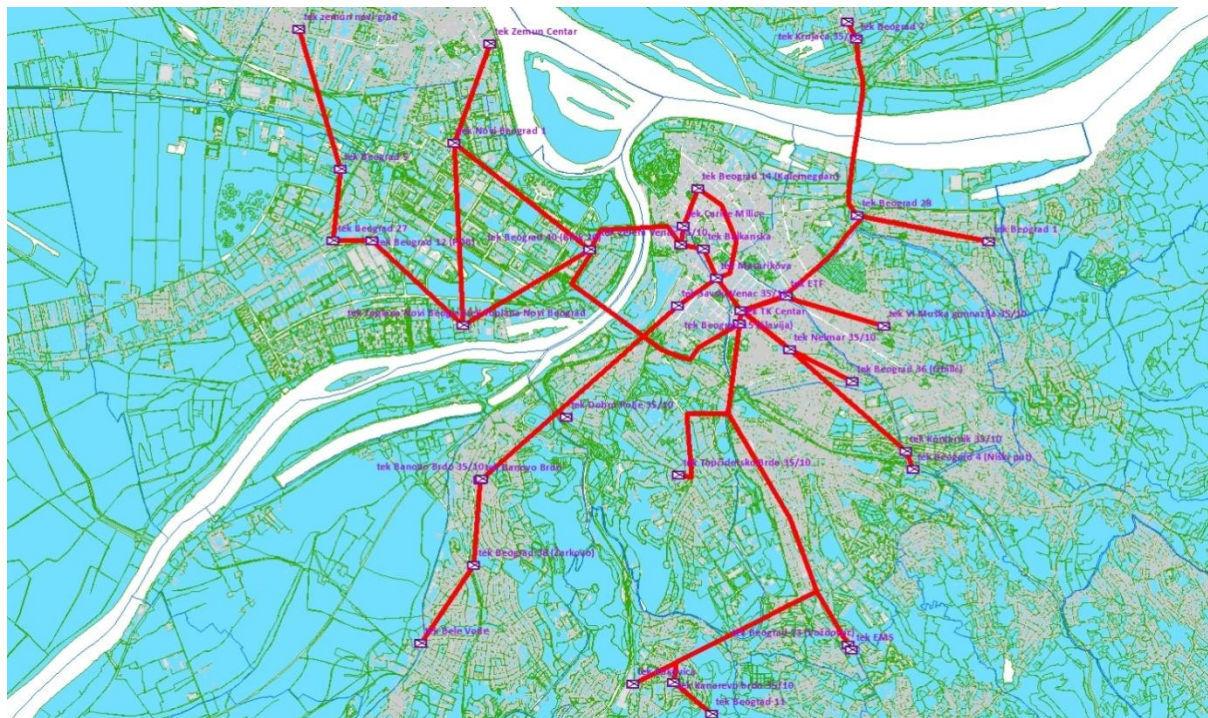
Bakarni telekomunikacioni kablovi u DP Beograd služe za sistem daljinskog upravljanja i/ili za sistem telezaštite i/ili kontrolu pritiska ulja u VN kablovima, u upotrebi su više od 35 godina pa polako izlaze iz upotrebe.

U mreži bakarnih kablova su dominantni standardni niskofrekventni (NF) bakarni kablovi tipa TK 00 kapaciteta $n \times 4 \times 0.9$ položeni kroz kablovsku kanalizaciju javne telefonske mreže, odnosno TK 10 (armirani) istog kapaciteta, položeni direktno u zemlju. Pored njih, u mreži se nalaze i pilotski kablovi koji su po svojim pogonskim karakteristikama identični kao i standardni NF kablovi, ali sadrže, pored komunikacionih četvorki, određen broj signalnih žila. Položeni su uz 110 kV podzemne energetske vodove i po svojoj osnovnoj nameni služe za prenos signala diferencijalne zaštite, pa se često nazivaju i diferencijalnim kablovima.

Iznajmljene veze zauzimaju značajno mesto u postojećem telekomunikacionom sistemu EPS Distribucija d.o.o. Beograd. Realizovane su na onim deonicama na kojima EPS Distribucija d.o.o. Beograd nema sopstvene kapacitete (a postoji potreba da se iz elektroenergetskih i poslovnih objekata prenosi određena količina informacija), i to većim delom kao zakup linija, odnosno semipermanentna (komutirana veza).

Za prenos podataka koriste se analogni modemi, sa RS232 korisničkim interfejsom.

