Broj rada: R3-22
DOI:10.46793/CIRED2026.R3-22_117

RAD TELEKOMUNIKACIONIH SISTEMA EMS-A I EDS-A U SLUČAJU RASPADA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA

OPERATION OF THE TELECOMMUNICATION SYSTEMS OF EMS AND EDS IN THE EVENT OF THE BLACKOUT STATE

Slavko DUBAČKIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Aleksandar BOŠKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Rad daje smernice za preispitivanje rada telekomunikacionih sistema EMS-a i EDS-a u slučaju blackout-a, odnosno nestanka napajanja iz prenosne mreže. Smernice su u skladu sa dokumentom ENTSO-E NCER (Network Code on Electricity Emergency and Restoration) [1], posebno sa članom 41. koji se odnosi na komunikacione sisteme i zahteve za njihovom autonomijom rada u slučaju raspada elektroenergstskog sistema. Analizirani su sisteni govornih veza (fiksna IP telefonija, sistem govornih radio veza i sistem satelitske telefonije), sistemi za prenos podataka između centara upravljanja i elektroenergetskih objekata EDS-a, kao i bezbednosni aspekti (kontrola pristupa, monitoring, kriptografija, antivirusna zaštita, backup, redundantnost komponenti i TK veza, napajanje, klimatizacija, podrška). Poseban osvrt je dat na interkonekcije između EMS-a i EDS-a, između dispečerskih centara EDS-a (NDDC, DDC-ovi) i EMS-a (NDC i RDC-ovi) kao za govorne komunikacije tako i za prenos podataka [2]. Dati su predlozi za unapređenje postojećeg stanja kroz predloge za uvođenje novih telekomunikacionih sistema kao i za unapređenje već uspostavljenih načina komunikacije i razmene podataka.

Ključne reči: Elektrodistribucija, blackout, OT mreže, telekomunikacioni sistemi, IKT bezbednost

ABSTRACT

The paper provides guidelines for reviewing the operation of the EMS and EDS telecommunication systems in the event of a blackout, i.e. loss of power from the transmission network. The guidelines are in accordance with the document ENTSO-E NCER (Network Code on Electricity Emergency and Restoration), especially with Article 41, which refers to communication systems and requirements for their autonomy of operation in case of breakdown of the power system. Voice connection systems (fixed IP telephony, voice radio connection system and satellite telephony system), data transmission systems between control centers and power facilities of EDS, as well as security aspects (access control, monitoring, cryptography, antivirus protection, backup, redundancy of components and TK connections, power supply, air conditioning, support) were analyzed. Special consideration is given to the interconnections between EMS and EDS, between dispatch centers of EDS (NDDC, DDCs) and EMS (NDC and

* Slavko Dubačkić, slavko.dubackic@es.rs>; Aleksandar Bošković, aleksandar.boskovic@es.rs; Đorđe Vladisavljević, djordje.vladisavljevic@es.rs

RDCs) for both voice communications and data transmission. Proposals were given for improving the current situation through proposals for the introduction of new telecommunication systems as well as for the improvement of already established methods of communication and data exchange.

Keywords: Power Distribution, Blackout, OT networks, Telecommunication Systems, ICT security

UVOD

Preispitivanje rada telekomunikacionih sistema EMS-a i EDS-a u slučaju raspada EES ima za cilj pregled postojećeg stanja TK sistema EMS-a i EDS-a koji su od primarnog značaja za rad EES Srbije, kako sa aspekta telekomunikacija tako i sa aspekta drugih pratećih sistema koji su u funkciji rada TK sistema, kao i da da predloge za unapređenje svih ovih aspekata u skladu sa zahtevanim nivoima rada poslovnih procesa [3].

Svi sistemi koji su razmatrani zahtevaju permanentno održavanje, praćenje i unapređenje, počevši od samih TK sistema pa sve do napajanja koja ih prate, sistema IKT i fizičkog pristupa i bezbednosti [4].

