



ELEKTROPRIJENOS BIH ЕЛЕКТРОПРЕНОС БИХ

Godina IV/Broj 7/maj/maj/svibanj 2018.



PUŠTENA U RAD TRANSFORMATORSKA STANICA 110 kV: Gradiška 2

Završena rekonstrukcija
transformatorskih stanica:
Mostar 7 (Balinovac)
Kiseljak
Zenica 1

Havarija u
TS 220/110/35/10 kV
Gradačac

INTERVJU

Adnan Aganović, Rukovodilac TJ Tuzla
Vukašin Stolica, Rukovodilac TJ Trebinje
Nijaz Trnka, Rukovodilac TJ Zenica
Kemal Gutlić, Rukovodilac TJ Bihać

PREDSTAVLJAMO

STRUČNI RADOVI

DOGAĐAJI

Impresum

Informativno-stručni časopis

kompanije za prenos električne energije

Generalni direktor

Mato Žarić, dipl. ing. el.

Glavni i odgovorni urednik

Jovana Mirković

Urednici:

Mr Vinko Đuragić, Mr Ebedija Hajder Mujčinagić,
Irena Krmek, Fikret Velagić, Gordan Marić

Štampa

Atlantik bb Banjaluka

DTP i dizajn

Atlantik bb

Za štampariju

Branislav Galić

Tiraž:

1350 primjeraka

Adresa

Marije Bursać 7a, Banja Luka

Riječ uredništva

Poštovani čitaoci,

pred vama je sedmi broj časopisa. Časopisa koji iz broja u broj postaje sve bolji i sadržajnije. I ovaj je na preko sto strana što je vrijedno svake hvale.

Kroz šest brojeva imali smo priliku da predstavimo misiju i viziju Kompanije, pišemo o novim svečano otvorenim transformatorskim stanicama, a u stalnoj rubrici, objavljivali smo stručne radove. Pisali smo i o radu organizacionih dijelova Kompanije, sa posebnim osvrtom na razgovore sa članovima Uprave i direktorima Operativnih područja.

U ovom broju časopisa pažnju smo posvetili nezaobilaznom stubu Kompanije, terenskim jedinicama, uspješno završenoj rekonstrukciji transformatorskih stanica Mostar 7 (Balinovac), Kiseljak i Zenica 1 i neplaniranim nepogodama, kao što smo imali havariju u TS Gradacac.

Kao i u prethodnim brojevima, približiti ćemo rad najznačajnijeg dijela Kompanije kada je u pitanju proces neposrednog održavanja, pa vam ovog puta predstavljamo rukovodioca terenskih jedinica: Tuzla, Trebinje, Zenica i Bihać.

Da Kompanija neprestano ulaže u svoj kadar, dokaz su i mnogobrojni seminari i samiti na kojima naši zaposlenici redovno uzimaju učešće. Posjetili smo Četvrti energetske summit u Neumu, koji je akcent imao na poticanje obnovljivih izvora energije u BiH i poticanje energetske efikasnosti u BiH. Učestvovali smo i na Jahorina Ekonomskom Forumu, gdje se raspravljalo o regionalnoj saradnji kao jednoj od važnih poluga ekonomskog razvoja zemalja JIE.

Kao zahvalu za rad i doprinos u Kompaniji, pažnju smo posvetili i zaposlenicima koji su u protekloj godini ostvarili pravo na penziju.



INTERVJU

Adnan Aganović,
Rukovodilac TJ Tuzla, OP Tuzla

Vukašin Stolica,
Rukovodilac TJ Trebinje,
OP Mostar

Nijaz Trnka,
Rukovodilac TJ Zenica,
OP Sarajevo

Kemal Gutlić,
Rukovodilac TJ Bihać,
OP Banja Luka

INVESTICIJE

REKONSTRUKCIJA
TS 110/X kV MOSTAR 7
(BALINOVAC) 19

PROŠIRENJE
TRANSFORMATORSKE
STANICE
TS 110/35/10 kV KISELJAK 22

RADOVI NA SANACIJI
TS 110/35/10 kV ZENICA 1 25

TS 110/20 kV
GRADIŠKA 2
PUŠTENA U RAD 28

HAVARIJA

HAVARIJA U
TS 220/110/35/10 kV
GRADAČAC 30

PREDSTAVLJAMO

SLUŽBA ZA ODRŽAVANJE
MRT I PN U TJ TUZLA 33

СЛУЖБА ЗА ОДРЖАВАЊЕ
МРТ И ПН У ТЈ ТРЕБИЊЕ 36

ZAMJENA SISTEMA ZAŠTITA,
UPRAVLJANJA
I POMOĆNOG NAPAЈANJA
U TS 110/10 kV SARAJEVO 8 38



SLUŽBA ZA RAZVODNA
POSTROJENJA TERENSKE
JEDINICE BIHAĆ 44

STRUČNI RADOVI

DIJAGNOSTIČKA ISPITIVANJA
VN PREKIDAČA
U SLUŽBI ODRŽAVANJA
RP U TJ MOSTAR 50

PREDSTAVLJANJE NOVOG
INSTRUMENTA HPLC
ODREĐIVANJE SADRŽAJA
2-FURFURALA I NJEGOVIH
SRODNIKA RASTVORENIH U
TRANSFORMATORSKOM ULJU
METODOM HPLC 53



ANALIZA ISPADA
VISOKONAPONSKIH DALEKOVODA
ZBOG ATMOSFERSKIH
PRENAPONA 58

MJERENJE IMPEDANSE
I K-FAKTORA NADZEMNIH
VODOVA. FREKVENTNI ODZIV
DALEKOVODA I UTJECAJ
FREKVENCIJE MJERENJA
NA AKTIVNU I REAKTIVNU
KOMPONENTU IMPEDANSE 66

ANALIZA STANJA I KVALITETA
TRANSFORMATORSKIH ULJA
U ENERGETSKIM
TRANSFORMATORIMA
„ELEKTROPRIJENOSA BiH“ 75

PRIMJENA PROGRAMSKOG
PAKETA EMTP-RV ZA PRIPREMU
ISPITIVANJA UZEMLJENJA 82

MJERENJE RASIPNIH
INDUKTIVITETA ENERGETSKOG
TRANSFORMATORA 90

DOGAĐAJI

UČEŠĆE I DOPRINOS
„ELEKTROPRENOSA –
ELEKTROPRIJENOSA BiH“
U RADU USAID
EIA PROJEKATA 96

ODRŽAN TREĆI
JAHORINA FORUM 102

PREDSTAVNICI
ELEKTROPRENOSA NA
ENERGETSKOM SAMITU
U NEUMU 103

SPISAK PENZIONERA 103

ЗАНИМЉИВО

ЊЕГОВО ВЕЛИЧАНСТВО
МРАВ 104

IN MEMORIAM 108





Adnan Aganović, dipl. ing el., Rukovodilac TJ Tuzla, OP Tuzla

PREDSTAVLJAMO TERENSKU JEDINICU TUZLA U OPERATIVNOM PODRUČJU TUZLA

Terenska jedinica Tuzla ima nadležnost nad objektima (transformatorske stanice i dalekovodi) na području sjeveroistočne Bosne, u Federaciji BiH, u Republici Srpskoj i u Distriktu Brčko. Po tome se TJ Tuzla razlikuje od svih ostalih osam terenskih jedinica u Kompaniji.

Trenutno, 94 zaposlenika su raspoređeni u pet službi u TJ Tuzla, i to:

- 53 zaposlenika u Službi eksploatacije,
- 19 zaposlenika u Službi za održavanje RP,
- 11 zaposlenika u Službi za održavanje DV,
- šest zaposlenika u Službi za održavanje MRT i PN,
- četiri zaposlenika u Službi za ZTP i
- rukovodilac TJ Tuzla.

U nadležnosti eksploatacije i održavanja TJ Tuzla su 22 objekta (transformatorske stanice), i to:

- dvije su naponskog nivoa 400 kV (TS Tuzla 4 i TS Ugljevik);
- 19 je naponskog nivoa 110 kV (TS Lukavac, TS Tuzla Centar, TS HAK, TS Tuzla 3, TS Tuzla 5, TS Srebrenik, TS Đurđevik, TS Banovići, TS Kladanj, TS Bijeljina 1, TS Bijeljina 2, TS Bijeljina 3, TS Janja, TS Zvornik, TS Srebrenica, TS Vlasenica, TS Lopare, TS Brčko 1 i TS Brčko 2) i
- jedna TS je naponskog nivoa 35 kV (Kalesija).

Služba za održavanje DV u TJ Tuzla održava ukupno 50 dalekovoda naponskog nivoa 400, 220 i 110 kV, cijelu dužinu dalekovoda ili dio dalekovoda (ovo se odnosi na dalekovode koji se nalaze na teritoriji dva OP-a ili se dijele između TJ Tuzla i TJ Doboje, unutar OP Tuzla).

Ukupna dužina dalekovoda koje održava Služba za održavanje DV u TJ Tuzla iznosi 946,5 km, od čega:

- 271,0 km su dalekovodi 400 kV (ukupno sedam dalekovoda);
- 171,4 km su dalekovodi 220 kV (ukupno sedam dalekovoda) i
- 504,1 km su dalekovodi 110 kV (ukupno 36 dalekovoda).

Popunjenost službi zaposlenicima je relativno dobra. Služba eksploatacije je popunjena skoro 100%. Objekti TS 400 kV imaju poslovođu u pet dežurnih električara. Osamnaest od 19 TS 110 kV imaju poslovođu u jednog dežurnog električara. Samo TS Tuzla 3, koja je puštena u pogon u septembru 2017. godine, nema posadu. Za tu TS je zadužena posada iz TS Tuzla Centar. Prijemom radne snage i popunjavanjem posada TS do nivoa predviđenog Pravilnikom o

sistematizaciji radnih mjesta, u potpunosti je implementiran sistem daljinske komande, sa stanovišta pokrivenosti nadzora nad objektom od strane dežurnih električara. Isto tako je konačno riješen i problem enormnog broja narađenih sati kod dežurnih električara.

Služba za održavanje RP je zadovoljavajuće popunjena. Sada u Službi ima dosta mladih zaposlenika. Nažalost, najiskusniji zaposlenici su većinom ili pred odlaskom u penziju ili su invalidi rada.

Služba za održavanje DV, Služba za održavanje MRT i PN i Služba za ZTP još uvijek nisu dovoljno popunjene, ali i u takvim uslovima ove službe u potpunosti ispunjavaju svoje zadatke.

U posljednjih nekoliko godina je na objektima koji pripadaju TJ Tuzla realizovano više projekata rekonstrukcije. U TS Tuzla 4 do sada su završene dvije faze rekonstrukcije u kojima je izvršena zamjena VN opreme, 35 kV opreme, dijela opreme vlastite potrošnje i antikorozivna zaštita portala i nosača aparata u VN postrojenju. U TS HAK rekonstrukcijom je izvršena zamjena opreme u VN postrojenju, ugradnja energetskog transformatora 40 MVA i izgradnja novog postrojenja 35 i 10(20) kV. U TS Lopare je izvršena zamjena dijela opreme u VN postrojenju. U TS Tuzla Centar izvršena je ugradnja novog T1 40 MVA. U TS Srebrenica, TS Brčko 1 i TS Bijeljina 3 izvršena je zamjena SCADA sistema. U TS Ugljevik izvršena je ugradnja dva nova invertora. Završena je izgradnja TS Tuzla 3 uz izgradnju priključnog 110 kV DV/KV i ugradnju OPGW na DV 110 kV Tuzla Centar – Tuzla 3. U navedene projekte rekonstrukcije Kompanija je uložila 13 650 000 KM.

U toku su projekti na rekonstrukciji nekoliko objekata. U TS Tuzla 5 u toku je izgradnja novog 35 kV postrojenja. Takođe je u toku rekonstrukcija TS Bijeljina 1, gdje je predviđena zamjena opreme u VN postrojenju, ugradnja dva nova energetska transformatora 40 MVA i izgradnja novog postrojenja 35 i 10 kV. U TS Zvornik je predviđena zamjena opreme u VN postrojenju, ugradnja novog energetskog transformatora 20 MVA i zamjena opreme u postrojenju 35 kV. U TS Tuzla Centar je u toku zamjena dijela opreme u VN postrojenju. U TS Lukavac su u toku dva projekta: zamjena T2 novim transformatorom 40 MVA i zamjena T1 novim

Služba za održavanje DV, Služba za održavanje MRT i PN i Služba za ZTP još uvijek nisu dovoljno popunjene, ali i u takvim uslovima ove službe u potpunosti ispunjavaju svoje zadatke.

transformatorom 40 MVA uz zamjenu dijela opreme 110 i 35 kV. Za ove projekte će biti izdvojeno oko 8 240 000 KM.

Na DV 110 kV: Srebrenik – Brčko 1, Tuzla Centar – Tuzla 5, Lukavac – Srebrenik, Kladanj – Vlasenica, Tuzla 4 – Banovići i Gračanica – Lukavac izvršena je ugradnja OPGW, za šta je izdvojeno 2 690 000 KM.

Izvršena je antikoroziivna zaštita na DV 220 kV TE Tuzla – Đakovo i na DV 110 kV Tuzla Centar – Lopare u vrijednosti 700 000 KM.

Za sanaciju DV 110 kV TE Tuzla – Lukavac 1 i DV 110 kV Srebrenica – Zvornik utrošeno je 860 000 KM.

Takođe su realizovani projekti na sanaciji građevinskog dijela objekata. Za izgradnju uljnih jama i temelja za nove energetske transformatore u TS Ugljevik, TS Janja i TS Lopare, uloženo je 166 000 KM.

Za sanaciju hidrantske mreže u TS Tuzla 4 i TS Banovići, za sanaciju komandne zgrade, zgrade

6 kV postrojenja i AKZ u VN postrojenju u TS Tuzla 5, za zamjenu ograde oko postrojenja u TS Tuzla Centar, za sanaciju pristupnog puta za TS Bijeljina 3, uloženo je 297 000 KM.

Za izradu kosih krovova u TS Banovići, TS Đurđevik, TS Tuzla 5 i TS Srebrenik, za sanaciju krova u TS Tuzla 4 i za sanaciju WC-a, kupatila i kuhinje u TS Zvornik, Kompanija je utrošila 173 000 KM.

U toku 2016. i 2017. godine, izvršena je zamjena opreme vlastite potrošnje. AKU baterije su zamijenjene u: TS Bijeljina 2, TS Lopare, TS Hak, TS Srebrenica, TS Kladanj. Ispravljači su zamijenjeni u: TS Kalesija, TS Banovići, TS Lukavac, TS Tuzla 5, TS Kladanj, TS Srebrenik. Invertor je zamijenjen u TS Srebrenik. Ispravljač sa invertorom je zamijenjen u: TS Brčko 1, TS Brčko 2, TS Bijeljina 2, TS Bijeljina 3, TS Vlasenica, TS Lopare i TS Srebrenica.





Vukašin Stolica, dipl. inž. el., Rukovodilac TJ Trebinje, OP Mostar

12 GODINA POSTOJANJA TJ TREBINJE

Terenska jedinica Trebinje jedna je od dvije terenske jedinice koje se nalaze u sastavu Operativnog područja Mostar. Možete li nam ukratko predstaviti terensku jedinicu kojom rukovodite?

Donošenjem Zakona o osnivanju Kompanije „Elektroprenos BiH“, Zakona o DERK-u i Zakona o NOS-u, te donošenjem Statuta Kompanije „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ a.d. Banja Luka, dana 28.02.2006. godine kod Suda BiH je registrovana Kompanija „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ a.d. Banja Luka, što se smatra početkom rada i postojanja Kompanije.

Kompanija je počela sa radom globalno organizovana u pet direkcija, četiri operativna područja i devet terenskih jedinica, i to:

Direkcije:

- Direkcija za rad i održavanje sistema,
- Direkcija za planiranje sistema i inženjering,
- Direkcija za administrativno-ekonomske poslove,
- Direkcija za pravne poslove i
- Direkcija za kadrovske poslove.

Operativna područja:

- Operativno područje Banja Luka,
- Operativno područje Mostar,
- Operativno područje Sarajevo i
- Operativno područje Tuzla.

Operativno područje Mostar, u čijem se sastavu nalazi Terenska jedinica Trebinje, organizovano je u

četiri sektora i dvije terenske jedinice, i to Terenska jedinica Mostar i Terenska jedinica Trebinje.

Terenska jedinica Trebinje, što je i jedinstvena organizaciona struktura na nivou Kompanije, organizovana je u pet službi, i to:

- Služba za održavanje dalekovoda,
- Služba za održavanje razvodnih postrojenja,
- Služba za održavanje MRT i PN,
- Služba eksploatacije i
- Služba za ZTP.

U nadležnosti TJ Trebinje sa stanovništva održavanja i eksploatacije nalazi se oko 501 km 400 kV, 220 kV i 110 kV mreže (dalekovoda), i to:

- 400 kV dalekovoda u dužini 133 km,
- 220 kV dalekovoda u dužini 163 km,
- 110 kV dalekovoda u dužini 205 km;

i pet trafostanica naponskog nivoa 400 kV i 110 kV, i to:

- TS 400/220/110/35/10 kV Trebinje,
- TS 400/110/35/6,3 kV Gacko,
- TS 110/10/35 kV Bileća,
- TS 110/10/35 kV Trebinje 1 i
- TS 110/10/20 kV Nevesinje.

Terenska jedinica Trebinje trenutno broji 112 zaposlenih.

Terenska jedinica Trebinje u postojećem kapacitetu je de fakto startovala sa radom avgusta mjeseca 2006. godine, kada su u dobroj mjeri bile završene sve aktivnosti i procedure oko alokacije sredstava, opreme, radne snage, prava i obaveza iz drugih elektroprivrednih preduzeća, a sve u skladu sa Akcionim planom o formiranju Kompanije za prenos električne energije na nivou BiH.

Sam početak rada Kompanije što se tiče Terenske jedinice Trebinje odvijao se, odnosno, bolje rečeno, počeo odvijati u uslovima intenzivne investicione aktivnosti na planu rekonstrukcije i proširenja EEO kroz program Energija 3 (Power 3), pri čemu su prve aktivnosti na tom planu počele isključivo vlastitim radom da bi poslije odluke Uprave Kompanije bile nastavljene angažovanjem trećih lica po sistemu TD – ponuda – ugovor.