Optički telekomunikacioni kablovi



SLIKA 1. Šema optičkih kablova na teritoriji DP Beograd

U skladu sa svetskim trendovima i potrebom za povećanjem brzine i količine prenetih informacija, tokom 2006. i 2007. godine otpočela je realizacija optičke kablovske infrastrukture kapaciteta 24 i 72 optička vlakna u skladu sa ITU-T preporukama G.652 (Standard Single Mode Fiber) i G.655 (Non-Zero Dispersion Shifted Fiber). Danas na teritoriji grada Beograda EPS Distribucija d.o.o. Beograd poseduje optičke kablove na gotovo svim

relevantnim pravcima. Na slici 1. je prikazana optička infrastruktura gde se vide položeni pravci. Prilikom izgradnje mreže korišćena je klasična tehnologija polaganja optičkih kablova u podzemnu TK kanalizaciju i tehnologija ADSS. Deo ove optičke infrastrukture predstavljaju kablovi koji omogućavaju vezu sa Telekom Srbija na lokaciji TK Centar i sa Elektrotehničkim fakultetom u Beogradu. Na ovaj način telekomunikaciona mreža EPS Distribucije d.o.o. Beograd je povezana, sa jedne strane na nacionalnog telekomunikacionog operatera preko koga ostvaruje konekciju sa svetskom telekomunikacionom mrežom (PSTN, Internet, WAN), a sa druge strane na Akademsku mrežu Univerziteta u Beogradu. Kablovske trase su implementirane tako da prolaze kroz lokacije drugih elektroprivrednih entiteta poput EMS i JP EPS i na taj način se formira jedinstvena telekomunikaciona infrastruktura Elektroprivrede Srbije.

Optički sistemi prenosa

ETSI SDH je tehnologija prenosa i skup važnih međunarodnih standarda koji omogućavaju prenos digitalnih signala, od govora i podataka, do video signala. SDH tehnologija bazirana je na sinhronom multipleksiranju/demultipleksiranju pritoka i odlikuje je velika brzina prenosa (2,5GB/s).

SDH mreža je transportna mreža za koju su karakteristične sledeće osobine: Mreža se sastoji od čvorova (NE - Network Element) koji su povezani vezama "tačka-tačka", prstenovima (rings) ili petljastom strukturom (mesh structures) i koji su svi sinhronizovani na takt visoke tačnosti.

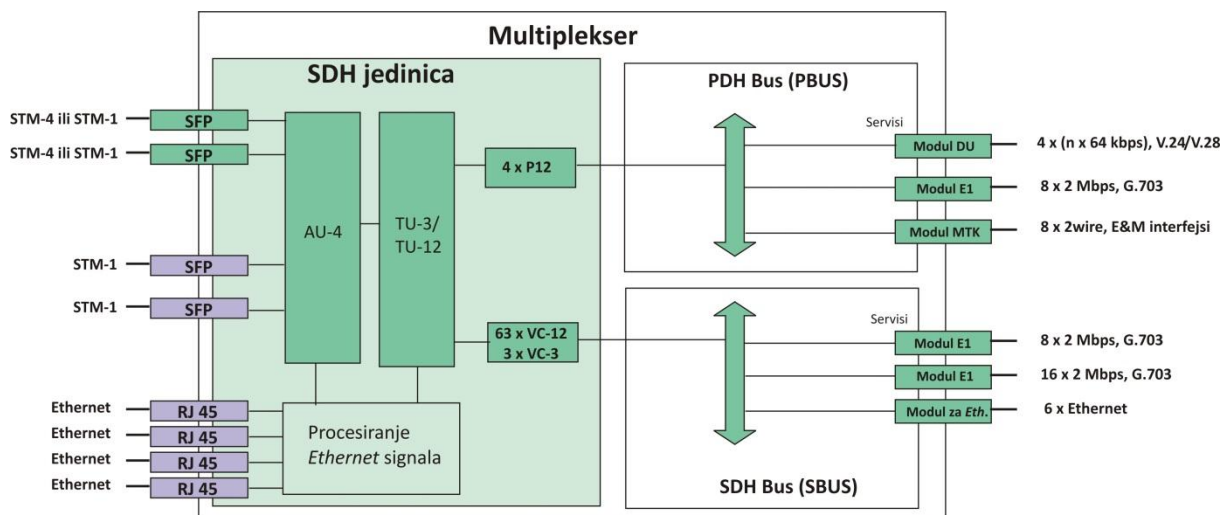
U EPS Distribuciji Beograd ova mreža služi za prenos signala sistema daljinskog upravljanja (SDU) trafo-stanicama, signala mrežne tonfrekventne komande (MTK) i signala govora (E1).

Čvorovi mreže (NE) nalaze se u trafo stanicama i poslovnim objektima društva.

Postavljanje mreže u konfiguraciju prstena, odnosno definisanje zaštitne putanje, povećava nivo dostupnosti servisa. Pri otkazu nekog dela mreže na prstenu aktivira se zaštitna putanja i SDH mreža za prenos automatski preuzima podatke sa zaštitne putanje. Kreirajući geografski različitu putanju za servise, prstenovi prave zaštitu od prekida kablova i otkaza čvorova u mreži.