Razmatrane su sledeće grupe sistema [5]:

1. Sistemi govornih veza:
    a. Sistem govornih radio veza,
    b. Sistem govornih telefonskih veza,
    c. Sistem satelitske telefonije.
2. Sistemi prenosa podataka između EMS-a i EDS-a:
    a. Veza NDC EMS – NDDC EDS,
    b. Veze RDC EMS – DDC EDS,
3. Sitemi prenosa podataka između DC EDS-a i EEO EDS-a,

1 SISTEMI GOVORNIH VEZA

1.1 Sistemi govornih radio veza

Sistemi govornih radio veza (SGRV) EDS-a se oslanjaju na digitalne sisteme, dok je sistem analognih radio veza pred potpunim gašenjem. Pokrivenost po ograncima EDS-a se kreće od 90% do 98% teritorije, ali su pokriveni svi poslovni i svi VN EEO i najveći deo SN i NN objekata i EE mreže.

Sistemi govornih veza EMS-a se oslanjaju na digitalne sisteme.

S obzirom na veliki stepen pokrivenosti SGRV EDS-a teritorije Srbije i kao takav može i treba biti korišćen i u vanrednim situacijama i za potrebe EDS-a i EMS-a a i drugih relevantnih institucija.

Potrebno je da EDS redovno održava ove sisteme i na nivou baznih stanica a i samih radio stanica.

1.2 Sistemi govornih telefonskih veza

Sistemi govornih telefonskih veza se zasnivaju na IP telefoniji i u EMS-u i u EDS-u.

U EMS-u sistem IP telefonije predstavlja jedinstvenu platformu i ostvarene su SIP trunk veze sa svim objektima EMS-a, poslovnim i EEO.

U EDS-u se koristi i IP i druge vrste fiksnih telefonskih veza. U toku je proširenje IP telefonije u DP Niš i DP Kraljevo i njihovo povezivanje u jedinstvenu IP telefoniju EDS-a.

Predlog je da se ostvare SIP trunk veze IP telefonskih sistema EMS-a i EDS-a, posebno onih lokacija gde se nalaze NDC EMS-a, RDC-ovi EMS-a, NDDC EDS-a i DDC-ovi EDS-a. Trenutni SIP trankovi idu preko IP infrastrukture EPS-a.

Sva govorna komunikacija sa dispečerskim centrima se snima na registrofonima.

Redovno održavanje i unapređenje predstavlja neophodan preduslov.

1.3 Sistemi satelitske telefonije

EMS ima iznajmljen sistem satelitske telefonije sa 30-tak satelitskih telefona i pozitivno iskustvo u radu. Sistem se može vrlo efikasno koristiti u vanrednim situacijama kada drugi sistemi, iz bilo kojih razloga, ne budu u funkciji.

EDS nema ovakav sistem u upotrebi i ovaj radni tim predlaže da se, u skladu sa pozitivnim iskustvima EMS-a, i u EDS-u implementira sličan sistem.

2 SISTEMI PRENOSA PODATAKA IZMEĐU EMS-A I EDS-A

U skladu sa usvojenom koncepcijom tehničkog sistema upravljanja (TSU) [3], za potrebe prenosa SCADA podataka telekomunikacioni sistemi EMS-a i EDS-a su međusobno povezani sa šest linkova. Sa pet linkova su povezani Regionalni dispečerski centri (RDC) EMS sa Distributivnim dispečerskim centrima (DDC) EDS, a jedan link se koristi za vezu Nacionalnog dispečerskog centra (NDC) EMS sa Nacionalnim distributivnim dispečerskim centrom (NDDC) EDS.

Razmena relevantnih podataka između SCADA sistema na ovaj način ima redundansu, tj. dva prenosna puta na logičkom nivou:

- DDC EDS – RDC EMS – NDC EMS i
- DDC EDS – NDDC EDS – NDC EMS.

Pored ove logičke redundanse postoji i redundansa na TK nivou.