U tom periodu, u TJ Trebinje, u sklopu programa Energija 3, u periodu od 2006. do 2008. godine, urađene su nepotpune rekonstrukcije i proširenja dvije TS 400 kV, i to:

- TS 400/220/110/35/10 kV Trebinje i
- TS 400/110/35/6,3 kV Gacko.

Završetkom ovih investicionih aktivnosti, što se tiče daljih ulaganja u rekonstrukcije i proširenja EEO, nastupa period totalnog zamrzavanja ovih aktivnosti uzrokovan potpunom blokadom rada organa upravljanja i Uprave, tako da Kompanija od tada pa sve do 2014. godine faktički funkcioniše u najnužnijem poslovnom obliku, odnosno živi i radi po principu infuzije u pravcu tekućeg održavanja rada EES, koji je u nadležnosti „Elektroprenosa BiH“.

Kakvi su problemi i poteškoće s kojima ste se susretali u radu i funkcioniranju Terenske jedinice Trebinje?

Pored ovih problema u samom početku njenog rada, TJ Trebinje je bila opterećena, a i dan-danas osjećaju se posljedice tih aktivnosti, viškom, prije svega tehnološkim, radne snage koja je u procesu osnivanja Kompanije preuzeta od drugih elektroprivrednih preduzeća, prije svih ZP „HET“ Trebinje. To je permanentno opterećivalo TJ Trebinje, a slobodno se može reći da je to i danas slučaj, u smislu zapošljavanja mlade, stručne i neophodne radne snage bez koje se normalno održavanje procesa rada ne može zamisliti i obezbjeđivati jedno profesionalno i kvalitetno funkcionisanje aktivnosti iz djelokruga rada TJ. Istine radi, nije se poseglo za nepopularnim mjerama rješavanja tehnološkog viška radne snage, već je to prepušteno, bar za sada, prirodnom odlivu radne snage po drugim osnovama, koji je u prethodnom periodu zbog starosti iste bio preko 30 procenata.

Lično mislim da tim problemima moramo ipak pristupiti strateški, to jest, bez obzira na sve, moramo biti svjesni da bez stručnih i kvalifikovanih kadrova nema ni osnovne funkcije TJ Trebinje, ili bilo kog drugog dijela Kompanije, koji se nalazi u sličnim objektivnim i suštinskim problemima i situaciji. Balasti, prije svega reaktivni, ne smiju biti prepreka za paralisiranje kvalitetnog rada TJ. To znači da u narednom periodu bez odgađanja i rezervi moramo napraviti zaokret koji se ogleda u tome da se izmijeni i poboljša stručna, prije svega VSS kvalifikovana struktura u ovoj TJ, što znači da u bliskom narednom periodu moramo primiti minimalno pet do šest diplomiranih inženjera energetske struke.

Što se tiče samog starta rada TJ u novim organizacionim okolnostima, on je takođe bio opterećen mnogim problemima, koji su se ogledali, prije svega, u zastarjelosti i nedovoljnoj opremljenosti voznog parka kao osnovne pretpostavke za obavljanje ove djelatnosti, zatim nedovoljnoj opremljenosti alatima i oruđima za rad te mjernim instrumentima koji su neophodni za kvalifikovano i meritorno održavanje, ispitivanje, reviziju i remont elektroenergetskih postrojenja. Što se tiče voznog parka i mjernih i ispitnih instrumenata, u prethodnom periodu je zaista napravljen veliki pomak i uložena su značajna sredstva za opremanje TJ za normalan rad u tom smislu. Krucijalni problem koji do dan-danas nije riješen kad je u pitanju ova TJ jeste nabavka oruđa za rad, tj. hidraulične dizalice odgovarajućih tehničkih performansi bez koje se ne može zamisliti efikasno i stručno održavanje opreme u TS. Tim prije, ovaj problem zaslužuje još veću pažnju i obavezu ako pođemo od objektivne činjenice da se u nadležnosti održavanja ove TJ nalaze dvije TS 400/x kV, kao značajna energetska čvorišta u koja direktno pristupaju veliki proizvođači unutar EES BiH. Ovaj problem je urgentan i on se što prije mora riješiti.

Jeste li zadovoljni realizacijom investicija i rekonstrukcija u Vašoj terenskoj jedinici?

Analizirajući prethodni rad Kompanije, tj. od momenta njenog postojanja do danas, vrlo značajno je napomenuti, što se i TJ Trebinje tiče, period od 2014. godine do danas, kada su se u Kompaniji desile već duži period očekivane stvari, a to je funkcionisanje i prilagođavanje principa koji su odblokirali rad organa upravljanja i Uprave Kompanije, što je rezultovalo vrlo intenzivnim aktivnostima na planu ulaganja u rekonstrukcije, proširenja i izgradnju važnih elektroenergetskih objekata, koji čine prenosni energetski sistem BiH. Ovaj period je, slobodno se može reći, bio period pretjerane, pa čak i što se dinamike tiče, period nerealno planirane ubrzane izgradnje i rekonstrukcije EEO unutar prenosne Kompanije.

Što se TJ Trebinje tiče, u ovom periodu je završena potpuna rekonstrukcija i proširenje TS 110/10/35 kV Bileća, TS 110/10/20 kV Nevesinje te završena ugrad-

nja i oprema pripadajućih polja i puštanje u pogon TR 3 220/110 kV, 150 MVA u TS 400/x kV Trebinje.

Što se tiče DV, završena je rekonstrukcija (planirana) DV 220 kV Mostar 2 i DV 220 kV Mostar 1. U toku je izgradnja novog DV 110 kV Gacko–Nevesinje, kao jedne od najvažnijih investicija na području EES Istočne Hercegovine, čime će se trajno riješiti dugoročni problem radijalnog napajanja Opštine Gacko i Opštine Nevesinje. Ovim projektom će se i u regionalnom smislu bolje uvezati 110 kV mreža EES BiH sa susjednim energetskim sistemima, prije svega Republike Hrvatske i Republike Crne Gore. Vrlo značajna sredstva su uložena i u rekonstrukciju i adaptiranje poslovne zgrade TJ i pomoćnih objekata.

S obzirom na to da idete u mirovinu, što možete poručiti Vašim kolegama?

Moje lično mišljenje i stav je da od kvaliteta i uspjehnosti rada TJ umnogome zavisi i pravovremenost, kvalitet i kontinuitet rada Kompanije kao cjeline, što znači da što je rad TJ uspješniji – to su sveukupan rad i rezultati rada Kompanije kao cjeline sve izražajniji, uspješniji i na više nego zadovoljavajućem nivou. Moja sugestija je da zbog specifičnosti uloge i pozicije TJ koja je van sjedišta OP, u narednom periodu moramo, prije svega Uprava, organi upravljanja Kompanije i OP, posvetiti još više pažnje tim TJ kako bi ih još više osposobljavali za još autonomniji rad. To, po mom ličnom mišljenju, direktno proizilazi iz organizacijske i prostorne pozicije i uloge TJ u sastavu OP, odnosno Kompanije.

Dalje, polazeći od trenutnih problema koji, u organizacijskom i tehnološkom pogledu, u radu Uprave i organa upravljanja, pritiskuju i opterećuju normalan rad Kompanije, apelujem na to da sve nadležne upravne strukture i Uprava u što kraćem roku iznađu što objektivnija, cjelishodnija i, na opšte zadovoljstvo, najefikasnija rješenja, koja će biti istinski pokretač poslovnih aktivnosti unutar Kompanije, tj. razvojnih aktivnosti, planova i programa koji su u ovom trenutku dovedeni u pitanje i nalaze se u pretfazi potpune blokade i obustavljanja aktivnosti.



Nijaz Trnka , dipl. ing. el, Rukovodilac TJ Zenica, OP Sarajevo

U TOKU SU AKTIVNOSTI NA IZGRADNJI SJEDIŠTA TJ ZENICA U GRADU ZENICA

TJ Zenica je nastala ujedinjenjem pojedinih objekata i zaposlenika iz nekadašnjeg Pogona za održavanje, remont i servisiranje u okviru Elektroprenosa Sarajevo i pojedinih objekata i zaposlenika iz Elektroprivrede HZ HB iz Središnje Bosne. Terenska jedinica nije imala svoje jedinstveno sjedište, već je bila dislocirana na više lokacija i to u Sarajevu, Blažuju (Ilidža), TS Vitez, TS Kiseljak i TS Zenica 4.

TJ Zenica je jedna od tri terenske jedinice koje se nalaze u sastavu OP Sarajevo. Možete li nam kratko pojasniti za koji dio elektroenergetske mreže je zadužena terenska jedinica kojom rukovodite?

U cilju očuvanja stalne tehničke ispravnosti elektroenergetskih postrojenja, TJ Zenica vrši redovna planiranja i redovna održavanja elektroenergetskih postrojenja i elemenata prijenosne mreže iz svoje nadležnosti, radi utvrđivanja stanja pogonske spremnosti postrojenja, određivanja potreba izvanrednih revizija i remonta, rada na otklanjanju uočenih nedostataka na elektroenergetskim postrojenjima, rada na većim popravcima i zamjeni dotrajalih dijelova, a sve u skladu sa Pravilnikom o održavanju elemenata prijenosne mreže. Pored navedenog, TJ Zenica vrši i otklanjanje kvarova na postrojenjima prijenosne mreže koji nisu obuhvaćeni pomenutim pravilnikom. Zbog jasnije predstave o obimu prijenosne mreže i elektroenergetskih objekata, za čije održavanje je nadležna TJ Zenica, navešću neke karakteristične tehničke podatke. Ukupna dužina DV mreže iznosi 662 km, i to: 370 km naponskog nivoa 110 kV, 261 km naponskog nivoa 220 kV, i 31 km naponskog nivoa 400 kV. Što se tiče elektroenergetskih objekata i postrojenja, stanje je sljedeće: 15 TS 110/x kV, jedna TS 220/x kV, jedna TS 35/x kV, jedno RP 220 kV, jedna EVP 110/x kV i jedna transformacija 220/x kV pri TE Kakanj (energ. transformator 150 MVA).

S obzirom na to da su terenske jedinice, organizacioni dijelovi Kompanije, zadužene za neposrednu realizaciju održavanja elektroenergetskih objekata i dijela investicionih projekata, naravno, uz saradnju i ostalih subjekata u Operativnom području, da li sa trenutno raspoloživim osobljem imate poteškoća u ispunjavanju planiranih aktivnosti?

TJ Zenica je prilikom svog nastanka (2006. god.) brojala 136, a danas broji 88 zaposlenika. Do stupanja na dužnost nove uprave „Elektroprenosa BiH“ (2014. god.), imala je samo tri VSS rukovodioca. Službe RP, MRT i Eksploatacija nisu imale rukovodioce niti zaposlenih VSS inženjera. Isto tako, nedostajalo je čak 11 dežurnih električara, a još nekoliko ih je trebalo ići u penziju. Ni u drugim službama stanje nije bilo puno bolje. U TJ je bilo dosta pomoćnih

i administrativnih radnika, kao i zaposlenika koji se zbog svojih neadekvatnih stručnih sprema ili zdravstvenih ograničenja nisu mogli na pravi način uključiti u svakodnevne aktivnosti. Međutim, i u takvim okolnostima i uslovima, terenska jedinica je, uz ogroman napor svih zaposlenih, uspješno izvršavala sve planske i druge obaveze.

Tek od 2014. godine, počinje period značajnog zapošljavanja VSS i ostalih potrebnih kadrova, kako u Kompaniji tako i u TJ Zenica. Od tada pa do danas, u TJ Zenica zaposleno je ukupno 25 novih zaposlenika, i to: pet VSS, četiri montera i 16 dežurnih električara. Da nije došlo do pomenutih zapošljavanja, TJ Zenica bi se danas našla u izuzetno teškom položaju i njeno funkcionisanje bi sigurno bilo upitno. Bez novih zaposlenika TJ bi sada imala 63 zaposlenika, što bi svakako bilo nedovoljno za iole ozbiljnije funkcionisanje jedne terenske jedinice, sa navedenim brojem elektroenergetskih objekata koji su joj dati u nadležnost. Pomenuta zapošljavanja su, na prijedloge iz TJ, pratila i određena unapređenja postojećih zaposlenika. Značajan broj novih zaposlenika, te pomenuta unapređenja koja je nova uprava odobravalala i promovisala, u velikoj mjeri je olakšalo dotadašnju organizaciju i funkcionalnost TJ Zenica. Ubrzo su popunjena sva rukovodeća radna mjesta, službe kadrovski ojačane, a služba eksploatacije preporođena. Naravno, kadrovska problematika još uvijek nije zaokružena, ali u odnosu na period do 2014. godine, stanje je sada neuporedivo povoljnije. Vjerujem da će se ovaj pozitivan trend zapošljavanja i unapređenja nastaviti i u narednom periodu i da će se uskoro TJ moći pohvaliti da je zaokružila svoju kadrovsku problematiku. Do tada, mi ćemo, kao i do sada, ulagati stalne napore da se, u zadatim rokovima, svi planirani poslovi realizuju kvalitetno, stručno i u punom obimu.

Tokom formiranja TJ Zenica, zatečeno stanje je bilo da su uposlenici bili raspoređeni na više lokacija. Da li je ovakva dislociranost uzrokovala neke probleme u svakodnevnoj koordinaciji poslova, te šta se sve dosad preduzelo na oformljavanju stalnog sjedišta terenske jedinice u gradu Zenica?

TJ Zenica je osnovana 2006. god., kada je osnovana i nova Kompanija „Elektroprenos BiH“. Nastala je ujedinjenjem pojedinih objekata i zaposlenika iz nekadašnjeg

Pogona za održavanje, remont i servisiranje u okviru „Elektroprenosa Sarajevo“ i pojedinih objekata i zaposlenika iz „Elektroprivrede HZ HB“ iz Središnje Bosne. Terenska jedinica nije imala svoje jedinstveno sjedište, već je bila dislocirana na više lokacija, i to u Sarajevu, Blažuju (Ilidža), TS Vitez, TS Kiseljak i TS Zenica 4.

Rad u ovakvim uslovima bio je zahtjevan i iscrpljujući za sve zaposlenike, što je, pored velike kadrovske nepopunjenosti, stvaralo dodatne probleme u radu i funkcionisanju terenske jedinice. Međutim, sve teškoće su se uspješno prevazilazile zajedništvom i ulaganjem dodatnih napora svih zaposlenika, tako da, gledajući sa strane, ovi problemi se nisu primjećivali. Stanje u ovom segmentu se pokrenulo sa mrtve tačke 2015. god., kada je Uprava dala nalog da se u gradu Zenica iznajme prostorije za privremeno sjedište i da TJ svoje aktivnosti obavlja iz Zenice. Za ove potrebe su iznajmljene i osposobljene prostorije u zgradi Željezare Zenica, što je poboljšalo i pojednostavilo funkcionisanje terenske jedinice, jer su svi rukovodioci i administrativni radnici bili zajedno i djelovali sa iste lokacije. Upravo s tim, pokrenute su aktivnosti na traženju adekvatne lokacije za izgradnju sjedišta TJ Zenica. U tom smislu, završene su sve potrebne aktivnosti: od pronalaska i kupovine zemljišta, preko pokretanja javne nabavke do izbora izvođača radova i potpisivanja ugovora s njim. Ovih dana se očekuje i početak radova na izgradnji sjedišta TJ Zenica, a završetak izgradnje se očekuje krajem ove godine.

U maju ove godine istekao je ugovor sa Željezarem Zenica o izdavanju prostora za privremeno sjedište TJ Zenica, a s obzirom na to da je u Željezari pokrenut stečajni postupak, i da se do kraja ove godine očekuje završetak izgradnje poslovnog objekta, donesena je odluka da se ne potpisuje novi ugovor sa Željezarem Zenica, te da se zaposlenici TJ Zenica ponovo vrate na prvobitni način rada do završetka izgradnje stalnog sjedišta. Svečanim useljenjem u nove vlastite prostorije sjedišta, konačno će se u potpunosti zaokružiti formiranje TJ Zenica.

Možete li nam navesti najznačajnije investicione projekte koji su se u proteklom periodu realizirali na području TJ Zenica, kao i one čija je realizacija u toku?

Nakon devetogodišnjeg „sušnog“ investicionog perioda, dolaskom nove uprave otvorili su se značajni investicioni projekti u cijeloj Kompaniji, a samim

tim i u TJ Zenica. Ovom prilikom nabrojat ću samo neke značajnije i krupnije projekte koji su realizovani ili započeti u prethodnom periodu: izgradnja nove TS 110/x kV Fojnica (cca 2,94 mil. KM), izgradnja jednosistemskog DV 110 kV, TS Visoko – TS Fojnica (cca 3,1 mil. KM), rekonstrukcija TS 110/20/10 kV Busovača sa ugradnjom transf. T2 20 MVA (cca 2,76 mil. KM), sanacija DV 220 kV na dionici: RP Kakanj – SM 57 (1,41 mil. KM), nabavka i ugradnja novog ET150 MVA u TS 220/110 kV Zenica 2 (cca 1,75 mil. KM), ugradnja ET 20 MVA sa pripadajućim poljima u TS 110/20/10 kV Kiseljak (cca 1,19 mil. KM), u toku je izgradnja TS 110/x kV Žepče (cca 2,7 mil. KM) i izgradnja poslovne zgrade (sjedišta) TJ Zenica u Zenici (cca 1,45 mil. KM).

Realizacijom ovih projekata, kao i onih manjeg obima, koji ovaj put nisu navedeni, TJ Zenica je značajno dobila na efikasnosti, pouzdanosti i sigurnosti napajanja elektroprenosne mreže po 220 i 110 kV naponima, kao i postojećeg distributivnog konzuma. Završetkom radova na izgradnji modernog poslovnog objekta (sjedišta) TJ Zenica u gradu Zenica, Terenska jedinica Zenica će napokon u potpunosti zaokružiti svoje formiranje i upravljanje sa jedne lokacije i nastaviti još uspješnije djelovati i raditi na jednom većem nivou i, dakako, na puno lakši i funkcionalniji način.