Tehničko rešenje se zasniva na familiji fleksibilnih multipleksera. Glavne funkcije su povezivanje, komutacija ili kros konektovanje, multipleksiranje/demultipleksiranje i prenos.

Uređaji imaju modularnu arhitekturu koja podržava Ethernet i klasične TDM servise, zaštitnu putanju (1+1 path protection), 1:1 zaštitu za centralne module i SDH module, 1:1 bidirekciono zaštitno prebacivanje (revertive, non revertive), prošireni temperaturni opseg prema ETSI EN 300 019-1-3, class 3.3.



SLIKA 2. Interfejsi optičkog sistema prenosa baziranog na SDH tehnologiji

Na slici 2. je prikazan blok dijagram multipleksera. Agregatna SDH jedinica poseduje SFP portove (Singl Fibre Port) za STM-1 i STM-4 signale, kao i za RJ interfejse za Ethernet signale. Ova agregatna jedinica ima pristup unutrašnjim magistralama uređaja. Unutrašnjim magistralama uređaja pristup imaju i kartice sa korisničkim interfejsima: serijkim nx64kb/s - V.24/V.28, 2Mb/s G.703, E&M interfejsi, Ethernet (10/100/1000BASE-T električni interfejsi). Signali sa korisničkih interfejsa se multipleksiraju i prenose do sledećeg uređaja.

Nadzor mreže se obavlja pomoću softvera za nadzor. Grafički korisnički interfejs, standardna Windows aplikacija, omogućava administratoru nadzor nad sistemom. Nadzor je baziran na TCP/IP protokolu i svakom multiplekseru pristupa se i lokalno i daljinski (SDH ECC – Embedded Communication Channel), preko mreže multipleksera.

Uređaji imaju dijagnostiku i sistema prenosa i korisničkih interfejsa, što olakšava i u ubrzava dijagnostiku kvara, kako na pojedinim aktivnim uređajima, tako i na pasivnim delovima sistema (optički kablovi).

Novi uređaji ovog tipa su hibridni uređaji, koji, dok zadržavaju sve klasične TDM servise, omogućavaju i paketski baziranu transportnu mrežu (MPLS-TP).

Media konvertori se koriste na lokacijama sa manje pristupnih interfejsa ili manjeg prioriteta. Oni omogućavaju prenos V.24 ili Ethernet signala optičkim kablovima. Media konvertori su znatno jeftiniji od sistema za multipleksiranje, manjih dimenzija i brži za instalaciju (puštanje u rad – najčešće „plug-and-play“), ali shodno tome su i manje pouzdani, nemaju praktično nikakvu dijagnostiku i nadzor i ne mogu se koristiti zaštitne putanje.

Radio-sistemi

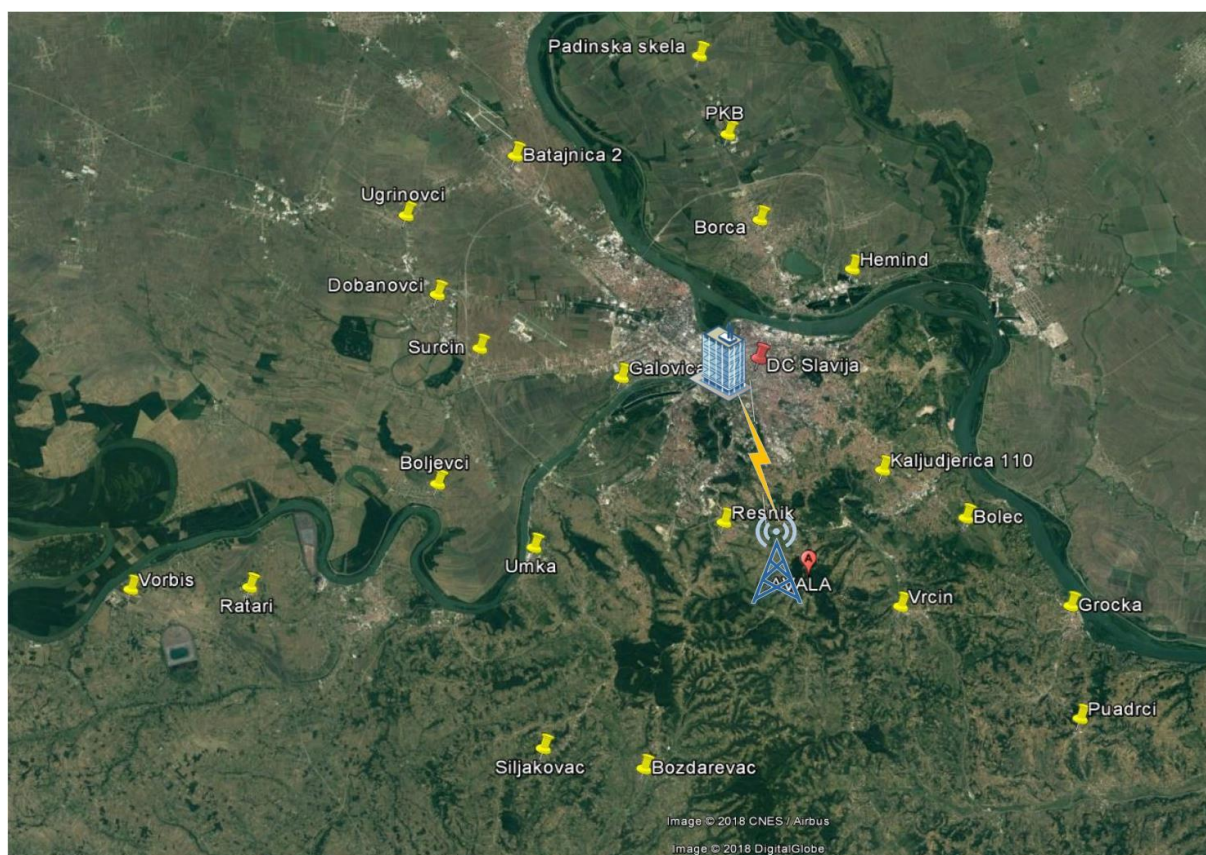
VHF radio sistem za prenos podataka VNDM