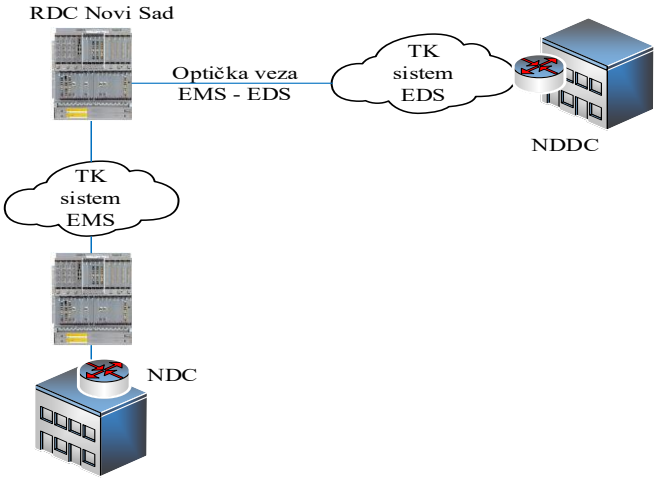
Postojeće tačke interkonekcije TK sistema EMS i EDS su dobro odabrane jer se koristi pasivna TK infrastruktura sa najmanjom dužinom, pa su raspoloživosti prenosnog puta veće.

Iako ne postoji redundansa na svim pojedinačnim linkovima za prenos TSU podataka između RDC-ova i DDC-ova, formiranjem posebnog optičkog linka za prenos podataka između NDC EMS i NDDC EDS je prevaziđeno ovo ograničenje. Ova veza se sa stanovišta telekomunikacija smatra rezervnom za bilo koji servis razmene podataka između RDC EMS i DDC EDS.

Broj postojećih tačaka interkonekcije između TK sistema EMS i EDS je dovoljan za ostvarivanje pouzdanog prenosa podataka i nema potrebe za dodatnim tačkama, jer bi se malo dobilo na pouzdanosti, a znatno bi se usložila organizacija saobraćaja.

2.1 Veza NDC EMS – NDDC EDS

Veza između NDC EMS i NDDC EDS je detaljno razmatrana u posebnim dokumentima EMS i EDS a ostvaruje se optičkom vezom od NDC EMS u Beogradu, preko RDC EMS u Novom Sadu (samo na mrežnom nivou, bez povezivanja na servere u RDC) i optičkom vezom sa NDDC EDS-a u Novom Sadu.

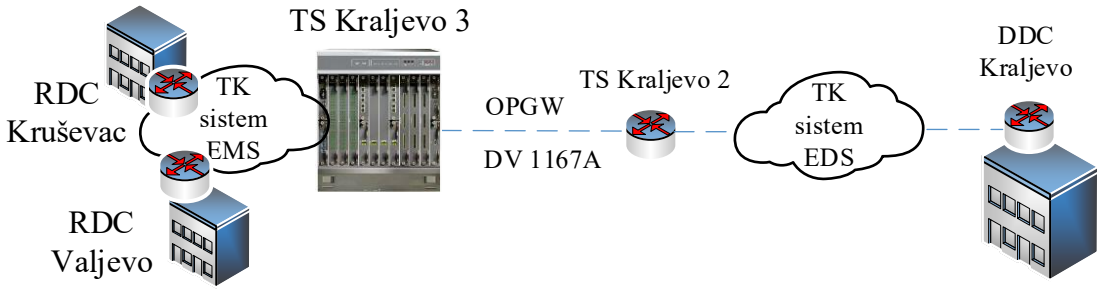


Slika 1 – Povezivanje NDC EMS i NDDC EDS

2.2 Veze RDC EMS – DDC EDS

Veze između RDC-ova EMS i DDC-ova EDS je detaljno razmatrana u posebnim dokumentima EMS i EDS a ostvaruje se uglavnom optičkim vezama.