Kako je elektroenergetski sistem jedna cjelina, neminovna je svakodnevna saradnja sa terenskim jedinicama i sektorima unutar OP Sarajevo, te sa terenskim jedinicama u drugim operativnim područjima. Kako cijenate nivo te saradnje?

Drago mi je da ste postavili ovo pitanje, jer TJ Zenica u ovom segmentu može da se pohvali da je vjerovatno jedina terenska jedinica u Kompaniji koja je, vezano za davanje svojih usluga, boravila u svim TJ u svim operativnim područjima „Elektroprenosa BiH“. Usluge drugim TJ je najčešće pružala Služba za održavanje RP u vidu redovnih održavanja i raznim intervencijama na energetskim transformatorima svih naponskih nivoa, te njihovim demontažama i montažama. Povremeno, po potrebi, i Služba za održavanje DV TJ Zenica, pružala je usluge drugim terenskim jedinicama, kao što su to po potrebi činile i službe za održavanje DV iz TJ Sarajevo i TJ Višegrad našoj terenskoj jedinici.

Posebno smo ponosni na pružanje usluga kompletnih sanacija energetske transformatora u pojedinim trafostanicama u drugim OP. Pružane su i usluge sušenja izolacionog sistema i transformatorskog ulja u energetskim transformatorima, a vršene su i obuke zaposlenika u tom segmentu.

Prilika je da se pomene da je TJ Zenica do prije nekoliko godina pružala stalne usluge u održavanju energetske transformatora u TJ Tuzla, TJ Doboj i TJ Sarajevo, u obimu oko 80 energetske transformatora godišnje, pored tridesetak energetske transformatora u našoj TJ Zenica. Sva održavanja su vršena u skladu sa Pravilnikom o održavanju elemenata prijenosne mreže u „Elektroprenosu BiH“, uz obaveznu izradu i dostavljanje popratnih, propisanih izvještaja o ispitivanju i održavanju. U istom periodu je i TJ Sarajevo pružala usluge našoj TJ Zenica, u vidu održavanja VN i SN opreme.

Pored stalne saradnje sa rukovodiocima TJ Sarajevo i TJ Višegrad u okviru OP Sarajevo, saradnja sa većinom rukovodilaca TJ i iz drugih operativnih područja je zadovoljavajuća. Posebno se to odnosi na povremenu saradnju sa rukovodiocima TJ Tuzla, TJ Mostar, TJ Doboj i TJ Bihać.

Takođe, sve službe u TJ Zenica imaju odličnu saradnju sa svim službama u sektorima OP Sarajevo. Da bi se ova saradnja i dodatno produbila, neophodno je da Uprava Kompanije nastavi započeti proces popunja-

vanja upražnjenih radnih mjesta, jer dugogodišnji radnici već počinju osjećati godine napornog rada i potrebno je da mlađim generacijama prenesu svoja bogata iskustva i znanja.

Ima li nešto što biste željeli posebno istaknuti u radu TJ Zenica?

U ovom intervjuu namjerno nisam pominjao imena. TJ Zenica je kolektiv u kojem skoro svi zaposlenici, prilikom obavljanja svakodnevnih radnih aktivnosti, daju svoj maksimum. Pominjanjem bilo kojih imena, vjerovatno bih se ogriješio o nekog zaposlenika, jer svima njima je cilj da TJ Zenica uspješno i kvalitetno funkcioniše i realizuje postavljene zadatke i da i oni u tom procesu daju svoj maksimalni doprinos.

Posebno želim istaknuti da, i pored problema koji su pratili formiranje i stasavanje TJ Zenica, zadovoljstvo je biti na čelu kolektiva u kojem se poštuje rad, disciplina i hijerarhija, u kojem se i oni mali nesporazumi brzo prevazilaze, u kojem nema puno priče, ali ima puno rada, vedrine i zdravog radnog duha, u kojem svi sastanci i dogovori vezani za posao traju kratko, sa jasnim zaključcima i rokovima, koji se pritom i poštuju, u kojem nije bitno da li je zaposlenik iz Viteza ili Sarajeva, Zenice ili Kiseljaka, Novog Travnika ili Kaknja, Bugojna ili Busovače, Žepča ili Zavidovića, Vareša ili Travnika... i na kraju, u kolektivu u kojem su, za vrijeme redovne pauze, svi raspoloženi i zajedno piju i kavu i kahvu i kafu...



Mr Kemal Gutlić, dipl. ing. el., Rukovodilac TJ Bihać, OP Banja Luka

TERENSKA JEDINICA BIHAĆ SLOŽNO DO REALIZACIJE INVESTICIONIH PROJEKATA U ZADATIM ROKOVIMA

TJ Bihać pokriva područje Unsko-sanskog kantona, kao i Drvar i Bosansko Grahovo koji pripadaju Kantonu 10 Federacije BiH. Kao dio OP Banja Luka, u nadležnosti ima četrnaest trafostanica, od kojih je jedna 220 kV – TS Bihać 1, i trinaest trafostanica 110 kV. Pored TS, u nadležnosti TJ Bihać su dva 220 kV dalekovoda, kao i devetnaest 110 kV dalekovoda u ukupnoj dužini od 440 km. U okviru svojih nadležnosti TJ Bihać uspješno je realizovala sve planirane investicione projekte u zadatim rokovima, a sa ciljem povećanja stepena sigurnosti u napajanju potrošača električnom energijom.

Kao rukovodilac Terenske jedinice Bihać, šta nam možete reći o tekućoj problematici, kako u kadrovskom tako i u tehničkom smislu?

TJ Bihać do nastanka Kompanije (2006. god.), brojala je 64 radnika. Osnivanjem Kompanije pod nadležnost TJ Bihać došle su i TS 110/x kV Drvar i TS 110/x kV Bosansko Grahovo, čime je TJ Bihać dobila sedam novih radnika, što je ukupno 71 radnik, i to sljedeće kvalifikacione strukture:

- VSS – dva radnika,
- VŠS – jedan radnik,
- VKV – 59 radnika,
- SSS – četiri radnika,
- KV – dva radnika,
- PK – tri radnika.

Ono što je potrebno istaći jeste da je TJ Bihać bila suočena sa nedostatkom odgovarajućeg kadra, odnosno VSS inženjera. Služba za MRT, RP, kao i Služba za DV nisu

imale rukovodioce. Međutim, i u ovakvim uslovima, TJ Bihać je uz napor svih zaposlenih uspješno izvršavala sve postavljene zadatke.

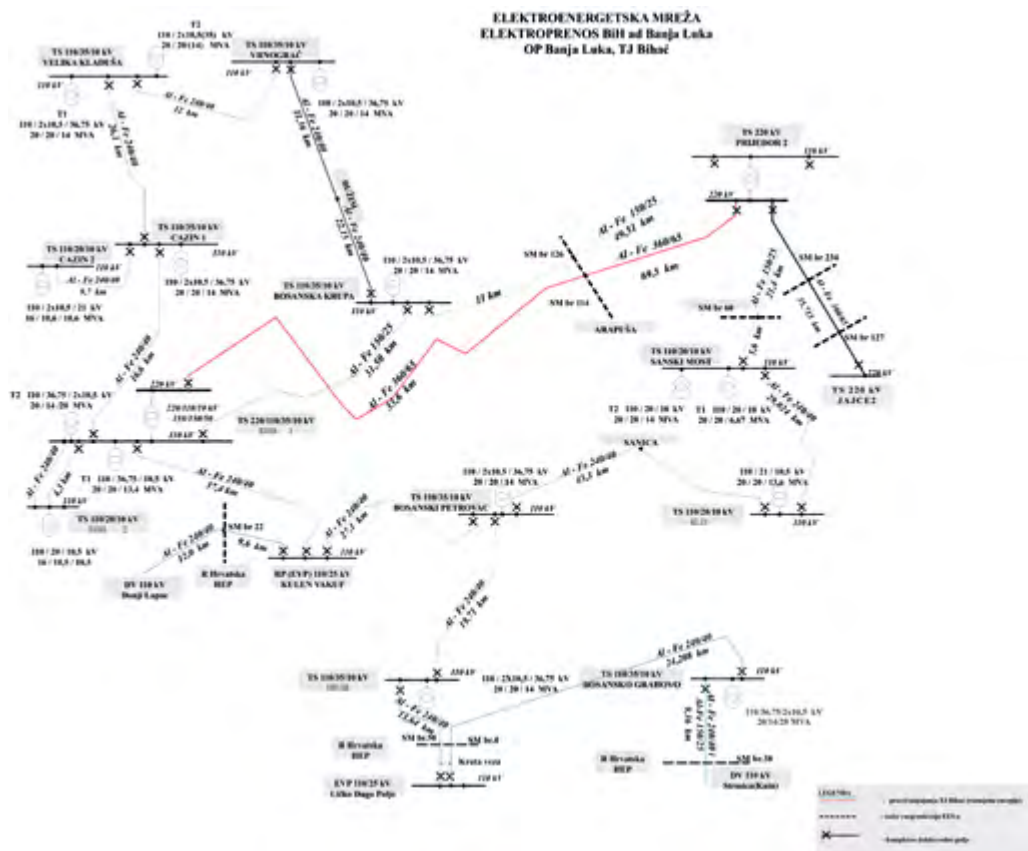
Dolaskom na dužnost nove Uprave Elektroprenosa BiH (2014. god.), zaposleno je 12 novih radnika, i to:

- VSS – četiri radnika,
- VKV – dva radnika,
- SSS – šest radnika.

Od nastanka Kompanije do danas, u penziju je otišao 31 radnik, zbog redovnog penzionisanja, ali, nažalost, i dva radnika u Službi eksploatacije su preminula.

Trenutno su u TJ Bihać uposlena 52 radnika, koji obavljaju sve poslove u nadležnosti terenskih jedinica.

Evidentno je da je TJ Bihać suočena sa nedostatkom zaposlenih, pa se nadamo da će se trend zapošljavanja nastaviti i u narednom periodu, a mi ćemo, kao i do sada, nastojati da se svi planirani poslovi realizuju u zadatim rokovima, kvalitetno, stručno i u punom obimu.



Neophodnost u stabilnom funkcionisanju elektroenergetskog sistema jeste saradnja sa svim organizacionim cjelinama, kako u okviru jednog operativnog područja, tako i šire. Jeste li zadovoljni tom saradnjom?

Što se tiče saradnje kako unutar OP Banja Luka, tako i prema ostalim operativnim područjima, ona je potpuna, bilo da se radi o razmjeni informacija i angažovanju pojedinih ekipa ili posudbi neophodnih rezervnih dijelova i opreme, a sve u zavisnosti od toga o kakvim potrebama je riječ.

Moram naglasiti da imamo izvrsnu saradnju na svim nivoima unutar OP Banja Luka, što se svakako odražava na realizaciju planskih aktivnosti, kako u procesu nabavke, tako i u procesima održavanja i izgradnje.

Pored svakodnevnih uobičajenih aktivnosti, u proteklom periodu ste se suočili i sa realizacijom nekih investicionih projekata. Možete li nam reći nešto konkretno u vezi s tim?

U TJ Bihać, u protekle tri godine, otkad su pokrenute investicione aktivnosti, uspjeli smo realizovati dosta projekata, kao što je:

- ugradnja optičkog kabla na DV 110 kV Cazin 1 – Cazin 2, vrijednosti 218.958,00 KM;
- izgradnja TS Bužim, vrijednosti cca 3.500.000,00 KM;
- izgradnja novog SN postrojenja u TS Sanski Most, vrijednosti 1.071.720,00 KM;
- ugradnja drugog transformatora sa pripadajućim poljem u TS Bihać 2, vrijednosti 1.469.922,00 KM;
- ugradnja drugog transformatora sa pripadajućim poljem u TS Cazin 1, vrijednosti 1.507.465,21 KM;
- zamjena tri SN ćelije u TS Bihać 1, vrijednosti 145.934,10 KM;

a spomenućemo i investicije koje su u toku:

- ugradnja drugog transformatora sa pripadajućim poljem u TS Bosanski Petrovac, vrijednosti 1.532.526,84 KM;
- izgradnja pomoćnog objekta (radioničko-skladišni prostor) u TS Bihać 1, vrijednosti 326.197,46 KM.

Treba napomenuti da smo uspjeli usaglasiti naše planove za nove investicije koje se nalaze unutar trogodišnjih planova, a koje se odnose na objekte u nadležnosti TJ Bihać, što će svakako doprinijeti sigurnosti i kontinuiranosti u snabdijevanju potrošača.

Na kraju, da li postoji nešto što možete navesti kao poteškoću u realizaciji radnih zadataka, a što bi se moglo riješiti na adekvatan način?

Kada govorimo o eventualnim poteškoćama u obavljanju svih aktivnosti koje su u nadležnosti TJ Bihać, svakako treba naglasiti i problematiku starosne strukture uposlenih, naročito u Službi za dalekovode. Smatram da bi akcenat trebalo staviti na podmlađivanje, odnosno zapošljavanje mlađeg monterskog kadra, za čije je osposobljavanje potreban duži vremenski period zbog specifičnosti posla.

Uzimajući u obzir da TJ Bihać u svojoj nadležnosti ima tri DV 110 kV koji su pogranični DV (Republika Hrvatska), postoje određene poteškoće kod održavanja ovih DV, pogotovo u prekograničnim zonama, gdje nisu utvrđene tačne državne granice, ali treba napomenuti da sa Graničnom policijom BiH imamo dobru saradnju, tako da uspijevamo u potpunosti izvršiti sve neophodne aktivnosti na održavanju navedenih DV.

Nadam se i vjerujem da ćemo u narednom periodu zajedničkim snagama uspjeti u hodu prebroditi eventualne poteškoće koje se mogu naći na putu realizacije svih aktivnosti koje se postavljaju pred uposlenike TJ Bihać i čitave Kompanije.

REKONSTRUKCIJA TS 110/X kV MOSTAR 7 (BALINOVAC)

Autor: **Boris Penavić**, dipl. ing. el., Tehnički rukovoditelj OP Mostar



TS 110/x kV Mostar 7 (Balinovac) nalazi se u samom gradu Mostaru i iz nje se u normalnim uvjetima rada opskrbljuje električnom energijom oko 50% potrošača zapadnog dijela grada. Napaja se sa dva 110 kV dalekovoda iz TS 110/x kV Rudnik i iz TS 110/x kV Rodoč.

Transformatorska stanica izgrađena je 80-ih godina prošloga stoljeća. Postrojenje 110 kV izgrađeno je kao vanjsko zrakom izolirano sa dva DV 110 kV polja i dva transformatorska 110 kV polja (klasična H shema). Isto je izgrađeno na veoma malom prostoru. Vrlo mali prostor za izgradnju ovakvog objekta i nemogućnost proširenja bio je razlog što se u tom trenutku predmetna TS izgradila sa dva nekompletna 110 kV dalekovodna polja, tj. u dalekovodnim poljima ugrađen je samo jedan rastavljač sa noževima za uzemljenje.

Manipulacije u DV 110 kV poljima, zbog nekompletnosti polja, mogle su se obavljati samo u beznaponskom stanju. Usljed kvara na bilo kojem od dva 110 kV dalekovoda koja napajaju ovu TS, TS bi ostajala u beznaponskom stanju, jer su se predmetni 110 kV dalekovodi štitili iz susjednih TS. Beznaponske pauze bi bile relativno duge, dok bi se izvršilo selekcioniranje kvara, isključio DV na kojem je kvar i uključio DV 110 kV koji je ispravan. Potrošači koji se napajaju iz ove TS u svakom od ovih slučajeva ostajali bi bez električne energije.



Sve ovo gore navedeno bio je razlog za planiranje rekonstrukcije TS, tj. planiranje kompletiranja DV 110 kV polja primarnom i sekundarnom opremom. Rekonstrukcija predmetnih polja planirana je i uvrštena u Plan poslovanja kompanije za 2007. godinu.

Specifičnost rekonstrukcije predmetnih 110 kV polja je u tome što je prostor na kojem je trebalo kompletirati i montirati neophodnu opremu bio vrlo mali i ograničen. Da bi se predmetni problem riješio, bilo je potrebno primijeniti nestandardna rješenja.

Nakon provedenog postupka javne nabave, izabran je najpovoljniji ponuditelj sa tehnički korektnim

rješenjem. Kompletiranje DV 110 kV polja realizirano je ugradnjom kompaktnog zrakom izoliranog 110 kV postrojenja tipa COMPAS, proizvođača ABB. To postrojenje u potpunosti zamjenjuje 110 kV polje klasične izvedbe. Izvedeno je tako što se na pomičnoj platformi nalaze prekidač i strujni mjerni transformatori, a funkcija vidnog rastavljanja (funkcija sabirničkog i linijskog rastavljača) ostvaruje se klizanjem platforme na jednu ili drugu stranu.

Ovo postrojenje je prvo postrojenje ovog tipa koje je ugrađeno u BiH i može se primijeniti za postrojenja koja imaju probleme sa ograničenim prostorom.

Tijek rekonstrukcije:



Vizualno poređenje 110 kV postrojenja, prije i nakon rekonstrukcije, najviše će reći o obimu rekonstrukcije.

Prije rekonstrukcije:



Nakon rekonstrukcije:



PROŠIRENJE TRANSFORMATORSKE STANICE TS 110/35/10 kV KISELJAK

Autori: **Adnan Delalić**, Samostalni inženjer za RP, Tehnički sektor
Zana Garaplija, Samostalni inženjer za MRT i PN, Tehnički sektor
Samir Salman, Rukovodilac Službe za eksploataciju, TJ Zenica



TS 110/35/10 kV Kiseljak u EES BiH je uvezana preko jednog 110 kV dalekovoda (DV 110 kV TS Sarajevo 10), a prije investicionog projekta, pored već pomenutog dalekovoda, objekat se sastojao od energetskog transformatora T1 110/10,5(21)/36,75 kV snage 20/20/14 MVA, energetskog transformatora T2 35/10 kV snage 8 MVA, postrojenja 110 kV vanjske izvedbe koje uključuje jedno transformatorsko polje, jedno dalekovodno i jedno mjerno polje, te postrojenja 35 kV i 10 kV vanjske i unutrašnje montaže.