Postojeći analogni radio-sistem u VHF opsegu (slika 3.) za daljinski nadzor i upravljanje instaliran je 2008. godine i inicijalno je planiran da integriše 28 transformatorskih stanica 35/10kV na konzumnom području Beograda, pretežno na prigradskom delu. Ovaj sistem koristi jedan par frekvencija (Tx/Rx) za razmenu podataka između centra upravljanja i 22 krajnje daljinske stanice (sa zahtevom da se broj stanica poveća na 30).

Maksimalna brzina prenosa signala je 2400bita/s.

Prenos podataka između centra upravljanja CU Beograd i krajnjih daljinskih stanica odvija se preko jednog kanala (Rx/Tx) analognom radio-mrežom u VHF opsegu, putem MDLC protokola, preko jedne repetitorske lokacije instalirane na lokaciji „Avala“. Repetitor je realizovan u dualnoj konfiguraciji (main/backup).

Planirana je zamena ovog sistema sistemom širokopojasnih radio relejnih linkova, kapaciteta min. 450Mb/s, u licenciranom opsegu.



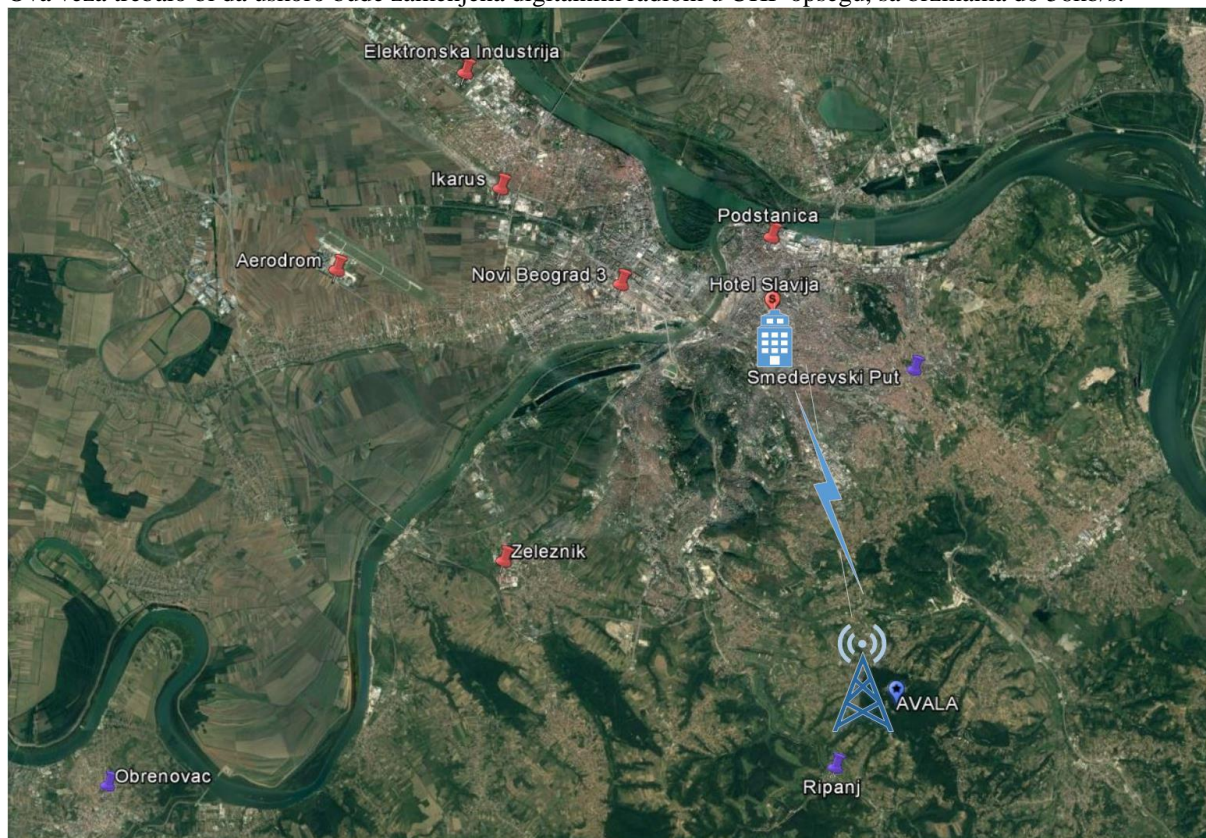
SLIKA 3. Raspored TS kojima se upravlja analognim VHF radiom (bazna stanica Avala)