EMS ima 5 RDC-ova koliko i EDS ima DDC-ova, međutim ne postoji teritorijalno podudaranje RDC-ova EMS i DDC-ova EDS pa postoje potrebe da, na nekim mestima, dva RDC-a EMS komuniciraju sa jednim DDC-om EDS i obrnuto. Na slici 2. je prkazano povezivanje RDC Kruševac (EMS) i RDC Valjevo (EMS) sa DDC Kraljevo (EDS).



Slika 2 – Povezivanje RDC Kruševac i RDC Valjevo (EMS) i DDC Kraljevo (EDS)

3 PRENOS PODATAKA IZMEĐU DC EDS-A I EEO EDS-A

U posebnim dokumentima EDS-a detaljno je dat pregled svih TS 110/x i pregled raspoloživosti TK i drugih servisa [6].

TK sistemi EDS-a namenjeni za VN upravljanje zasnivaju se na sledećim principima:

1. SCADA serveri u DDC-ovima EDS-a komuniciraju sa SCADA serverima u PDC-ovima i ODC-ovima EDS-a.

2. SCADA serveri u PDC-ovima i ODC-ovima EDS-a komuniciraju sa daljinskim stanicama na EEO.

Tehnologije za uspostavljanje TK sistema EDS-a koji su namenjeni za VN upravljanje zasnivaju se na:

- Optičkim vezama (optički kablovi),
- RR linkovima,
- Iznajmljenim linkovima TK operatera,
- Digitalnom paketskom radiju,
- Analognom radiju.
- Digitalni paketski radio i analogni radio se koristi samo kao rezervni prenosni put.

Predlog je da se više pažnje posveti:

- Povećanju kapaciteta TK linkova,
- Izgradnji redundantnih linkova gde nedostaju,
- Izgradnji sopstvenih TK linkova i drugih TK resursa gde se koriste iznajmljeni,

- Sistemima napajanja kako u DC-ovima i EEO tako i na TK čvorištima i drugim objektima u funkciji TK veza koji su van poslovnih i EE objekata EDS-a.

Redovno održavanje i unapređenje predstavlja neophodan preduslov za nesmetan rad ovih TK sistema.

4 BEZBEDNOSNI ASPEKTI

Kao deo elaboracije načina održavanja i razvoja bezbednosti kritične TK infrastrukture potrebno je naglasiti aspekt kontinuiteta poslovanja [4]. Cilj je da se umanje uticaji koji mogu da poremete ili u potpunosti prekinu kritične procese. Cilj je da se obezbedi kontinuitet poslovanja i u vanrednim situacijama ili katastrofama, da se održe funkcionalnim kritične funkcije i/ili da se u prihvatljivom roku povrate kritične (ili sve) funkcije poslovanja. Sve veći značaj IKT-a u poslovnim procesima dovodi do toga da je kontinuitet poslovanja IKT resursa izuzetno značajan i za EMS i za EDS.

Zaštita celovitog informacionog sistema predstavlja element koji onemogućava da efikasnost rada celokupnog EES postane prostor za njegovu zloupotrebu. To podrzumeva:

- Normativno uređenje zaštite donošenjem različitih pravilnika o zaštiti,
- Projektovanje i uvođenje tehničkih mera za ostvarivanje zaštite.

Normativno uređenje zaštite IKT sistema predstavlja posebnu oblast i predmet je aktivnosti države, pravosuđa i upravljačkih i pravnih struktura.

Drugi aspekt zaštite IKT sistema je projektovanje i uvođenje tehničkih mera za ostvarivanje zaštite celokupnog IKT sistema.

Kod analize bezbednosti IKT infrastrukture potrebno je definisati šta je to što treba obezbediti da bi se takva infrastruktura smatrala sigurnom.

Glavni atributi sigurnosti su:

1. Raspoloživost – Osigurava opstanak servisa i pored napada čiji je cilj da se oni ugroze.
2. Poverljivost – Osigurava da se neke informacije nikada ne stave na raspolaganje neautorizovanim entitetima.
3. Integritet – Garantuje da poruka nikada neće biti kompromitovana.
4. Autentikacija – Omogućava da bilo koji čvor utvrdi identitet čvora sa kojim trenutno komunicira.
5. Neporicanje – Znači da pošiljalac poruke ne može da porekne da ju je poslao.