U skladu sa planskim kriterijem za izradu dugoročnog plana razvoja prenosne mreže, a koji se odnosi na ugradnju transformatora T2 u svrhu ispunjenja kriterija (n-1) na granici prenosne i distributivne mreže, predviđeno je proširenje TS 110/35/10 kV Kiseljak ugradnjom novog energetskeg transformatora T2 110/10,5(21)/36,75 kV, snage 20/20/14 MVA kako bi zadovoljili sigurnost i kontinuitet u snabdijevanju električnom energijom šireg konzumnog područja koje se napaja iz predmetne TS.

Proširenje transformatorske stanice obuhvatalo je, pored ugradnje energetskeg transformatora T2 110/10,5(21)/36,75 kV, 20/20/14 MVA i izgradnju pripadajućeg 110 kV transformatorskog polja T2, 35 i 10(20) kV transformatorskih polja T2 vanjske montaže, te priključenje sekundarne i tercijarne strane novougrađenog energetskeg transformatora na postojeća srednjenaponska postrojenja.

Izgrađen je još jedan sabirnički raster s korakom polja od osam metara za priključenje novog energetskeg transformatora na 110 kV sabirnice. Predmetni transformator je isporučen te montiran na šine još 2015. godine, a po obezbjeđenju preostale planirane opreme sa radovima se krenulo u novembru 2017. godine. U transformatorskom polju 110 kV energetskeg transformatora T2, na nove čeličnorešetkaste konstrukcije i temelje montirani su sljedeći aparati: tropolni sabirnički rastavljač 110 kV sa tropolnim pokretanjem, tropolni prekidač 110 kV sa tropolnim pokretanjem, strujni mjerni transformatori 110 kV, odvodnici prenapona faza 110 kV/zemlja, jednopolni rastavljač (zemljospojnik) zvjezdišta 110 kV, te odvodnik prenapona zvjezdište 110 kV/zemlja.

U transformatorskim poljima vanjske montaže 35 kV i 10 kV T2 izgrađeni su novi temelji i nosači aparata, te montirani 35 kV izlazni rastavljači i nosači kabl završnica.

Za priključenje 35 kV strane novog energetskeg transformatora T2 iskorištena je trafočelija br. 4 postojećeg 35 kV SN postrojenja na koju je bio priključen energetski transformator 35/10 kV, 8MVA. Veza je ostvarena jednožilnim energetskim kablom 20/35 kV s XLPE izolacijom presjeka 1x120 mm² (+ jedna rezervna žila) uvedenim u kablovski odjeljak ćelije. Ugrađeni su novi strujni mjerni transformatori odgovarajućeg prenosnog odnosa (2x150/5/5/5 A).

Na postojeću transformatorsku ćeliju br. 13, na prolazne izolatore na pogonskoj zgradi, priključena je 10(20) kV strana novog energetskeg transformatora T2. Za prenos pune snage transformatora od

20 MVA položena su dva jednožilna energetska kabla 12/20 kV (po fazi) s XLPE izolacijom presjeka 1x400 mm² (+ jedna rezervna žila) i zamijenjeni strujni mjerni transformatori s novim (2x300/5/5/5 A).

Kako je i naprijed navedeno, pored energetskeg transformatora T1, prije ovog investicionog projekta na raspolaganju je bio i energetski transformator 35/10 kV snage 8 MVA, koji je bio rezerva transformatoru T1 i pokrivaio 35% konzuma. Isti taj transformator omogućio je da se pri izvođenju radova na proširenju transformatorske stanice obezbijedi napajanje potrošača i na dan kada je bilo neophodno obezbijediti beznaponsko stanje 110 kV sabirnica radi izgradnje novog sabirničkog rastera i priključenja sabirničkog rastavljača 110 kV novog transformatorskog polja na sabirnice.

Okončanjem radova planirano je da jedan transformator bude u pogonu, a drugi transformator da bude 100% rezerva.

Nadalje, proširenje transformatorske stanice je, pored navedenog, obuhvatalo zamjenu postojećeg novim ormarom obračunskog mjerenja, u koji su ugrađena brojila za obračun električne energije na 35 kV i 10 kV strani novog energetskeg transformatora T2. Postojeće tačke mjerenja električne energije su prebačene iz starog u novi ormar obračunskog mjerenja za vrijeme isključenja DV 110 kV Sarajevo 10 i trostranog isključenja transformatora T1. Obračunska mjerna mjesta na DV 35 kV Kreševo i DV 35 kV Fojnica su izmještena iz starog ormara obračunskog mjerenja u poseban distributivni ormarić u komandnoj prostoriji.

Ugrađen je i odgovarajući ormar za potrebe zaštite i upravljanja 110 kV strane energetskeg transformatora T2, a u istom je integrisana i zaštita za 35 kV i 10 (20) kV stranu transformatora T2. Za potrebe upravljanja aparatima u transformatorskim poljima na 35 kV i 10 kV strani energetskeg transformatora T2 koristit će se postojeće komandno-potvrđne preklopke. Nova oprema je uvezana u postojeći SCADA sistem po standardnom IEC 60870-5-103 komunikacionom protokolu.

Ormar zaštite i upravljanja transformatorskog polja T2 sadrži sljedeće inteligentne elektroničke uređaje (IED): upravljačku jedinicu polja REF 630 (ABB), diferencijalnu višefunkcijsku zaštitu RET 670 (ABB) u sklopu koje je integrisana i funkcija automatske regulacije napona – ARN, autonomnu prekostrujnu zaštitu Alstom P15 D s dva kondenzatorska pomoćna uređaja tipa RXTCD 4.

Konfiguracija pomenutih IED uređaja, odgovarajuća podešenja njihovih zaštitnih funkcija, parametrisiranje i uvezivanje u postojeći SCADA sistem, kao i sva popratna funkcionalna ispitivanja izvedena su od strane uposlenika službe za MRT i PN i Službe za SCADA sistem i automatizaciju, OP Sarajevo.

Bitno je napomenuti da je predmetna investicija uspješno realizovana najviše zahvaljujući stručnim ekipama „Elektroprenosa BiH“ – TJ Zenica i Sektora Operativnog područja Sarajevo, koje su izradile projektnu dokumentaciju, te izvršile montažu primarne opreme, primarno

povezivanje novougrađene opreme i uzemljenja na postojeći uzemljivački sistem objekta, polaganje komandno-signalnih i energetskih kablova i njihovo priključenje, montažu i ožičenja ormara zaštite i upravljanja transformatorskog polja energetskog transformatora T2 i ormara obračunskog mjerenja, te uvezivanje novougrađene opreme u postojeći sistem daljinskog nadzora i upravljanja (SCADA) i kompletna funkcionalna ispitivanja.

Vrijednost izvedenih radova i ugrađene opreme u okviru realizacije predmetne investicije je cca 1.000.000,00 KM.



Komandna prostorija u TS Kiseljak



RP Služba TJ Zenica - Montaža sabirničkog rastavljača



Novoizgrađeno transformatorsko polje T2 110 kV u TS Kiseljak



Novi energetski transformator T2 prenosnog odnosa 110/35/10 kV

RADOVI NA SANACIJI TS 110/35/10 kV ZENICA 1

Autori: **Adnan Delalić**, Samostalni inženjer za RP, Tehnički sektor
Zana Garaplija, Samostalni inženjer za MRT i PN, Tehnički sektor
Samir Salman, Rukovodilac Službe za eksploataciju, TJ Zenica

U maju 2017. godine započeli su radovi na sanaciji jedne od najstarijih 110/x kV trafostanica u BiH. TS 110/35/10 kV Zenica 1 izgrađena je davne 1955. godine. Izgradnja predmetne TS imala je veliki značaj za industrijalizaciju cijele BiH, a posebno se vezuje za uspon i rast „Željezare Zenica“, jednog od najvećih preduzeća u bivšoj Jugoslaviji.

Hroničari bilježe da je prva električna centrala izgrađena još 1888. godine na rudniku¹ uglja Zenica. To se desilo samo sedam godina poslije puštanja u pogon prve izgrađene električne centrale u svijetu – New York 1881. godine.

Nakon II svjetskog rata, postojeće željezare i čeličane su obnovljene i modernizovane. Rast je bio neprekidan i 1987. godina bila je najbolja godina u istoriji Željezare u Zenici po proizvodnji. Željezara Zenica je tada imala oko 24.000 zaposlenih i obim proizvodnje u iznosu od 1,87 miliona tona čelika. „Željezara Zenica“ je tada bila jedna od najvećih željezara² u Europi.

Razvoj industrijskih proizvodnih kapaciteta tokom svih ovih godina zahtijevao je proširenja/rekonstrukcije TS 110/35/10 kV Zenica 1, što za posljedicu ima postojanje različitih tipova opreme u postrojenju.

Sobzirom na to davećina VN opreme u TS 110/35/10 kV Zenica 1 ispunjava uslove zamjene po kriterijumu

planiranja životnog vijeka opreme, pokrenute su aktivnosti na sanaciji predmetne TS.

Sanacija TS 110/35/10 kV Zenica 1 doprinijet će povećanju pouzdanosti u radu objekta, sigurnosti osoblja, kao i kvalitetnijem snabdijevanju potrošača.

TS 110/35/10 kV Zenica 1 sastoji se iz 110 kV postrojenja vanjske izvedbe sa dvostrukim sistemom sabirnica i spojnim poljem, pet DV polja 110 kV, jednog energetskog transformatora 110/35 kV, 31,5 MVA i jednog energetskog transformatora 110/35 kV, 20 MVA, priključka 110 kV za EVP, postrojenja 35 kV unutrašnje montaže, energetskog transformatora 35/10 kV, 8 MVA i 10 kV postrojenja unutrašnje izvedbe.

Radovi na sanaciji započeli su zamjenom VN rastavljača sa pneumatskim pogonom u transformatorskom polju 110 kV energetskog transformatora T1 i dalekovodnom polju 110 kV Travnik 1.

¹ <http://www.elprenos.ba/HR/IstorijaHR.aspx>

² https://bs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDeljezara_Zenica



Vanjsko postrojenje 110 kV TS Zenica 1 pogled iz postrojenja prema pogonskoj zgradi



Potebna postepena zamjena zrakovodnog sistema za rastavljače i prekidače

U prvoj fazi sanacije izvršeni su građevinski i elektromontažni radovi na zamjeni sabirničkih rastavljača sa pneumatskim pogonom (oba sistema) transformatorskog polja 110 kV T1, te zamjena sabirničkih rastavljača sa pneumatskim pogonom (oba sistema) i izlaznog rastavljača sa pneumatskim pogonom polja DV 110 kV Travnik 1.

Novougrađeni rastavljači 123 kV su sljedećih karakteristika:

- sabirnički rastavljač: VRV 11F, 123 kV, 1250 A, 40 kA sa elektromotornim pogon DF-2;
- izlazni rastavljač: VRVz 11F, 123 kV, 1250 A, 40 kA sa elektromotornim pogon DF-2.

Građevinski radovi na zamjeni VN rastavljača obuhvatili su izgradnju novih temelja aparata, kao i

izradu nove čeličnorešetkaste konstrukcije nosača aparata. Također, izvršena je i zamjena oštećenih betonskih poklopaca kablovskih kanala.

Prvom fazom sanacije, pored zamjene VN rastavljača, izvršena je i zamjena visokih veza (Cu uže 150 mm² zamijenjeno Al/Fe užetom 240/40), ugradnja indikacionih naponskih mjernih transformatora 123 kV na sabirnicama oba sistema, kao i zamjena užastih sabirnica oba sistema (Cu uže 150 mm² zamijenjeno Al/Fe užetom 240/40), na prvom sabirničkom rasteru.

Također, u transformatorskom polju 110 kV T1 izgrađen je novi temelj i novi čeličnorešetkasti nosač potpornih izolatora 110 kV, koji su također zamijenjeni.



Novougrađeni sabirnički rastavljači 110 kV



TS Zenica 1 - Novi potporni izolatori i veze prema sabirnicama



TS Zenica 1 – Postrojenje 110 kV



Građevinski radovi na temeljima VN aparata



Radovi na zamjeni rastavljača



TS Zenica 1 – Novi rastavljači i SMT u vanjskom postrojenju



Završetkom prve faze sanacije znatno je smanjeno opterećenje kompresora zračne instalacije. Također, novi VN rastavljači dimenzionisani su za veće nazivne struje.

S obzirom na to da je sanacijom TS predviđena zamjena svih prekidača 123 kV i rastavljača 123 kV sa pneumatskim pogonskim mehanizmom, po okončanju druge faze sanacije bit će stvoreni uslovi za demontažu i blindiranje zračne instalacije u VN postrojenju. Demontaža zračne instalacije podrazumijeva i ukidanje svih CQ ormarića za razvod komprimiranog zraka u vanjskom postrojenju.

Ovim će se obezbijediti još pouzdanije snabdijevanje električnom energijom područja općine Zenica koje pokriva TS 110/35/10 kV Zenica 1.

TS 110/20 kV GRADIŠKA 2 PUŠTENNA U RAD

Autor: **Slaviša Čekić**, dipl. inž. el.

Služba za specijalna mjerenja OP Banja Luka
Rukovodilac projekta Izgradnje TS Gradiška 2

Kako smo u prošlom izdanju već pisali o dinamici radova na ovom projektu, ovdje ćemo navesti neke dodatne činjenice i dati akcenat na konačno činjenično stanje.

Do momenta puštanja u rad TS 110/20 kV Gradiška 2, opština Gradiška se snabdijevala električnom energijom isključivo iz TS 110/20/10 kV Gradiška, koja sadrži dva transformatora 110/20/10 kV, sa po 20/20/13,6 MVA instalisane snage. Kako je u bližoj perspektivi izgradnja novog graničnog prelaza sa novim mostom, sa nekom procijenjenom snagom od 4 MVA, kao i nova industrijska zona, uz činjenicu da je zapadni dio opštine relativno udaljen od lokacije postojeće TS i da se u neposrednoj blizini nalazi i infrastruktura autoputa Gradiška – Banja Luka, novoizgrađena TS Gradiška 2 110/20 kV obezbjeđuje kontinuitet kvalitetne isporuke električne energije u ovoj regiji u skladu sa dosadašnjom praksom “Elektroprenosa”.

Ugovor o nabavci i ugradnji opreme i materijala, izrada projektne dokumentacije i radova na izgradnji TS 110/20 Gradiška 2, sa pribavljanjem potrebnih saglasnosti i dozvola zaključen je dana 08.05.2015. godine. Kompletna realizacija projekta je ugovorno zaključena sa konzorcijumom “Elektroenergetika” po principu “ključ u ruke”, a vrijednost ugovorenih radova iznosi 3.960.386,00 KM (bez uračunatog PDV-a).

Dana 13.12.2017. TS Gradiška 2 svečano je puštena u rad.

TS Gradiška 2 napaja se dvostrano preko 110 kV dalekovoda Banja Luka 6 – Gradiška 2 i preko 110 kV dalekovoda Gradiška 1 – Gradiška 2, koji su rezultat rekonstrukcije nekadašnjeg 110 kV dalekovoda Banja Luka 6 – Gradiška po principu ulaz–izlaz u neposrednoj blizini lokacije TS Gradiška 2. U okviru ove etape

realizovana je izgradnja dva transformatorska polja 110 kV, dva 110 kV DV polja (Banja Luka 6 i Gradiška 1) sa prostornom mogućnošću izgradnje još jednog, jedan transformator 110/20/10 kV, 20/20/14 MVA, tipa ONAN/ONAF, komandno-pogonske (KP) zgrade sa srednjenaponskim postrojenjem 20 kV i pripadajućim građevinskim radovima na izgradnji i uređenju platoa transformatorske stanice.

Sa stanovišta aktuelne potrošnje, u momentu puštanja, TS Gradiška 2 je imala već dva priključena 20 kV elektrodistributivna voda od inicijalno planiranih devet, čija se realizacija očekuje u skoroj budućnosti.

SPECIFIČNOSTI TOKOM REALIZACIJE TS GRADIŠKA 2:

U prošlom izdanju smo već napomenuli da je zbog blizine vodenih tokova (mjesto ulijevanja melioracionog kanala iz Lijeve polja u rijeku Jablanicu) sam lokalitet trafostanice ovom prilikom morao biti izdignut oko 2 m od prirodne kote terena. Građevinski je to riješeno izgradnjom uzdignutog platoa sa obalom utvrđenim kosinama prema okolnom terenu. Samom tom činjenicom projektovanje uzemljivača postrojenja sa stanovišta otpora uzemljivača i iznošenja potencijala van postrojenja je bio svojevrsan inženjerski izazov u fazi realizacije projekta. Ovom prilikom su obavljena geomehanička i geoelektrična ispitivanja okolnog terena, sa posebnim akcentom na specifični otpor okolnog humusnog tla koje je u toku izgradnje

korišteno kao dobro provodni sloj oko užeta uzemljivača. Proračunom se pokazalo da će specifični otpor planiranog mrežnog uzemljivača biti previsok za eksploataciju (vrijednost specifičnog otpora tla $166,7 \Omega$ i za usvojenu geometriju izračunat otpor uzemljivača TS u iznosu od $1,84 \Omega$). Kao rješenje je usvojena implementacija dodatnog sekundarnog uzemljivača, u prstenu baze obale-utvrde samog platoa, koji bi bio galvanski povezan sa primarnim, mrežastim uzemljivačem. Ponovljenim izračunima je pokazana opravdanost ovog rješenja (uz efekte priključnih vodova 110 kV koji se povezuju na uzemljivač TS, očekivana impedansa uzemljivača TS je reda $0,16-0,24 \Omega$).

Tokom izrade samog uzemljivača vodilo se računa o formiranju kvalitetnog sabijenog humusnog tampona u zoni +/- 15 cm oko samog uzemljivačkog bakarnog

užeta, te implementaciji kompresionih spojnica na sastavima uzemljivača. Vodilo se računa da prilikom izrade ovakvog tampona ne dođe do stvaranja lokalnih vazdušnih "džepova" unutar zone istog. Ovaj tehnološki detalj izrade se primjenjivao, kako na primarnom (mrežastom) dijelu uzemljivača, tako i na sekundarnom (prstenastom) dijelu.