UHF radio sistem za prenos podataka VNDM

Za prenos podataka sistema daljinskog upravljanja do 8 visokonaponskih TS na užem gradskom području koristi se uskopojasni analogni radio u UHF opsegu, brzina prenosa do 9600b/s, u zavisnosti od kvaliteta veze.

Veza od CU Beograd do Hotela Slavija je realizovana optičkim sistemom prenosa. Hotel Slavija služi kao lokacija bazne stanice za 5 TS, tzv. Slavijska grupa. Od ove lokacije realizovana je radio veza do Avale, gde se nalazi repetitor za još 3 TS, tzv. Avalske grupe (slika 4.).

Ova veza trebalo bi da uskoro bude zamenjena digitalnim radiom u UHF opsegu, sa brzinama do 56kb/s.



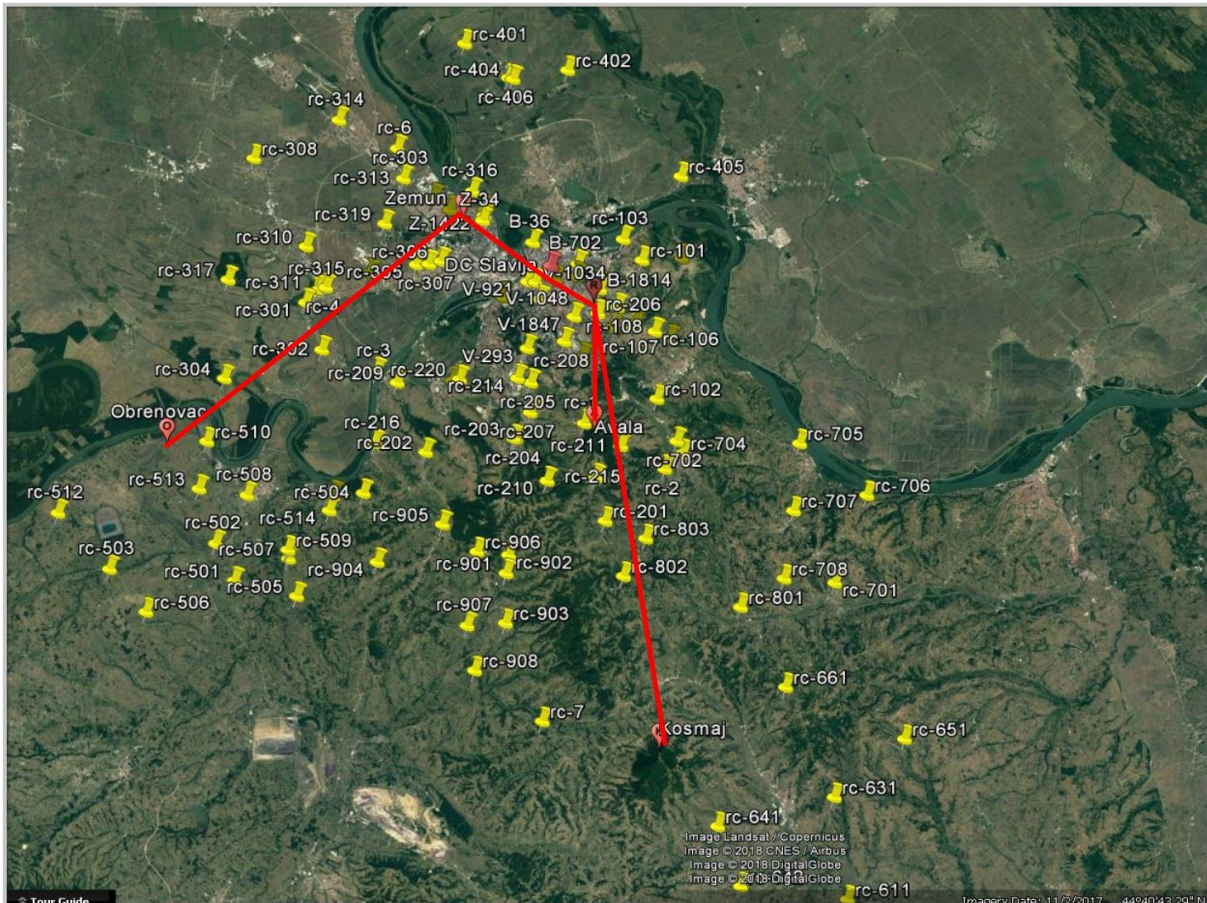
SLIKA 4. Raspored TS kojima se upravlja analognim UHF radio (bazne stanice Avala i Slavija)