IKT sistemi koji su predmet ovog dokumenta (TK sistemi, SCADA sistemi) se klasifikuju kao sistemi najvišeg značaja i po pitanju potrebne raspoloživosti i nivoa osetljivosti na narušavanje integiteta što podataka koje prenose što samih IKT sistema.

Kao bitni sistemski zahtevi koji utiču na raspoloživost ovih IKT servisa izdvajaju se: kontrola pristupa resursima, nadzor opreme i servisa, kriptografija, antivirusna zaštita, backup,

redundandnost opreme i servisa i ambijentalni uslovi. Posebno je bitna organizacija rada i održavanja sistema.

U Tabeli 1 dat je pregled sistemskih zahteva raspoloživosti IKT infrastrukture u EMS i EDS sa komentarima o trenutnom stanju. Svakako stalni razvoj i održavanje su neophodni.

Tabela 1 – Sistemski zahtevi za raspoloživost IKT infrastrukture

Naziv	Opis	Komentar
Kontrola pristupa	Polise kontrole pristupa	Postoje razvijeni mehanizmi kontrole pristupa IKT sistemima i u EMS i u EDS.
	Autentifikacija	Postoje razvijeni AAA mehanizmi u IKT sistemima i u EMS i u EDS.
	Fizički pristup	Fizički pristup DC i EEO je konstrolisan RFID karticama i strogo ograničen.
Monitoring	Polise za nadzor TK sistema	Postoje razvijeni mehanizmi nadzora IKT sistema i u EMS i u EDS.
	Nadzor radnih stanica, servera i uređaja	
	Analiza logova i alarma	
Kriptografija	Postojanje kriptografskih polisa	Postoje definisane polise u EMS i u EDS.
	Kriptografija TK veza	Postoje razvijeni mehanizmi kriptografije na TK vezama i u EMS i u EDS.
	Smart kartice i elektronski sertifikati	Ne koriste se u TK sistemima u EMS i u EDS.
Antivirusna zaštita	Postojanje antivirusnih polisa	Postoje razvijeni mehanizmi AV zaštite u IKT sistemima i u EMS i u EDS.
	Kompanijska antivirusna zaštita	
Rezervne kopije	Postojanje backup i restore polisa	Postoje razvijeni mehanizmi izrade rezervnih kopija IKT sistema i u EMS i u EDS.
	Testiranje restore procedura	
	Izrada backup-a	
Redundantnost	Redundantnost servera	Postoji redundantnost svih ključnih SKADA servera i u EMS i u EDS.
	Redundantnost radnih stanica	Ne postoji potpuna redundantnost svih radnih stanica u DC-ovima. Postoji redundantnost ključnih dispečerskih radnih stanica i u EMS i u EDS.
	Redundantnost mrežnih uređaja	Ne postoji potpuna redundantnost svih mrežnih uređaja i TK linkova u IKT sistemima. Redundantnost mrežnih uređaja se postiže njihovim udvajanjem. Redundantnost komunikacionih linkova je najbolje realizovati korišćenjem potpuno različitih tehnologija, ako je to moguće.
	Redundantnost komunikacionih linkova	
	Redundantnost servisa/aplikacija	Redundantnost servisa/aplikacija namenjenih SDU i drugim sistemima od značaja postiže se reduntansom servera i radnih stanica i u EMS i u EDS.
Okruženje	Klimatizacija	Kontrola temperature i vlažnosti u DC-ovima, data centrima i EEO gde se nalazi IKT oprema uglavnom je obezbeđena u EDS-u. Potrebno je unaprediti stanje u EEO. Kontrola temperature i vlažnosti u DC-ovima, data centrima i EEO gde se nalazi IKT oprema je obezbeđena u EMS-u.
	Elektromagnetna zaštita	Obezbeđena je gde god je to potrebno korišćenjem optičkih kablova.
	Napajanje	I u EDS i u EMS se koriste UPS uređaji, invertorska napajanja i agregati.