Potvrda ispravnosti pretpostavke i implementiranog rješenja je došla nakon izgradnje prilikom ispitivanja otpora uzemljenja, gdje je dobijen otpor od približno $0,2 \Omega$, što je u okviru planiranih vrijednosti.

Imajući u vidu da na predmetnoj lokaciji postoje brojna staništa glodara i sitnih divljih životinja, posebna pažnja se posvetila izradi barijera za prodor istih u tehničku etažu i komandnu prostoriju.



HAVARIJA U TS 220/110/35/10 kV GRADAČAC

Autor: **Mr sc. Ebedija Hajder Mujčinagić**, dipl. ing. el., Rukovodilac Sektora za upravljanje

Nerijetka je pojava da različite vrste životinja uzrokuju kvarove i ispade u elektroenergetskim postrojenjima. Kvarovi uzrokovani životinjama su najčešći na nadzemnim vodovima, ali pošteđeni nisu ni kablovi ni ostali elementi u transformatorskim stanicama. Životinje koje najčešće dovode do kvarova su vjeverice, lasice, kune, ptice i zmije.

Prekidi električne energije koji nastaju usljed djelovanja zaštita radi eliminisanja kvara uzrokovanog zemljospojem ove vrste, koji se obično razvije u jednofazne ili dvofazne kvarove, dovode do značajnih troškova, gubitaka zbog neisporučene električne energije, kao i do materijalne štete na samom postrojenju, naročito kada se radi o transformatorskim jedinicama.

U ovom članku ukratko će se dati hronologija događaja u TS 220/110/35/10 kV Gradačac kada je dana 23.01.2018. godine, došlo do havarije na 35 kV strani transformatora T3 110/35/10 kV, 20 MVA u dijelu vanjskog postrojenja.

Vremenski uslovi prije havarije bili su normalni, bez padavina, vjetra. Uklopno stanje u transformatorskoj stanici je bilo sljedeće:

- uključeno DV polje 220 kV TE Tuzla;
- uključeno DV polje 220 kV Đakovo;
- uključen obostrano transformator T1 220/110 kV, 150 MVA;
- uključeno DV polje 110 kV Derventa;
- uključeno DV polje 110 kV Modriča;

- uključen dvostrano 110/35 kV transformator T2 110/35/10 kV;
- uključen trostrano transformator T3 110/35/10 kV;
- uključeni svi 35 kV odvodi (3 kom.);
- uključeni svi 10 kV odvodi (5 kom.);
- uključen KT 10/0,4 kV.

Dežurni elektičar je prvo u 04:53:52 h, dolaskom signala na stanični računar „Nestanak napona 35 kV“ iz ćelije 35 kV T3 i „Sabirnice 35 kV zemljospoj – alarm“ iz trafoćelije 35 kV T2, primijetio da se pojavio kvar, a potom i vizuelno uočio požar iz vanjskog postrojenja 110 kV sa transformatora T3 110/35/10 kV.

Po proceduri, pokušao je isključiti prekidač 110 kV strane transformatora T3, međutim, kako jedan problem nerijetko prati drugi, došlo je do kvara na prekidaču 110 kV te se mjesto kvara nije moglo izolovati.

S obzirom na to da su T2 i T3 radili i paralelno na 35 kV strani, a da se mjesto kvara i dalje napajalo, došlo je do daljeg razvoja kvara te prelaska zamljospoja u kratak spoj.

Nakon što se kvar razvio i stekli se uslovi, dolazi do prorade diferencijalne zaštite na T3 110/35/10 kV i do isključenja 35 i 10 kV prekidača transformatora T3. Zbog zatajenja, mehaničkog kvara, prekidač 110 kV ostao je uključen iako je dobio nalog za isključenje od diferencijalne zaštite, te se mjesto kvara i dalje nastavilo napajati energijom. Prekidač 110 kV ostaje uključen i nakon prijema naloga za isključenje od

prekostrujne zaštite 110 kV sa 7UT i od autonomne prekostrujne zaštite MICOM P116.

U tom momentu, dežurni je postupio u skladu sa važećim uputstvima i pravilnicima te isključio 220 kV prekidač transformatora T1 220/110 kV i 110 kV prekidače DV polja 110 kV Derventa i Modriča, čime dovodi sabirnice 110 kV u beznaponsko stanje.

Potom se isključuje sabirnički rastavljač 110 kV transformatora T3 kako bi se mjesto kvara odvojilo od zdravog dijela postrojenja.

Prilikom obilaska postrojenja, uočena su značajna oštećenja na izlaznom rastavljaču 35 kV strane transformatora T3 110/35/10 kV.

Nakon pregleda postrojenja pristupilo se energiziranju sabirnica 110 kV uključanjem prekidača 220 kV transformatora T1. S obzirom na to da nije bilo manipulacija sa transformatorom T2, energiziranjem sabirnica 110 kV i sabirnice 35 kV su dobile napon. Uključeni su i prekidači u dalekovodnim poljima 110 kV Derventa i Modriča, a sabirnice 10 kV su dobile napon po uključanju 10 kV strane transformatora T2.

Nakon obavještenja o havariji, stručne ekipe OP Tuzla pristupile su utvrđivanju stvarnog stanja kako bi se izvršilo otklanjanje posljedica havarije (kvar prekidača 110 kV, sanacija kvarova u isključnim krugovima prekidača, otpajanje dijela 35 kV strane T3 od havarisanog rastavljača, ispitivanje transformatora T3 i ostalih elemenata transformatorskih polja T3).

Ključni uzrok pogonskog događaja u TS Gradačac je zemljospoj na izlaznom rastavljaču 35 kV strane transformatora T3 u vanjskom postrojenju koji je uzrokovala pronađena divlja životinja (kuna). Zemljospoj je prerastao u kvar koji nije eliminisan djelovanjem zaštita T3 jer je iz nepoznatih razloga došlo do za-

tajenja prekidača 110 kV strane transformatora T3. Havarija je dovela do oštećenja sljedećih elemenata na 35 kV strani transformatora T3:

- oštećenje dva odvodnika prenapona faza–zemlja 35 kV, tip TYCO ELECTRONICS OCP2-36M, u fazama <0> i <4>;
- oštećenje jednog odvodnika prenapona zvjezdaste–zemlja, tip TYCO ELECTRONICS OCP2-20S;
- oštećenje trolnog, dvokolonog obrtnog rastavljača sa središnjim rastavljanjem i polovima u paraleli 35 kV, tip VRVz 7-F, MINEL RASTAVLJAČI d.o.o. NOVI PAZAR, godina proizvodnje 2016;
- oštećenje kablovskih završnica 36 kV u sve tri faze, tip NEXSANS/ 3X24TTGE1.240;
- oštećenje tri potporna izolatora 36 kV za vanjsku montažu, tip ELEKTROPORCELAN / C4-170;
- oštećenje bakarne šine u fazi <0> od portala kablovskih završnica prema rastavljaču.

Nakon popravke prekidača, otklanjanja kvarova u isključnim krugovima prekidača i utvrđivanja da transformator T3 može u pogon, isti je uključen i preko njega su napojene 10 kV sabirnice.

Posljedice havarije su beznaponska stanja sabirnica 35 i 10 kV, i to sabirnice 35 kV su bile bez napona od 04:56:30,608 h do 05:41:50,919 h, što je procijenjeno na gubitke od 6.570,66 kWh, dok su sabirnice 10 kV bile bez napona od 04:56:30,627 h do 05:50:29,499 h, što je procijenjeno na 2.124 kWh.

Osim totalnog zastoja sabirnica 35 i 10 kV, distributivni centar upravljanja Elektrodistribucije Tuzla je u toku dana provodio djelimično rasterećenje na području Gradačca, radi ograničenja transformatora T2 na 20 MVA.



U kvaru je ostalo 35 kV polje T3 u vanjskom postrojenju, u dijelu izlaznog rastavljača.

Prema specificiranoj opremi iz Zapisnika Komisije o utvrđivanju obima kvara, izvršena je procjena vrijednosti oštećenja i potrebnih radova u okvirnom iznosu od 20.000,00 KM.

Konkretno, za ovakve vrste kvarova, zatajenje prekidača, treba planirati zamjenu zastarjelih zaštitnih uređaja, kao i implementaciju zaštita od otkaza

prekidača. S obzirom na to da se tokom eksploatacije u više objekata pokazala nepouzdanost Energoinvestovih SFEL prekidača, treba razmotriti mogućnost češćih detaljnih pregleda ili postepenu zamjenu istih.

Rezimiranjem uočenih slabosti i nedostataka utvrđeno je da su dijelovi vanjskog postrojenja sa malim sigurnosnim razmacima redovno ugroženi kretanjem životinja i ptica od kojih se postrojenje ne može zaštititi bilo kakvim ograđivanjem.



Kuna koja je izazvala havariju u postrojenju



Havarisani dio postrojenja, izlazna 35 kV strana transformatora T3



Oštećeni dio izlaznog rastavljača 35 kV



SLUŽBA ZA ODRŽAVANJE MJERNO-RELEJNE TEHNIKE I POMOĆNIH NAPAJANJA U TJ TUZLA

Autori: **Mirsad Hadžić**, Rukovodilac Službe za MRT i PN u TJ Tuzla
Mladen Mijatović, Ispitivač

Služba za održavanje mjerno-relejne tehnike i pomoćnih napajanja (MRT i PN) jedna je od pet službi u Terenskoj jedinici Tuzla.

Kao Služba za održavanje dalekovoda i Služba za rasklopna postrojenja, i ova služba je primarna u održavanju elektroenergetskih postrojenja.

U svrhu šticećenja elektroenergetskih postrojenja ili dijela postrojenja od posljedica nenormalnih pogonskih događaja, ili da bi se ograničila šteta od već nastalog kvara, ugrađuju se zaštitni uređaji.

Zaštitni uređaji su izuzetno kompleksne naprave. Samim tim, i njihovo održavanje predstavlja složen i zahtjevan posao. U postrojenjima se koristi veliki broj zaštitnih uređaja različitih proizvođača sa različitim softverima.

Osnovne smjernice u redovnom održavanju te otklanjanje kvarova iz domena Službe za MRT i PN propisano je Pravilnikom o održavanju elemenata prenosne mreže.

U okviru ovog pravilnika jasno su propisani rokovi redovnog održavanja iz nadležnosti Službe.

Redovna godišnja ispitivanja obuhvataju ispitivanja sljedećih zaštitnih uređaja:

- distantni numerički releji,
- distantni elektromehanički/statički releji,
- diferencijalni numerički releji,
- elektromehanički/statički diferencijalni releji,
- prekostrujni numerički releji,
- prekostrujni elektromehanički/statički releji,

- upravljačko-zaštitni numerički releji,
- zemljospojni elektromehanički/statički releji,
- naponski releji,
- frekventni releji,
- termički releji.

Ispitivanja relejnih uređaja obuhvataju sljedeće radove:

- provjera podešenja i rada releja ispitnim uređajem na podešene vrijednosti;
- ispitivanje komplementarnih zaštitnih blokova (prekostrujne, zemljospojne, uklop na kvar i dr.);
- provjera signalizacije releja;
- provjera djelovanja na prekidač;
- provjera djelovanja APU-a (tamo gdje je aktivan);
- provjera i mjerenja napona napajanja zaštite poslije ispitivanja;
- provjera mjernih napona i struja zaštite poslije ispitivanja;
- provjera signalizacije nestanka mjernih napona i blokade distantnih releja;
- provjera usmjerenosti releja.



Stoje: Lovrić Miroslav (SCADA), Hadžić Mirsad, Samardžić Sabahudin, Grgić Vedran, Subašić Emir i Mijatović Mladen.
Sjede: Sead Huskić i Husić Jasmin

Pored navedenih ispitivanja, u nadležnosti službe su i:

- provjera djelovanja na prekidač zaštitno-upravljačkih uređaja;
- provjera signalizacije polja;
- ispitivanje osnovnih zaštita transformatora (buholc, buholc reg. sklopke, odušnik i sl.);
- provjera funkcije nesklada polova prekidača;
- provjera ispravnosti rada releja za kontrolu isključnih krugova;
- provjera ispravnosti rada blokada;
- provjera komandi (uklop/isklop) svih VN aparata sa svih nivoa;
- provjera instrumenata za pokazna mjerenja;
- provjera preslikavanja položaja svih VN aparata na svim nivoima;
- provjera napajanja polja DC i AC naponom;
- provjera signalizacije nestanka DC napona u polju.

Osim relejne zaštite, u nadležnosti Službe za MRT i PN je i održavanje kompletne vlastite postrošnje za sve transformatorske stanice u TJ Tuzla, i to:

- akumulatorske baterije,
- ispravljači,

- invertori,
 - dizel agregati,
 - razvod istosmjernog i naizmjeničnog napona.
- Služba MRT i PN u TJ Tuzla pokriva održavanje u 22 transformatorske stanice u TJ Tuzla i TS 220 kV Gradačac u TJ Doboj.

U Službi za održavanje MRT i PN zaposleno je ukupno šest zaposlenika:

1. Mirsad Hadžić, rukovodilac Službe;
2. Sabahudin Samardžić, samostalni inženjer;
3. Sead Huskić, poslovođa;
4. Vedran Grgić, ispitivač;
5. Mladen Mijatović, ispitivač;
6. Emir Subašić, ispitivač.

S obzirom na veliki broj zaštitnih uređaja, njihovu kompleksnost, starost, zahtjevnost za softverske sposobnosti, svakodnevne kvarove te redovne investicione projekte, može se reći da je veliki izazov stavljen na teret zaposlenika Službe.

Olakšavajuća činjenica je da iskusni radnici uvode u posao mlade zaposlenike koji svojim zalaganjem obećavaju da će ipak ova služba ostati na visokom nivou na kojem je i bila svih ovih godina. Međutim, ono što se pokazalo kao dodatni izazov, pored svih navedenih, jeste ugradnja novih zaštitnih



TS Tuzla 3 – Hadžić i Mijatović



TS Kladanj – Subašić



TS Tuzla centar – zamjena T1 – Huskić i Mijatović

releja za koje su obuke za održavanje vrlo malo zastupljene te su zaposlenici prinuđeni da se samostalno obučavaju.

Sva neophodna ispitivanja provode pomoću instrumenata:

- Omicron CMC 256,
- Sverker 750,
- Sverker 780 i
- Dranetz.

Pored redovnog održavanja i intervencija, Služba je uključena i u sve investicione projekte od

rekonstrukcija, sanacija do izgradnje, a one koje bismo posebno izdvojili su:

- Projekat SCADA 400 i 220 kV objekti za TS Tuzla 4 i TS Gradačac;
- Projekat SCADA za TS 110/x kV: Maglaj, Tešanj, Gračanica, Đurđevik, Kladanj, Tuzla 5, Tuzla centar, Lukavac i Srebrenik;
- Rekonstrukcije TS: TS 110 kV HAK, TS 110 kV Kladanj;
- Izgradnja TS 110 kV Tuzla 3.



TS Lopare – ispitivanje DV polja 110 kV Ugljevik – Samardžić



TS Tuzla 4 – sanacija



TS Tuzla 4 – sanacija

СЛУЖБА ЗА ОДРЖАВАЊЕ МРТ И ПН У ТЈ ТРЕБИЊЕ

Аутор: **Александар Вуковић**, дипл. инж. ел.,
Руководилац Службе за одржавање МРТ и ПН, ТЈ Требиње

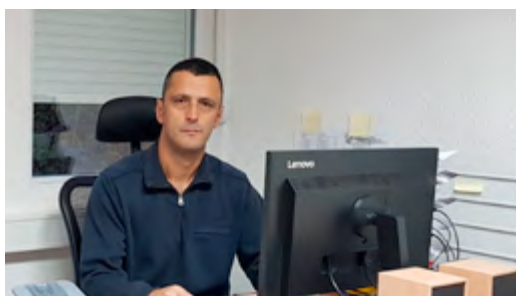
Теренска јединица Требиње у оквиру Електропреноса БиХ, ОП Мостар, покрива подручје источне Херцеговине које се налази у Републици Српској. Формирана је 2006. године из три компоненте Електропривреде РС (Електропренос Републике Српске – Погон Билећа, Хидроелектране на Требишњици – РП Требиње и Термоелектрана Гацко – ТС Гацко). Обухвата пет трансформаторских станица (двје ТС 400/х kV – Требиње и Гацко, и три ТС 110/х kV – Билећа, Требиње 1 и Невесиње), као и 19 далековада, од којих је седам интерконективних.

Служба за одржавање мјерно-релејне технике и помоћних напајања (МРТ и ПН) у ТЈ Требиње настала је од радника ХЕТ – РП Требиње и Електропреноса РС – Погон Билећа. Службу данас чини осам радника:

- Александар Вуковић, руководилац;
- Драган Столица, инжењер сарадник;
- Раденко Вицо, пословођа;
- Никола Ђурђић, водећи испитивач;
- Небојша Илић, самостални испитивач;
- Горан Радовановић, самостални испитивач;
- Бошко Зубац, самостални испитивач;
- Раденко Анђелић, испитивач.



На окупу у ТС Билећа, с лијева на десно, Д. Столица, Р. Вицо, Н. Ђурђић, Н. Илић, Г. Радовановић, Б. Зубац, Р. Анђелић, А. Вуковић



Александар Вуковић, руководиоца

Дијапазон послова Службе чини одржавање уређаја релејне заштите, управљања и сигнализације, уређаја помоћног напајања (акумулаторске батерије, исправљачи, претварачи, разводи и подразводи), као и свих припадајућих секундарних кругова.