UHF radio sistem za prenos podataka SNDM

U poslednjih 20 godina, srednjenaponske elektrodistributivne mreže našle su se u fokusu aktivnosti na implementaciji rešenja naprednih mreža (Smart Grids). Zahvaljujući postignutim tehnološkim nivoima razvoja energetske opreme i razvoju i implementaciji informacionih i komunikacionih resursa i servisa, 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, oni se daleko brže lociraju i otklanjaju, pri čemu se većem delu potrošača obezbeđuje napajanje uz minimalan prekid u isporuci električne energije.

Radio-sistem daljinskog nadzora i upravljanja SNDM radi u UHF opsegu, u delu opsega 430 – 470 MHz, koji je namenjen upravo za realizaciju radio-sistema ovog tipa, a koji je Planom namene radio-frekvencijskih predviđen za potrebe JP EPS.

Imajući u vidu veliki broj krajnjih tačaka u srednjenaponskoj elektrodistributivnoj mreži (~1000) 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, radio-sistem za daljinski nadzor i upravljanje je projektovan i realizovan u dva hijerarhijska nivoa. Višihijerarhijski nivo sastoji se od pet koncentratorkih tačaka – Rudo, Kosmaj, Avala, Zemun, Obrenovac sa kojima se komunicira iz CU Beograd na lokaciji Slavija. Niži hijerarhijski nivo je realizovan u 5 nezavisnih sistema na svakoj od pomenutih lokacija, pri čemu je realizovano i osam ripitera za komunikaciju sa 5 krajnjih tačaka za koje ne postoji radio pokrivanje sa pomenutih lokacija.



SLIKA 5. Prostorni raspored elemenata SN mreže koji se nalaze u sistemu upravljanja, sa načinom povezivanja 5 tačaka višeg hijerarhijskog nivoa

Viši hijerarhijski nivo radio-sistema je integrisan sa postojećim SDU po principu „master-slave“ putem standardnog protokola DNP3, a u cilju obezbeđivanja jedinstvenog upravljanja nad DEES iz jednog Centra Upravljanja. Niži hijerarhijski nivo radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje SNDM 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 elemenata SNDM na krajnjim tačkama. Integracija između komunikacionih modula i kontrolno-upravljačkih modula, odnosno daljinskih stanica, na krajnjim tačkama je izvršena putem standardnog protokola DNP3. Sistem je koncipiran da radi u dualnoj arhitekturi, tako da omogući skalabilnost, integrabilnost i fleksibilnost u pogledu daljeg razvoja radio-sistema.

Sistem poseduje i sopstveni sistem nadzora rada nad svojim telekomunikacionim delom, koji treba da bude autonoman u odnosu na celokupan radio-sistem, realizovan putem GPRS mreže.

Trenutno ovaj sistem nadzire i upravlja sa 167 elemenata mreže, maksimalnom brzinom prenosa 9600b/s. Na slici 5. je prikazana je komunikaciona šema realizovanog radio-sistema za nadzor i upravljanje SNDM. Planirana je zamena postojećih UHF veza višeg hijerarhijskog nivoa širokopoljnim radio-relejnim linkovima, a zatim i postepena migracija nižeg hijerarhijskog nivoa na digitalni radio većih brzina (na UHF učestanostima).