Naziv	Opis	Komentar
		Napajanje i rezervno napajanje u EMS je u potpunosti izgrađeno i obezbeđuje autonoman rad.
Organizacija	Organizacija podrške	I u EMS i u EDS postoje organizacione celine koje su zadužene za IKT podršku.
	Dokumentacija	Koristi se interna dokumentacija raspoloživih mera i planova za slučaj katastrofe.
	Servisni plan	Postoje planovi održavanja i servisiranja IKT opreme i servisa u skladu sa planovima poslovanja.
	Dežurstvo	Ne postoji posebno 24 časovno dežurstvo za IKT sisteme.
	Help desk	Ni u EMS ni u EDS ne postoji help desk. Pogotovo ne onaj koji bi radio 24/365.

5 ZAKLJUČAK

U radu je dat pregled stanja TK infrastruture od značaja za rad ključnih EE resursa EMS-a i EDS-a kao i analize operativnog rada ova dva sistema. Delovi ovoga pregleda se mogu naći u okviru posebnih izveštaja operativnih radnih grupa EDS-a i EMS-a.

Daju se predlozi mera za unapređenje rada kritičnih IKT sistema koji se mogu rekapitulirati kao:Daju se predlozi mera za unapređenje rada kritičnih IKT sistema koji se mogu rekapitulirati kao:

a. Unapređenje povezanosti EMS-a i EDS-a kako na nivou sistema govornih komunikacija tako i na nivou prenosa podataka.

b. Stalno i kvalitetno održavanje IKT sistema.

c. Unapređenje TK veza od dispečerskih centara do EEO i izgradnja redundantnih linkova, a posebno u EDS-u gde je broj EEO značajno velik.

d. Unapređenje sistema napajanja u data centrima i EEO.

e. Stalno i kvalitetno praćenje, održavanje i unapređenje bezbednosnih sistema.

f. Organizaciona poboljšanja i uvođenje dežurstva i 24 časovne IKT podrške.

g. Unapređenje kadrovske strukture i u broju i u kvalitetu u u EMS-u i u EDS-u.

Imajući u vidu sve veći stepen automatizacije elemenata EES, kako EMS-a tako i EDS-a, povećanja broj i tipova postrojenja povezanih na EES, različitosti u njihovom vlasništvu, različitosti u intresima vlasnika EE postrojenja, uticaju tržišta, obaveznosti koje propisuju kako nacionalne tako i evropske norme, kadrovske probleme oba operatora i različite druge faktore, pouzdanost rada EES na svim naponskim nivoima je od velikog značaja za rad EES a i samih operatera (EMS. EDS) kao kompanija.

LITERATURA

[1] ENTSO-E Network Code on Emergency and Restoration, ENTSO-E, 25 March 2015.
[2] Pravila o radu prenosnog sistema, EMS a.d. 2025.
[3] Commission Regulation (EU) 2017/2196 of 24 November 2017 establishing a network code on electricity emergency and restoration, L 312/54, Official Journal of the European Union, 28.11.2017.
[4] Dubačkić S, Bošković A, Vladisavljević Đ, „Predlog mera IKT zaštite sistema upravljanja elektroenergetskim objektima“, CIGRE Srbija, 36. Savetovanje CIGRE Srbija 2023, 22.-26.5.2023, Zlatibor.
[5] Plan ispitivanja opreme i sposobnosti za primenu plana odbrane sistema i plana ponovnog uspostavljanja sistema, Radna verzija, EMS a.d. 2026.
[6] Dubačkić S, Bošković A, Vladisavljević Đ, „Predlozi tipskih modela za realizaciju visoko pouzdanih lokalnih komunikacionih mreža u elektroenergetskim okruženjima“, Nacionalni komitet CIRED Srbija, 12. Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije sa regionalnim učešćem – CIRED, 30.8.-3.9.2021, Vrnjačka Banja.