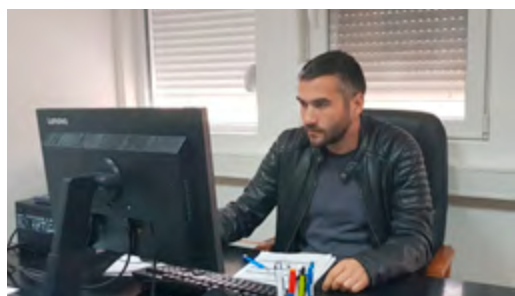
Од свог настанка, Служба се суочавала са бројним изазовима. У периоду смо кад се врши постепена замјена старих уређаја (електромеханички, статички) уређајима најновијих генерација (микропроцесорски), што подразумијева стално учење и прилагођавање новим технологијама. Служба је дала изузетно велики допринос у реализацији пројекта Power III у ТС Требиње и ТС Гацко.

У периоду без већих инвестиција, сопственим снагама и знањем извршено је, између осталог, и следеће:

- замјена појединих дотрајалих старих заштитних уређаја (ТС Билећа);
- замјена акумулаторских батерија, исправљача и претварача (ТС Билећа и ТС Требиње 1);
- надзор над уградњом подужне диференцијалне заштите на ДВ 220 kV Требиње – Плат 1;
- примарно испитивање и преподешавање свих средњенапонских земљоспојних заштита у ТЈ Требиње;



Испитивање акумулаторске батерије



Драган Столица, инжењер сарадник

- повезивање и активирање уређаја за убрзање заштитних функција на ДВ 400 kV Мостар 4 – Гацко и ДВ 400 kV Требиње – Подгорица;
- повезивање и активирање сигнализације из постројења сопствене потрошње у ТС Требиње.

У новом инвестиционом циклусу, у току су реконструкције ТС Билећа и ТС Невесиње, гдје „мјераши“ имају кључну улогу, у смислу надзора и стручне помоћи.

Након реконструкције ТС Требиње 1, сви заштитни уређаји и уређаји помоћног напајања у ТЈ Требиње ће бити релативно савремени.

Све раднике у Служби карактерише висок степен стручности и оспособљености. Старије колеге имају велико искуство, које се успјешно преноси на млађе. Истиче се и одлична сарадња са осталим службама у ТЈ Требиње, као и службама из других оперативних подручја, нарочито из Мостара и Бањалуке.

Људски и професионални односи између колега „мјераша“ су изванредни и могу да послуже за примјер. Честа су дружења, и ван посла, при чему се не заборављају колеге које су у пензији.

Оно што је неопходно потребно Служби за одржавање МРТ и ПН, и уопште, цијелој ТЈ Требиње, јесте подмлађивање запошљавањем нових радника, свих потребних стручних квалификација.



Испитивање заштите

ZAMJENA SISTEMA ZAŠTITA, UPRAVLJANJA I POMOĆNOG NAPAJANJA U TS 110/10 kV SARAJEVO 8

Autori: **Mr sc. Avdo Kambur**, dipl. ing. el.,
Rukovodilac Službe za održavanje MRT i PN TJ Sarajevo
Mr sc. Admir Čeljo, dipl. ing. el.,
Samostalni inženjer u Službi za održavanje MRT i PN, TJ Sarajevo

TS 110/10 kV Sarajevo 8 izgrađena je 1983. godine i napaja dio konzuma grada Sarajeva. Uvezana je u EES BiH preko dva 110 kV dalekovoda, DV 110 kV Sarajevo 10/I – Sarajevo 8/I i DV 110 kV Sarajevo 10/II – Sarajevo 8/II, a preko dva energetska transformatora 110/10 kV instalirane snage 2x31,5 MVA napaja električnom energijom 10 kV distributivne potrošače.

Prema pomoćnog napajanja je bila sastavljena od ormara razvoda istosmjernog i izmjeničnog napona, proizvođača „Energoinvest“ te ispravljača 230 V AC/220 V DC i baterije 220 V.

Sistemi zaštita i upravljanja u TS bili su realizovani pomoću KRO (komandno relejnih ormara) proizvođača „Energoinvest“ i integrisani u SCADA sistem Sicam RTU/SAS proizvođača Siemens.



Slika1. Dio sistema zaštite i upravljanja koji je bio predmet zamjene

Radi starosti navedene sekundarne opreme, čestih kvarova zaštita koji su prouzrokovali neselektivne ispade transformatora, nemogućnosti nabavke i opravke komponenti KRO, TJ Sarajevo je predložila zamjenu sistema zaštite i upravljanja za 10 kV odvođe i transformatore T1 i T2, kao i zamjenu sistema pomoćnog napajanja u TS.

Nakon provedenog postupka javne nabavke, nabavljena je nova oprema:

1. Oprema pomoćnog napajanja – ormari razvoda pomoćnih napona 3x400/230 V 50 Hz i 220 V DC, ispravljač 230 V AC/220 V DC i stacionarna akumulatorska baterija 220 V DC, u dva paralelna niza po 100–120 Ah, 18x12 V, smještena u dva ormara.
2. Zaštitno-upravljački uređaji za SN odvođe, 33 kom. – REF620, proizvođača ABB.
3. Zaštitno-upravljački uređaji za transformator T1 i T2 – numerička diferencijalna zaštita za tronamotajni transformator 7UT86 i numerički autonomni prekostrujni relej 7SJ45, proizvođača SIEMENS.

4. Zaštitno-upravljački uređaji za polja DV 110 kV Sarajevo 10/I i DV 110 kV Sarajevo 10/II, 2 kom. – REF615, proizvođača ABB.

Služba održavanja MRT i PN u TJ Sarajevo je pristupila pripremi, projektovanju, konfigurisanju, podešavanju i zamjeni navedene sekundarne opreme.

Zamjena navedene sekundarne opreme je vršena etapno, uz redovno izvršavanje svih poslova na održavanju opreme iz domena rada službe.

Prvo se pristupilo zamjeni opreme pomoćnog napajanja. Ormari razvoda pomoćnih napona 3x400/230 V 50 Hz i 220 V DC su radi nedostatka prostora i dužine postojećih komandno-signalnih kablova montirani na mjesto postojećih, što je dodatno zakomplikovalo i otežalo njihovu zamjenu. Gubitak pomoćnog napajanja bilo koje postojeće statičke zaštite automatski dovodi do neželjenog ispada. Uspješno je izvršena zamjena navedene opreme, bez gubitka AC i DC pomoćnog napona i bez ispada transformatora i 10 kV odlaza. Novi sistem pomoćnog napajanja je prikazan na slici 2.



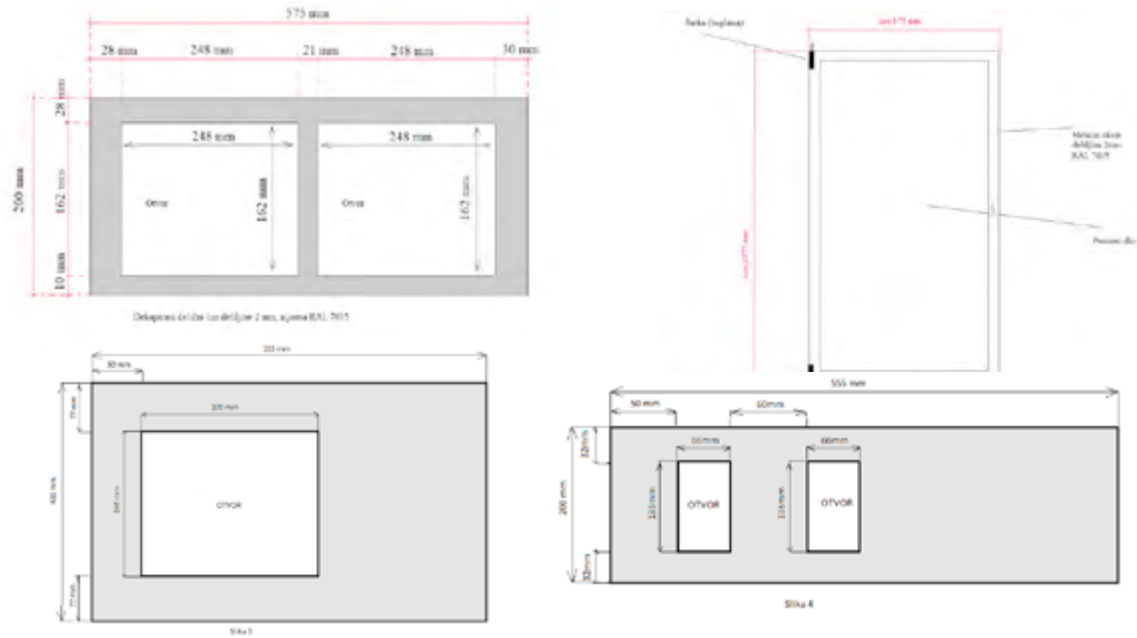
Slika 2. Novi sistem pomoćnog napajanja u TS

Nakon toga se pristupilo pripremi i zamjeni zaštitno-upravljačkih uređaja za 10 kV odvođe i transformatore T1 i T2.

Odlučeno je da se zadrže postojeći KRO ormari sa rednim stezaljkama i komandno-signalnim

kablovima, a da se sva ostala oprema u ormarima zamijeni. U tu svrhu je izvršena izrada montažnih nacrti i nabavka metalnih konstrukcija prema slici 3.

PREDSTAVLJAMO



Slika3. Metalna konstrukcija za montažu zaštitno-upravljačkih uređaja

Po pribavljanju potrebne opreme, služba održavanja MRT i PN je u radionici izradila šeme djelovanja i vezivanja, te konfigurirala i ožičila releje u skladu sa šemama.

Prvo je izvršena zamjena zaštitno-upravljačkih uređaja 10 kV odvoda.

Ovim projektom je predviđena ugradnja 32 zaštitno-upravljačka uređaja u četiri postojeća KRO. Postupak zamjene zaštitno-upravljačkih uređaja je

dobro dodatno zakomplikovan jer ED Sarajevo nije bila u mogućnosti da odobri istovremeno isključenje svih 10 kV odvoda u jednom KRO. Odobreno je isključenje jednog KO 10 kV po danu, prema redoslijedu odvoda „odozgo prema dolje“ u KRO. Poslovi na zamjeni su se obavljali sukcesivno, odvod po odvod, vodeći računa da svaka greška može prouzrokovati nepotreban ispad, slika 4. Radovi su izvođeni u ormarima u kojima je sedam preostalih odvoda bilo u pogonu.



Slika 4. Sukcesivna zamjena zaštitno-upravljačkih uređaja 10 kV odvoda



Na slikama 5. i 6. prikazani su izgledi KRO 10 kV odvoda prije i poslije zamjene.



Slika 5. KRO za 10 kV odvode prije zamjene



Slika 6. KRO za 10 kV odvode nakon zamjene

Osim zaštitno-upravljačkih uređaja, u ormarima je izvršena zamjena i ostale sekundarne opreme: pomoćnih releja, automatskih osigurača i prednjih vrata, te je na taj način dobijen novi redizajnirani zaštitno-upravljački ormar za SN odvode.

U novim numeričkim zaštitno-upravljačkim uređajima je aktivirana dvostepena prekostrujna zaštita ($I>$ i $I>>$) i usmjerena zemljospojna zaštita ($I0>$). Upravljanje aparatima, softverske blokade, mjerenja, položajna i alarmna signalizacija su također realizovane preko numeričkih zaštitno-upravljačkih uređaja. Na ovaj način funkciju opreme montirane na prednjim vratima ormara preuzeo je zaštitno-upravljački uređaj, te su vrata zamijenjena novim, sa prozirnim otvorom.

Neposredno nakon zamjene svih uređaja desio se zemljospoj na jednom od 10 kV odlaza, pri čemu je došlo do ispada samo odvoda koji je bio u kvaru. Na ovaj je način provjereno usmjerenje zemljospojnih zaštita svih 10 kV odlaza. Od momenta ugradnje do danas nije zabilježen niti jedan neselektivan ispad 10 kV odlaza.

Nakon zamjene zaštitno-upravljačkih uređaja 10 kV odvoda pristupilo se pripremi i zamjeni zaštitno-upravljačkih uređaja za transformatore T1 i T2, te dalekovode DV 110 kV Sarajevo 10/I i DV 110 kV Sarajevo 10/II.

Za potrebe sistema zaštite i upravljanja transformatora T1 i T2, ugrađene su numeričke diferencijalna zaštita 7UT86 i autonomna prekostrujna zaštita 7SJ45. Upravljanje aparatima, softverske blokade, mjerenja, položajna i alarmna signalizacija su također realizovane preko numeričke diferencijalne zaštite 7UT86.

Upravljanje rastavljačima i blokade, mjerenja, položajna i alarmna signalizacija polja DV 110 kV Sarajevo 10/I i DV 110 kV Sarajevo 10/II realizovani su preko novih ugrađenih numeričkih upravljačkih uređaja REF615. Navedena polja su nepotpuna, bez prekidača, tako da su aktivirane samo upravljačke funkcije. Na slikama 7. i 8. prikazani su radovi i izgledi KRO prije i poslije zamjene.



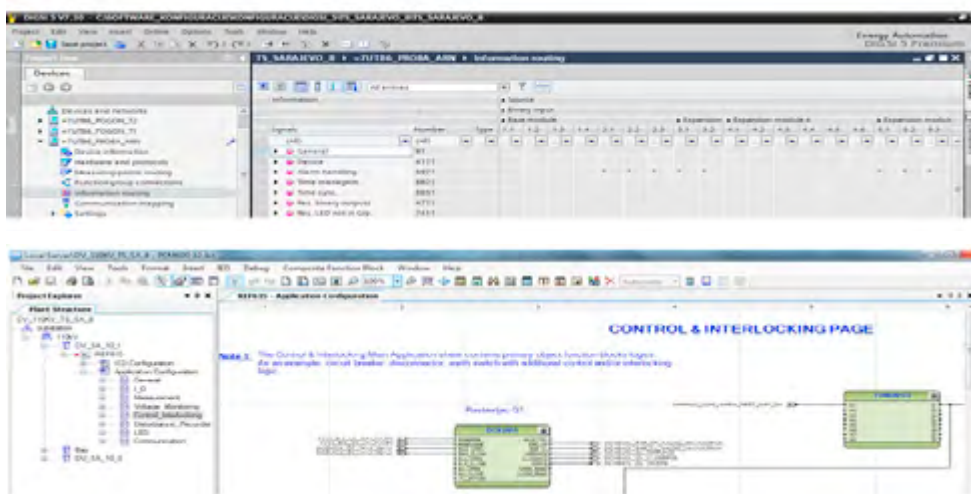
Slika 7. Izvođenje radova

PREDSTAVLJAMO



slika 8. Ormar zaštite i upravljanja transformatora 110/10 kV i polja DV110 kV prije i poslije zamjene

Za konfiguraciju i podešenje novih uređaja korišteni su softveri proizvođača DIGSI 5 (Siemens) i PCM 600 (ABB):



slika 9. Softveri DIGSI 5 i PCM 600 za konfigurisanje i podešenje numeričkih uređaja

Bitno je napomenuti da je zamjena svih zaštitno-upravljačkih uređaja izvršena u pogonu bez ijednog nepotrebnog ispada.

Prednosti ugradnje numeričkih zaštitno-upravljačkih uređaja:

- Smanjen je broj neselektivnih ispada.
- Smanjen je broj intervencija zbog kvara sekundarne opreme, kvar zaštita, komandno-signalnih preklopki, pokaznih instrumenata, pomoćnih releja, položajne i alarmne signalizacije.
- Realizovana je funkcija snimanja analognih i digitalnih veličina kod kvara koja je od velikog značaja kod analize pogonskih događaja i havarija.
- Zadržan je postojeći način integrisanja zaštitno-upravljačkih ormara za SN odvođe i transformatore u SCADA sistem Sicam RTU/SAS. Novi zaštitno-upravljački uređaji imaju sistemski komunikacioni port na zadnjoj strani koji podržava protokol IEC 61850 te nije potrebna nabavka dodatne opreme u slučaju zamjene SCADA sistema u TS.
- Realizovana je funkcija „zaštita SN sabirnica“ (Reverse Busbar Blocking Scheme) putem logičke selektivnosti.
- Aktivirana je ograničena zemljospojna zaštita transformatora T1 i T2.



slika 10. Izgled KRO nakon završene zamjene

U realizaciji zamjene sistema zaštita, upravljanja i pomoćnog napajanja u TS 110/10 kV Sarajevo 8 učestvovali su uposlenici službe održavanja MRT i PN u TJ Sarajevo uz pomoć uposlenika službe održavanja RP (na slici 11. slijeva nadesno):

Admir Čeljo, samostalni inženjer za MRT i PN
Nihad Dizdarević, poslovođa za MRT i PN

Emir Kučuk, samostalni ispitivač za MRT i PN
Selim Musić, vodeći monter u službi RP
Senad Čabaravdić, vodeći ispitivač za MRT i PN
Hasan Ćatić, vodeći ispitivač za MRT i PN
Muharem Opčin, samostalni ispitivač za MRT i PN
Avdo Kambur, rukovodilac službe za održavanje MRT i PN



slika 11. Uposlenici službe za održavanja MRT i PN u TJ Sarajevo

SLUŽBA ZA RAZVODNA POSTROJENJA TERENSKE JEDINICE BIHAĆ

Autor: **Sadik Kadrić, dipl. ing. el.**, Rukovodilac Službe za razvodna postrojenja, TJ Bihać

Osnivanjem Kompanije „Elektroprenos BiH“ a.d. Banja Luka 2006. godine, uspostavljena je Terenska jedinica Bihać, koja je egzistirala u okviru Elektroprenosa Sarajevo kao Pogon Bihać.

Tadašnji Pogon Bihać, kao najmanji u okviru Elektroprenosa Sarajevo, imao je sve službe koje su uspješno obavljale postavljene zadatke i radne ciljeve u 11 objekata koje su održavale.

Ovom prilikom upoznaćemo Službu za razvodna postrojenja Terenske jedinice Bihać, koja obavlja poslove održavanja VN opreme i transformatora, otklanjanjem kvarova, sanacijom havarija, ali i velikim dijelom učestvuje u izgradnji i sanaciji/rekonstrukciji trafostanica.