VHF radio sistem za prenos govora

Za rad dispečerskih ekipa, ekipa održavanja i svih mobilnih ekipa, neophodno je obezbediti mogućnost ostvarivanja govorne komunikacije sa odgovarajućim dispečerskim centrom i sa pojedinim poslovnim celinama. Iskustvo je pokazalo da sistemi javne mobilne telefonije ne ispunjavaju zahteve ovih servisa u pogledu pouzdanosti i raspoloživosti, kako vremenske tako i prostorne. U pojedinim vremenskim intervalima mobilni operateri nemaju dovoljno resursa da odgovore na povećanje saobraćaja, što dovodi do situacije da ekipe ne mogu da ostvaruju komunikaciju sa nadređenim dispečerskim centrima. Ova preopterećenja mreže mobilnih operatera se dešavaju upravo u situacijama kada je povećana potreba za aktivnošću mobilnih ekipa: neplanirani prekidi u napajanju električnom energijom, sportske ili kulturne manifestacije, ... Javni sistemi mobilne telefonije

ne pokrivaju većinu teritorije od interesa za elektroprivredna preduzeća (lokacije TS, termo i hidro centrala, dalekovoda...), jer nemaju ekonomski interes da to urade.

Iz navedenih razloga, u okviru EPS Distribucije d.o.o. Beograd je implementiran sistem iz porodice DMR sistema (Digital Mobile Radio) u skladu sa Evropskim standardom ETSI TS 102 361. Pored govornog servisa, ovaj radio sistem podržava i funkcionalnost prenosa tekstualnih poruka, kao i GPS informacija za potrebe praćenja vozila i zaposlenih. Svi razgovori se snimaju.

Sistem se sastoji od 18 repetitora preko kojih komunikaciju ostvaruje 200 mobilnih, ručnih i fiksnih radio stanica. Repetitori su smešteni, po dva, na 9 lokacija: Avala, Zemun, Brestići, Obrenovac, Kosmaj, Rudo, Hotel Slavija, Palata Albanija, Vodotoranj. Centar upravljanja i repetitorske lokacije su povezani u IP mrežu čiji fizički nivo čine radio linkovi tačka-tačka.

Repetitori rade u VHF opsegu. Za realizaciju linkova se koriste frekventijski opsezi od 13,15, 18 i 23 GHz. Sistem RR linkova obezbeđuje bežičnu ethernet konektivnost između sajtova.

Svaki repetitor podržava semiduplexni (dve frekvencije, jedna za predaju, druga za prijem) radio kanal širine propusnog opsega 12.5 kHz. Korišćenjem TDMA tehnologije i uz pomoć sinhronizacije koju obezbeđuje repetitor, ovaj fizički kanal se deli na dva logička kanala, tj. dva vremenska slota. Na taj način se obezbeđuju dvanezavisna komunikaciona kanala umesto jednog. Radio sistem ima dva fizička kanala po sajtu, odnosno 4 logička kanala po sajtu.

Svi kanali rade su konfigurisani da rade u IP režimu – preko cele zajedničke zone pokrivanja svih repetitora. Kada započne komunikacija na jednom od logičkih kanala ripitera, taj ripiter prosleđuje poziv ka drugim ripiterima, i svi ovi ripiteri servisiraju taj poziv na svom odgovarajućem logičkom kanalu. Ovime se omogućava da korisnik primi poziv bez obzira na to u servisnoj zoni kog repetitora se nalazi. Dakle, u ovom modu rada, oblast pokrivanja radio sistema je skup oblasti pokrivanja svih ripitera koji u ovakvom sistemu učestvuju.

Roaming od servisne zone jednog do servisnih zona drugih repetitora bi za korisnika trebalo da bude neprimetan. Za svaki radio uređaj se definiše roaming lista koja sadrži spisak kanala, od kojih svaki predstavlja jedan repetitor. Radio stanica pretražuje listu repetitora, bira onaj sa najjačim signalom i identifikuje ga u tom trenutku kao svoju osnovnu lokaciju. Uređaj ostaje na tom kanalu dok nivo signala ne padne ispod neke vrednosti RSSI (Radio Signal Strength Indication), definisane u okviru radio uređaja. Podešavanje ove vrednosti je kompromis između potrebe da radio stanica pronađe repetitor sa najkvalitetnijim pokrivanjem i učestanosti ulaska u proces promene repetitora (i time rizika da izgubi deo neke transmisije).

Bitnamogućnost radio sistema su grupni pozivi. Svi članovi grupe koji koriste isti kanal koji je određen za tu grupu mogu da čuju uređaj koji je u tom trenutku u transmisiji. Dva radio uređaja ne mogu da komuniciraju iako su na istom kanalu, ukoliko nisu u istoj korisničkoj grupi. Jedan radio uređaj može da ima pripadnost u više korisničkih grupa.

U sistemu je moguće uspostaviti privatni poziv između korisnika. Da bi korisnici obavljali privatni poziv, oba korisnika ne moraju da budu u istoj grupi, ali moraju da budu na istom kanalu.

Pored režima u repetitorskom modu rada, moguć je i direktni režim u kom stanice komuniciraju jedna sa drugom preko simpleksnih kanala. Ovakav vid komunikacije je prostorno ograničen i razgovori se ne snimaju.