Tim službe za razvodna postrojenja TJ Bihać sastoji se od šest uposlenika, i to:

- Kadrić Sadik, dipl.ing.el. – Rukovodilac Službe za RP
- Delić Adnan – Poslovođa za RP
- Nadarević Almir – Vodeći monter za RP
- Okanović Alen – Monter za RP
- Prošić Eldis – Vodeći bravar za RP
- Edina Hadžić – Tehničar za RP



S desna ulijevo: Kadrić Sadik, Nadarević Almir, Hadžić Edina, Okanović Alen, Prošić Eldis i Delić Adnan

Služba za RP Terenske jedinice Bihać održava visokonaponsku opremu u četrnaest transformatorskih stanica od kojih je jedna TS 220/110/x kV, dvanaest TS 110/x kV i jedna EVP 110/25 kV.

U svim trafostanicama Terenske jedinice Bihać je ugrađeno ukupno 22 energetska transformatora (jedan 220/110kV, dvadeset 110/xkV, dva 35/10kV) i petnaest kućnih transformatora.

U ovim trafostanicama ima ukupno 290 polja, od čega je jedno 220 kV polje, 65 polja 110 kV, 224 polja srednjeg napona (35,20 i 10 kV).

Posebna pažnja Službe za RP TJ Bihać zajedno sa Službom za specijalna mjerenja OP Banja Luka je

usmjerena na održavanju energetskih transformatora kao najbitnijeg dijela elektroenergetskog postrojenja što je doprinijelo visokoj pouzdanosti rada energetskih transformatora bez obzira sto ima energetskih transformatora koji su stariji više od 40 godina.

Ovdje treba istaći da je pojedina oprema instalirana u trafostanicama TJ Bihać stara i skoro 50 godina, što dodatno usložnjava proces održavanja, kao i nabavku rezervnih dijelova. Pored starosti ugrađene opreme treba istaći i da je postojeća ugrađena oprema od mnogo različitih proizvođača. Zbog toga je pored redovnih poslova u održavanju opreme posvećena posebna pažnja u stalnoj edukaciji zaposlenika Službe.



10 kV postrojenje u TS 110/20/10 kV Sanski Most staro 45 godina. Napušteno 2017. godine izgradnjom novog SN postrojenja.



Novo SN postrojenje 10 i 20 kV u TS 110/20/10 kV Sanski Most. Pušteno pod napon 2017. godine.

Iako mala po broju uposlenika, Služba za RP TJ Bihać, uzela je učešće kroz poslove nadzora nad izgradnjom i učešća u provođenju javnih nabavki za izgradnju nove TS 110/x kV Bužim, ugradnji energetskog transformatora T2 u TS 110/x kV Bihać 2, ugradnji energetskog transformatora T2 u TS 110/xkV Cazin 1 te u realizaciji preuzetih obaveza Elektroprenos-a BiH pri realizaciji Ugovora na izgradnji novog SN postrojenja u TS 110/x kV Sanski Most. Kroz realizaciju ovih aktivnosti uloženi su veliki trud na poslovima upoznavanja sa specifičnostima rasklopne opreme od raznih proizvođača kao i sa tipovima i načinu održavanja novougrađene opreme u cilju što boljeg budućeg održavanja iste.

U 2016. godini Služba za RP TJ Bihać je dobila instrument za ispitivanje sinhronizma i pada napona

prekidača i uređaj za ispitivanje vakuuma na SN vakuumskim prekidačima te možemo reći da je Služba relativno dobro opremljena sa alatima, uređajima i instrumentima za ispitivanje VN i SN opreme, a sve u cilju što boljeg održavanja i otkrivanja nedostataka na ugrađenoj opremi.

Poslovi redovnog održavanja elemenata prijenosne mreže se vrše prema Pravilniku o održavanju elemenata prijenosne mreže Elektroprenosa BiH.

Redovni pregledi i revizije se izvršavaju na vrijeme i besprijekorno pri čemu je broj intervencija zbog kvarova na rasklopnoj opremi i havarija u VN i SN postrojenjima sveden na najmanju mjeru.

PREDSTAVLJAMO



Ispitivanje sinhronizma 110 kV prekidača



Radovi na reviziji energetskog transformatora

Pored poslova redovnog održavanja u toku 2018. godine uposlenici Službe su krenuli u poslove zamjene starih malouljnih prekidača sa novim vakuumskim prekidačima u SN ćelijama pojedinih TS te zamjene dva malouljna prekidača sa novim SF6 prekidačima u 110 kV dalekovodnim poljima u TS 110/x kV Velika Kladuša koji su nabavljeni u toku 2017. godine kroz projekat zamjene opreme u TJ Bihać.



Ispitivanje pada napona novog prekidača



Stari malouljni prekidač koji je predmet zamjene



Ispitivanje vakuuma novog prekidača



Novougrađeni vakuumski prekidač

Poseban dio poslova ekipe Službe su poslovi na otklanjanju kvarova, intervencija i havarija. Ovo su složeniji poslovi u odnosu na redovno održavanje postrojenja. Posebnost ovog posla je što treba u što kraćem vremenu dovesti postrojenje u funkcionalno

ispravno stanje zbog obezbjeđenja napajanja potrošača a da se pri tome moraju ispoštovati sva pravila za bezbjedan rad u postrojenju. Na ovaj aspekt rada Službe smo posebno ponosni.



Radovi na defektaži kvara na prekidaču HPGE 11A/16 u polju DV 110 kV Knin u TS 110/35/10 kV Bosansko Grahovo



Demontaža zaglavljene pola prekidača



Montaža rezervnog ispravnog pola prekidača uz tehničku podršku kolege iz TJ Banja Luka

Ovom prilikom trebamo pomenuti i odličnu saradnju sa Službom za RP TJ Banja Luka koja nam pruža veliku materijalnu i tehničku podršku u slučajevima otklanjanja težih kvarova na VN opremi (poslovi zamjene polova prekidača i havarisanih SMT).

Ono što je bitno ovdje napomenuti su i dobri i prijateljski međuljudski odnosi kolega i kolegica u službi te odličnu saradnju sa kolegama iz OP Banja Luka i iz ostalih operativnih područja Elektroprenosa BiH.





Stručni radovi



DIJAGNOSTIČKA ISPITIVANJA VN PREKIDAČA U SLUŽBI ODRŽAVANJA RP U TJ MOSTAR

Fehim Šuta, dipl. ing. el., Rukovoditelj Službe održavanja RP u TJ Mostar

Ante Čutura, mag. ing. el., Samostalni inženjer za RP u TJ Mostar

Anđelo Bošković, mag. ing. el., Inženjer suradnik za RP u TJ Mostar

Dijagnostička ispitivanja VN prekidača predstavljaju određivanje stanja prekidača, te načina njegovog održavanja u svrhu pouzdanijeg i ekonomičnijeg rada kroz eksploataciju za cijelo elektroenergetsko postrojenje. Dijagnostička ispitivanja omogućuju: otkrivanje prisutnosti kvara još u začetku, određivanje prirode i kompleksnosti kvara, predviđanje potrebe za odgovarajućim održavanjem, te korektivne radove na određenim aparatima.

VN prekidači moraju podnijeti određena električna, termička i mehanička naprezanja koja se na njih postavljaju pri raznim radnim režimima rada, tj. moraju zadovoljiti tehničke zahtjeve prema IEC standardu. To su sljedeća svojstva: vođenje nazivne struje, prekidanje struje kratkog spoja, dielektrična svojstva, mehanička funkcionalnost i prekidna moć. Prilikom dijagnostičkog ispitivanja VN prekidača koristi se sljedeća ispitna oprema: instrument za mjerenje sklopnih vremena, nesinkronizma polova, struje i napona uklopnog i isklonih svitaka, mjerenje brzine okidanja prekidača i vibracija, instrument za mjerenje padova napona na zatvorenim kontaktima u polovima prekidača, termovizijska kamera za kontrolu pregrijavanja kontaktnih i spojnih mjesta, detektor za provjeru curenja plina SF₆, uređaj za ispitivanje SF₆ plina (mjerenje čistoće plina, količine vlage i mjerenje koncentracije produkata razlaganja plina SF₆) prema IEC standardu.

Svaki medij za gašenje luka ima svoja specifična svojstva, pa prema tome i svoj način dijagnostike i održavanja. Medij za gašenje luka uvijek je dio izolacijskog sustava između kontakata otvorenog aparata, a vrlo često i dio nekog drugog izolacijskog sustava (npr. prema zemlji i/ili između polova). Zbog svog djelovanja njegova je odgovornost vrlo velika, stoga njegovoj dijagnostici i održavanju treba posvetiti posebnu pažnju.

Plin SF₆, odnosno sumporni heksafluorid, jeste medij za gašenje luka i izolaciju. Zbog svoje elektronegativnosti, vrlo je dobar dielektrik i odličan medij za gašenje. Kod atmosferskog tlaka njegova je dielektrična čvrstoća oko 2,5 puta veća od čvrstoće zraka. Pri prekidanju struje u SF₆ plinu, usljed djelovanja luka dolazi do razgradnje plina SF₆ i do stvaranja novih plinova, od kojih su neki agresivni prema materijalima koji se ugrađuju u aparat. Većina produkata raspada plina SF₆ biva apsorbirana od strane aktivnog filterskog uložka koji se u tu svrhu stavlja u aparaturu. Ukoliko se provodi velika revizija kod kojeg se kontrolira i/ili zamjenjuje plin, treba slijediti upute proizvođača i poduzeti sve potrebne mjere u smislu zaštite ljudi i zbrinjavanja plina, zagađenih djelova, alata i druge opreme. Prije samog procesa punjenja novim plinom, potrebno je dobro očistiti aparaturu, te izvršiti kontrolno mjerenje. Dijagnostiku plina SF₆ izvodimo sa mjernim uređajem WIKA SF₆-Breaker-Analyser, a kriterij korišten pri analizi rezultata su referentne vrijednosti definirane IEC 60480 standardom: čistoća plina veća od 97%, količina vlage manja od 200 ppmv, količina proizvoda razlaganja SO₂ < 12 ppmv (sumporov dioksid) i HF < 12 ppmv (fluorovodik).

Šire područje južne Hercegovine poznato je kao područje sa mnogo udara gromova i najvećim brojem godišnjih grmljavinskih dana. Rezultat takvih pojava je učestalo prekidanje struja kvara reda veličine od 10 do 15 kA. Procjena je da od ukupnog broja operacija koje su VN prekidači odradili barem polovica operacija otpada na prekidanje struja kvara. Prilikom redovite eksploatacije VN prekidača u ovakvim uvjetima dolazi do pogoršanja stanja plina SF₆ unutar polova prekidača. Nakon ispitivanja kvalitete SF₆ plina na predmetnim prekidačima vrši se uspoređivanje podataka sa referentnim vrijednostima definiranim IEC standardom.

Ukoliko se utvrde određena odstupanja u cilju postizanja boljih rezultata donosi se odluka o zamjeni plina. Zbog loših karakteristika plina pristupa se ispiranju komore prekidača pomoću dušika. Postojeći plin iz komore se izvlači u prazne boce i komore prekidača se vakuumiraju. Nakon toga, komore prekidača se pune dušikom do preporučenog tlaka. Preporuka je da dušik, koji dobro veže nečistoće, ostane u komorama minimalno 24 sata. Nakon toga se dušik izvlači iz komora prekidača, komore se vakuumiraju, te se komore ponovno pune novim SF6 plinom uz kontrolna ispitivanja. Čak i nakon zamjene plina novim, rezultati nakon više operacija uklopa-isklopa poprimaju neprihvatljive vrijednosti – udio SO₂ se poveća do nemjerljivih vrijednosti.



Dijagnostička ispitivanja VN prekidača

Uvažavajući navedeno, te upute proizvođača prekidača, kada SF₆ plin i nakon zamjene poprima neprihvatljive vrijednosti, potreban je temeljiti pregled prekidnih jedinica prekidača, odnosno velika revizija prekidača. Nakon donošenja odluke o velikoj reviziji prekidača demontiraju se polovi na navedenim prekidačima, rastavljaju se polovi prekidača i obavlja se pregled unutrašnjosti polova te glavnih kontakata prekidača. Vizualnim pregledom se traže oštećenja ili istrošenost glavnih kontakata, te čišćenje uočene nakupine SO₂ u unutrašnjosti polova prema preporuci proizvođača. Unutrašnjost polova se temeljito očisti, potrebno je zamijeniti potrebne brtve i filter čestica. Polovi se sklapaju, vakuumiraju i pune plinom u skladu s preporukom proizvođača. Nakon što su ponovno montirani na postolje, polovi se nadopunjavaju plinom na nazivnu vrijednost tlaka, te se obavlja provjera istjecanja plina. Potrebno je izmjeriti radna vremena operacija uklopa, isklopa te operacija uklop-isklop za svaki pol pojedinačno. Tijekom ovog ispitivanja mjeri se i hod, prijelazni otpor glavnih kontakata, te sva ostala mjerenja i ispitivanja predviđena velikim servisom prekidača. Nakon funkcionalnog ispitivanja prekidača obavlja se ponovna analiza SF₆ plina kojim su napunjeni polovi prekidača. Analizom plina za svaki pojedini pol posebno su obuhvaćena već navedena mjerenja: čistoća plina, količina vlage, količina (udio) proizvoda razlaganja SO₂ i HF.



Ispiranje komore prekidača pomoću dušika (N)

Uzevši u obzir sve gore spomenuto, potrebno je provoditi aktivnosti na kontroli prekidača sukladno uputama za korištenje i održavanje prekidača. Uz to, savjetujemo voditi dnevnik događaja za prekidače za koje se pouzdano zna da učestalo prekidaju struje kvara. Dnevnikom bi trebalo obuhvatiti datum i iznos struja kvara koje prekidači prekidaju kako bi se mogla što točnije procijeniti potreba za ponovnim otvaranjem polova prekidača. Manje struje od nazivnih prilikom redovnih operacija uklopa i isklopa nije potrebno posebno evidentirati za procjenu stanja glavnih kontakata već samo za ukupan broj operacija. Preporuka je također da se prilikom izvođenja radova na redovnoj godišnjoj reviziji prekidača izmjeri prijelazni otpor i istrošenost glavnih kontakata. Ukoliko dođe do znatnijeg odstupanja od tvorničkih preporuka, potrebno je otkloniti nastale nepravilnosti. Također, preporuča se periodička kontrola kvalitete SF6 plina u smislu praćenja koncentracije, količine vlage te udjela SO₂ i HF. Ukoliko neki od navedenih parametara odstupa od dopuštenih, potrebno je plin zamijeniti novim. Ovo se naročito odnosi na udio SO₂ kako bi se spriječilo nakupljanje SO₂ na unutarnjim stjenkama i glavnim kontaktima unutar prekidnih jedinica polova prekidača.



Djelatnici Službe održavanja RP TJ Mostar u RP 220 kV Mostar 3 (Jasenica)
(A. Bošković, E. Kvesić, D. Zovko, I. Raič, S. Sultanić)

Rezultati provedenih dijagnostičkih ispitivanja potvrdili su tehničku opravdanost provođenja redovitih dijagnostičkih ispitivanja i pregleda na visokonaponskim prekidačima. Na otprilike 50% ispitanih SF₆ prekidača preporučeno je održavanje ili pojačani nadzor. Ujedno se u praksi potvrđuje opravdanost promjene načina održavanja s vremenski baziranog održavanja na održavanje prema stanju prekidača, te obveze provođenja kontrole kvalitete SF₆ plina, po potrebi zamjene i planske velike revizije prekidača.

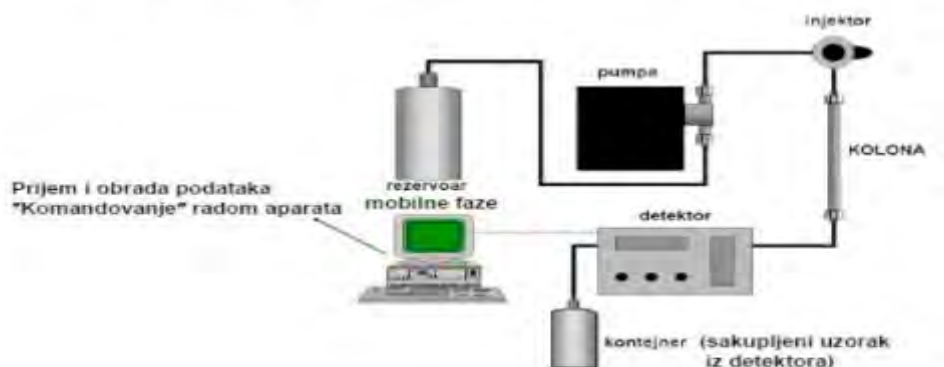
PREDSTAVLJANJE NOVOG INSTRUMENTA HPLC (High Performance Liquid Chromatography) ODREĐIVANJE SADRŽAJA 2-FURFURALA I NJEGOVIH SRODNIKA RASTVORENIH U TRANSFORMATORSKOM ULJU METODOM HPLC

Melita Kasumagić, dipl. ing. hemije, Samostalni inženjer za ispitivanje transformatorskih ulja

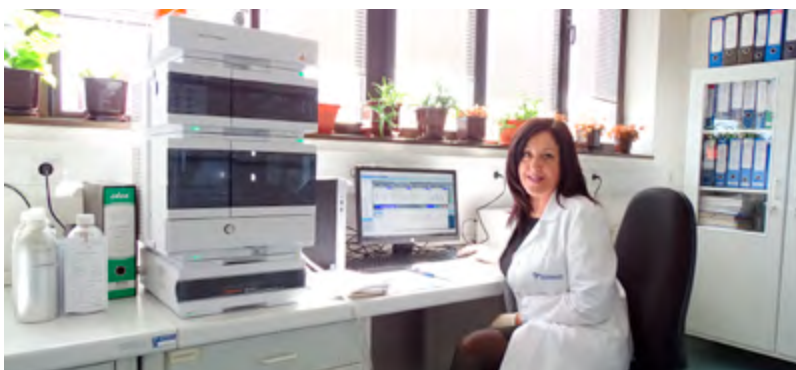
UVOD

Analiza furana u izolacionim uljima koristi se od sredine 80-ih godina prošlog stoljeća, kao pokazatelj degradacije čvrste izolacije u energetskim transformatorima. Čvrsta izolacija transformatora sastoji se od celuloze, hemiceluloze, lignina i mineralnih tvari. Celuloza (C₆H₁₀O₅)_n je linearni polimer s ponavljajućim molekulama glukoze koje su povezane glikozidnim vezama. Nekoliko faktora, kao što su vlaga, temperatura, tip i količina same papirne izolacije utiče na njeno slabljenje kao izolacionog medija. Usljed utjecaja temperature i prisutnosti kisika nastupa skraćivanje lanaca, što se očituje smanjenjem stepena polimerizacije. Fizikalno to znači slabljenje mehaničkih svojstava papirne izolacije, a u tehničkom smislu smanjenje otpornosti transformatora na dinamičke sile kratkog spoja. Glukoza je osnovna gradivna jedinica celuloze, i njezinom pirolizom ili hidrolizom nastaju različiti derivati furana. Derivati furana koji nastaju termičkom degradacijom papirne izolacije su različito topivi u ulju. Određivanje furana iz ulja je indirektna dijagnostička metoda za ocjenu stepena ostarjelosti papirne izolacije transformatora i procjenu vijeka trajanja samog transformatora. Direktna metoda zahtijeva uzimanje uzorka papira iz transformatora, što je često neizvodljivo u praksi, osim kod remonta i post-mortem analiza transformatora.