Pored govorne komunikacije, sistem se može koristiti i za prenos podataka. Prvenstveno se misli na prenos tekstualnih poruka i GPS servis. Za prenos podataka i govora se koriste isti radio resursi.

Lokacijski GPS servis omogućava dispečeru da utvrdi trenutnu lokaciju nekog radio uređaja i prikaže je na mapi. Pored lokacije, moguće je dobiti i podatke o brzini i smeru kretanja. Korisnik radio stanice ne preduzima nikakvu akciju u cilju pozicioniranja.

Predviđeno je unapređenje softvera sistema, čime će se uvesti trunking radio sistem, koji će omogućiti bolje korišćenje raspoloživih kanala i dodavanje novih repetitorskih lokacija, radi poboljšavanja pokrivenosti teritorije radio signalom.

ZAKLJUČAK

U sistemima koji rade u realnom vremenu i zahtevaju visoku raspoloživost i pouzdanost, kao što su sistemi daljinskog nadzora i upravljanja elektroenergetskim sistemom, proces modernizacije mora da bude evolutivan – novi sistemi moraju se uvoditi na način koji omogućava da se servisi, koje ovi sistemi obezbeđuju, ne prekidaju. Telekomunikacioni sistemi EPS Distribucije d.o.o. Beograd na Distributivnom području Beograda su raznoliki, od analognih do digitalnih, od uskopojasnih do sistema velikih brzina i kapaciteta prenosa.

Opređenja za tehničko-tehnološku koncepciju izgradnje savremenih telekomunikacionih sistema u EPS Distribucija d.o.o. Beograd su nedvosmislena u sledećim aspektima:

- Postepena zamena zastarelih analognih sistema i tehnologija, kroz digitalizaciju servisa i nastavak izgradnje infrastrukture optičkih kablova i širokopojasnih mreža, tj. sistema prenosa, bilo o kom fizičkom medijumu se radilo;

- Postepena integracija većeg broja heterogenih telekomunikacionih servisa u jedinstvenu multiservisnu mrežu zasnovanu na IP tehnologiji;
- Primena koncepta IP VPN na sopstvenoj infrastrukturi komutacije i prenosa u cilju realizacije zahtevanog nivoa kvaliteta servisa, međusobne izolacije pojedinih servisa i poboljšanja bezbednosti mreže i servisa.

LITERATURA

1. Institut Mihajlo Pupin, 2010, „Studija razvoja telekomunikacionog sistema privrednog društva za distribuciju električne energije “Elektrodistribucija Beograd d.o.o.“, 49
2. Institut Mihajlo Pupin, 2010, „Studija razvoja telekomunikacionog sistema privrednog društva za distribuciju električne energije “Elektrodistribucija Beograd d.o.o.“, 58
3. P.Kuzmanović,S.Jovanović,2012, „Primena optičkog digitalnog sistema prenosa za potrebe sistema daljinskog upravljanja PD "Elektrodistribucija Beograd" d.o.o.“
4. D.Vukotić, N.Antić, V.Milenković, 2012, “Implementacija radio-sistema za daljinski nadzor i upravljanje sredjenaponskom elektrodistributivnom mrežom PD EDB”
5. Dokumentacija Izvedenog stanja UMUX mreže EPS Distribucije d.o.o. Beograd
6. Dokumentacija Izvedenog stanja optičkih kablova EPS Distribucije d.o.o. Beograd
7. ETF-Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2011, “Tehničko rešenje i glavni projekat za dobijanje dozvola za korišćenje radio-frekvencija radio-sistema za prenos govora privrednog društva ELEKTRODISTRIBUCIJA BEOGRAD“
8. ETF-Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2011, “Tehničko rešenje i glavni projekat za dobijanje dozvola za radio-relejni mrežu za povezivanje repetitora radio sistema za prenos govora privrednog društva ELEKTRODISTRIBUCIJA BEOGRAD“
9. ETF-Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2008, “Glavni projekat za dobijanje dozvola za radio-veze tipa tačka-više tačaka MOSCAD sistema daljinskog upravljanja u frekvenzijskom opsegu 146-174 MHz“
10. „RADIUS SOUTH EAST EUROPE“ d.o.o. Niš, 2010, „Glavni projekat – radio-sistem za daljinski nadzor i upravljanje sredjenaponskom elektrodistributivnom mrežom PD EDB d.o.o.“
11. ETF-Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2016, “Tehničko rešenje i glavni projekat za dobijanje dozvola za korišćenje radio-frekvencija radio-sistema za prenos govora Operatora distributivnog sistema „EPS Distribucija“ na konzumnom području grada Beograda“
12. ETF-Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2016, “Tehničko rešenje i glavni projekat za dobijanje dozvola za radio-relejne veze za povezivanje repetitora radio sistema za prenos govora Operatora distributivnog sistema „EPS Distribucija“ na konzumnom području grada Beograda“