Metoda tekuće hromatografije visokog učinka (HPLC High Performance Liquid Chromatography) zasnovana je na razdvajanju komponenti smjese analita između stacionarne faze unutar kolone i tečnog rastvarača. Tečni rastvarač se miješa sa vodom u omjeru od 40:60 (ili 20:80) i pod visokim pritiskom nosi uzorak kroz kolonu napunjenu poroznim česticama promjera 5µm. U zavisnosti od veličine i polarnosti samog analita, komponente se različito zadržavaju unutar kolone i na izlasku se detektuju DAD detektorom, koji može pratiti nekoliko signala na više talasnih dužina istovremeno. Vrijeme zadržavanja analita u koloni se naziva retenciono vrijeme, specifično je za svaku komponentu, tako da daje informaciju o kvalitativnom sastavu smjese. Površina izlaznog pika na hromatografu određuje količinu te komponente.



Šematski prikaz HPLC sistema



Rukovodilac Laboratorije mr sc. Amgijada Karišik, dipl. ing. hemije – analiza uzoraka transformatorskih ulja na instrumentu HPLC

Metoda za određivanje derivata furana rastvorenih u transformatorskom ulju optimizirana je i validirana 2017. godine u Laboratoriji za ispitivanje transformatorskih ulja „Elektroprijenos BiH“. Transformatorsko ulje se analizira na sadržaj pet spojeva furana, koji svojim kvalitativnim i kvantitativnim sadržajem ukazuju na stanje papirne izolacije.

Furani nastaju isključivo degradacijom celulozne izolacije u transformatorima, i to već na temperaturama iznad 105°C. Rastvaraju se u ulju u značajnoj količini. Migriraju u izolacionu tečnost i visoka koncentracija ili prirast koncentracije furana u ulju ukazuje na degradaciju celuloze.

Pojedinačni furani se mogu identificirati i kvantificirati:

Derivat furana	Uzrok degradacije celuloze
2-furfural (2-FAL)	Opšte pregrijavanje, starenje Izolacionog sistema IS
2-furfurol (2-FOL)	Visoka ovlaženost IS
5-metil-2-furfural (5-MEF)	Visoke temperature
5-hidroksimetil-2-furfural (5-HMF)	Izražena oksidacija
2-acetil furan (2-ACF)	Visoke temperature

Furani su najčešće prisutni u količinama između 50ppb i 9ppm, u zavisnosti od starosti transformatora, kao i terećenja transformatora. Direktna analiza prisustva i količine pojedinih komponenti furana služi kao indikator ostarjelosti i stanja transformatora.

<i>Godine starosti transformatora</i>	<i>Očekivane vrijednosti koncentracija furana</i>
1–5	30–50 ppb
5–10	50–1000 ppb
10–20	1500–4000 ppb
>20	Mogu ići čak do 9000 ppb

EKSPERIMENTALNI DIO

Standardi pet komponenti: 2-furfural (2-FAL), 2-furfurol (2-FOL), 5-metil-2-furfural (5-MEF), 5-hidroksimetil-2-furfural (5-HMF) i 2-acetil furan (2-ACF) odvagani su i rastvoreni u toluenu, tako da se dobije rastvor koji sadrži približno 1000 mg/ml svih pet komponenti. Od ovog rastvora je kreirana kalibraciona kriva sa šest razblaženja, tj. šest standarda u rasponu koncentracija 0.05–10 ppm. Metoda ekstrakcije je tečno–tečno. Korištene su kolona i pretkolona Zorbax Eclipse Plus. Uvjeti metode su optimizirani da se dobije najbolje razdvajanje i dobar odziv komponenti. Kao rastvarač koristi se acetonitril. Analiza traje oko 30 minuta.



Samostalni inženjer za ispitivanje transformatorskih ulja Melita Kasumagić, dipl. ing. hemije – priprema uzoraka ulja za analizu sadržaja furana

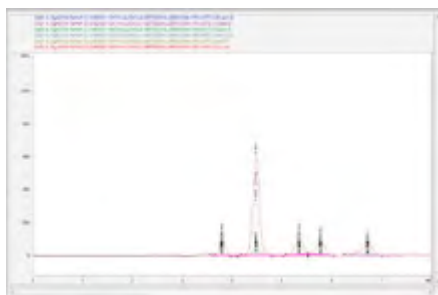
INSTRUMENT I METODA

Korišten je instrument HPLC The Agilent 1260 Infinity II koji se sastoji od sljedećih dijelova:

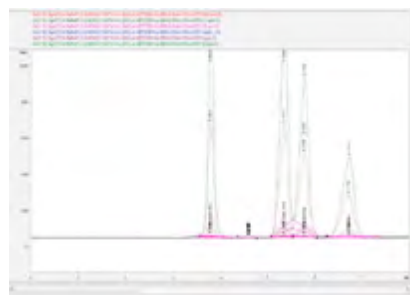
Opis komponenti hardwarea
G7111A, Agilent 1260 Infinity Quat Pump VL
G7129A, Agilent 1260 Infinity Autosampler
G1315D, Agilent 1260 Infinity Diode Array Detector

Metoda ekstrakcije i analize derivata furana opisana je u standardu IEC 61198:1993 (Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds).

OVERLAY HROMATOGRAM ZA SVIH PET DERIVATA FURANA NA PET TALASNIH DUŽINA POTVRĐUJE LINEARNOST METODE



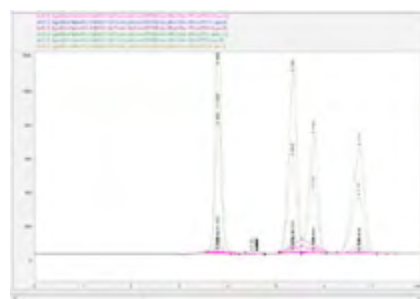
Sve komponente na talasnoj dužini 215 nm



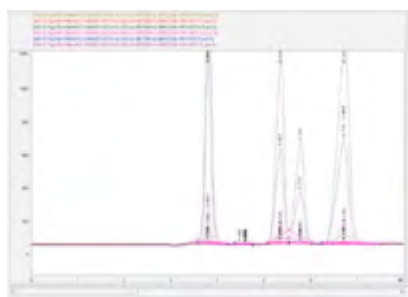
Sve komponente na talasnoj dužini 272 nm



Sve komponente na talasnoj dužini 274 nm



Sve komponente na talasnoj dužini 280 nm



Sve komponente na talasnoj dužini 288 nm

**PRECIZNOST
METODE**

% RSD po Area (površini pikova)
Precision

	5-HMF	2-FOL	2-FAL	2-ACF	5-MEF
1	427.781	291.777	480.045	376.02	523.947
2	429.145	292.301	479.723	375.914	522.729
3	428.124	292.561	479.411	375.452	522.17
4	427.192	291.393	478.437	374.1	522.912
5	427.325	291.666	478.423	374.839	523.544
6	426.093	291.531	478.358	374.17	525.47
7	427.804	291.295	479.215	374.299	523.634
8	427.384	290.731	479.074	375.655	521.883
9	427.252	290.793	478.578	374.486	521.418
10	426.906	291.471	478.284	374.078	521.346
11	427.119	291.819	477.725	374.088	524.19
AVERAGE	427.466	291.576	478.843	374.827	522.930
% RSD	0.188	0.198	0.127	0.190	0.250

% RSD po RT (retencionim vremenima)
Precision

	5-HMF	2-FOL	2-FAL	2-ACF	5-MEF
1	3.795	4.482	5.354	5.779	6.726
2	3.795	4.484	5.355	5.783	6.728
3	3.799	4.488	5.356	5.784	6.725
4	3.8	4.488	5.358	5.786	6.73
5	3.802	4.49	5.361	5.789	6.733
6	3.803	4.491	5.362	5.79	6.736
7	3.803	4.491	5.362	5.791	6.737
8	3.805	4.492	5.361	5.79	6.735
9	3.804	4.493	5.362	5.791	6.736
10	3.804	4.492	5.363	5.792	6.738
11	3.803	4.492	5.363	5.792	6.737
AVERAGE	3.802	4.490	5.360	5.789	6.734
% RSD	0.079	0.061	0.054	0.057	0.065

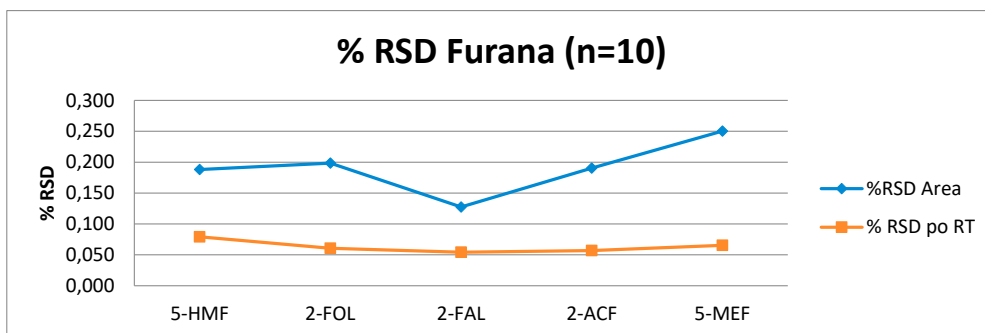


TABELA ZA ODREĐIVANJE S/N (SIGNAL TO NOISE)

Komponente	2-FOL	2-ACF	2-FAL	5HMF	5-MEF
Height/ visina pika za c = 0.05 ppm	3.3995	3.454	4.768	5.6339	3.4072
Height/ visina pika za c = 0.1 ppm	6.0601	6.1995	8.5535	9.816	6.093
Noise/ šum slijepe probe	0.2998	0.0962	0.1204	0.5859	0.4394
S/N za LOD	11.33923	35.90437	39.60133	9.615805	7.75421
S/N za LOQ	20.21381	64.44387	71.04236	16.75371	13.86664

ZAKLJUČAK

U Laboratoriji za ispitivanje transformatorskih ulja „Elektroprijenos BiH“ je validirana radna metoda za određivanje sadržaja 2-furfurala i njegovih srodnika rastvorenih u transformatorskom ulju. Limit detekcije je 50 ppb (parts per billion). Uočena je dobra linearnost za kalibracionu krivu u rangu 50 ppb – 10 ppm (parts per million) sa korelacionim faktorom >0.999 za svih pet komponenti. Preciznost metode je provjerena sa 10 ponovljenih injektiranja za koncentraciju od 50ppb sa maksimumom od 0.19% i 0.025% RSD (za površinu pikova i retenciono vrijeme). Metoda je potvrđena kao pogodna za primjenu i dosad je urađeno preko 200 analiza. Urađena je i međulaboratorijska razmjena sa Institutom za elektrotehniku „Končar“ iz Zagreba, čime je potvrđena usklađenost dobijenih rezultata analiziranih uzoraka transformatorskog ulja.

BOSANSKOHERCEGOVAČKI KOMITET MEĐUNARODNOG VIJEĆA ZA VELIKE ELEKTRIČNE
SISTEME – BH K CIGRÉ – SARAJEVO

11. SAVJETOVANJE BOSANSKOHERCEGOVAČKOG KOMITETA – NEUM, 15–19.09.2013.

ANALIZA ISPADA VISOKONAPONSKIH DALEKOVODA ZBOG ATMOSFERSKIH PRENAPONA

Mr sc. Razim Nuhanović, dipl. ing. el., Elektroprenos BiH, OP Tuzla

Prof. dr sc. Amir Tokić, dipl. ing. el., Fakultet elektrotehnike Tuzla – Bosna i Hercegovina

Prof. dr sc. Ivo Uglešić, dipl. ing. el., Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb – Hrvatska

Bojan Franc, dipl. ing. el., Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb – Hrvatska

Mr sc. Armin Hrustić, dipl. ing. el., Elektroprenos BiH, OP Tuzla

Mirza Dževlan, dipl. ing. el., Elektroprivreda BiH, Sarajevo, Podružnica HE na Neretvi, Jablanica

Sažetak

Prekidi pogona dalekovoda mogu nastati iz različitih razloga, mogu biti različite učestalosti i trajanja, a sve to može imati za posljedicu smanjenu pouzdanost pogona tog dijela prenosne mreže i sigurnost napajanja šireg područja električnom energijom. Munja je jedan od glavnih uzroka prekida rada kako u distributivnoj tako i u prenosnoj elektroenergetskoj mreži. Atmosferski prenaponi koji se javljaju na nadzemnim vodovima mogu nastati na različite načine. Munja može udariti u zemlju pokraj voda, pri čemu se prenaponi indukuju na provodnicima. Najčešće munja udari u zaštitno uže nadzemnog voda ili u vrh stuba, nakon čega može doći do povratnog preskoka na fazni provodnik. Najopasniji su direktni udari u fazni provodnik, koji nastaju veoma rijetko, ali su ipak mogući. Na osnovu podataka sa LINET sistema za lokaciju udara munja, čiji su senzori na području Bosne i Hercegovine instalirani početkom 2009. godine, izvršena je analiza ispada DV 110 kV Gradačac – Derventa – Brčko 2 i DV 110 kV Kladanj–Vlasenica zbog udara munja, kao i karta gustine udara munja tipa oblak–zemlja područja duž kojeg se protežu promatrani dalekovodi.

Ključne riječi: prenapon, munja, sistem za lokaciju udara munja, LINET.

UVOD

Prenosna elektroenergetska mreža zauzima središnje mjesto u elektroenergetskom sistemu (EES) i služi kao poveznica elektrana i distributivne mreže, odnosno kupaca. Osnovni elementi prenosne mreže su visokonaponski dalekovodi (VN) i transformatorske stanice, i od pouzdanosti njihovog pogona bitno zavisi pouzdanost EES-a i sigurnost snabdijevanja potrošača električnom energijom [1].

Izloženost VN dalekovoda atmosferskom pražnjenju varira u različitim krajevima. Za dalekovode s tipičnim dužinama od nekoliko desetina kilometara, izloženost munjama može značajno varirati duž trase DV. Gustina udara munja za sve DV izračunava se iz broja udara iz sistema za lokaciju udara munja (LLS – engl. Lightning Location System) unutar koridora od ± 500 m duž trase. Gustoća udara u tlo N_g se definiše kao broj munja po km^2 na godinu. Kada nisu dostupni podaci sa LLS-a, postoje razne jednačine za procjenu N_g , iz broja posmatranih grmljavinskih dana T_d . Kada su podaci iz LLS-a dostupni, prosječna gustoća udara u tlo može se izračunati iz statističke analize podataka prikupljenih tokom razdoblja od nekoliko godina [2].

1. UDARI MUNJE

Brojni faktori su odgovorni za ispade dalekovoda, što ima za rezultat prekide napajanja, a sve to utiče na pouzdanost prenosnog i distributivnog sistema. Prekidi električne energije su jedan od najuočljivijih efekata udara munja na ljudske aktivnosti. Udari munja u zemlju pokraj voda i u nadzemne vodove su glavni uzrok prekida napajanja električnom energijom širom svijeta [3].

S obzirom na efektivnu upotrebu prenosnih dalekovoda, udari munja su postali potencijalna prijetnja za rad elektroenergetskog sistema. Usljed udara munje u zaštitno uže ili vodič dolazi do velikog broja oštećenja i gubitaka [4]. Atmosferski prenaponi nastaju od strane direktnog udara munje u aparate elektroenergetskog sistema ili indirektnih udara na obližnje objekte, od kojih se kasnije prenapon prenosi na sistem putem induktivnog, kapacitivnog i konduktivnog spoja [5].

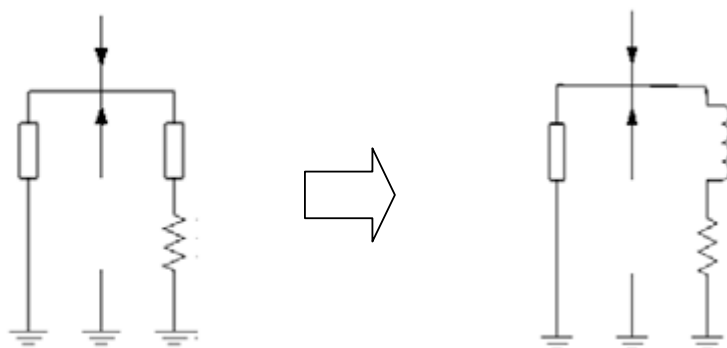
Većina elektroničke opreme u dvadeset prvom vijeku je vrlo osjetljiva i s niskim pragom oštećenja. Iz tih razloga ona se lako oštećuje zbog prenapona ili struja. Oduvijek se sumnjalo da je udar munje jedan od glavnih razloga zastoja dalekovoda i oštećenja opreme u prenosnoj i distributivnoj mreži. Na primjer, u 2003. godini u SAD, Kanadi i Evropi pretrpjeli su niz raspada sistema ostavljajući više od 60 miliona ljudi bez struje. Neki od razloga kojima su objašnjeni ispadi bili su i udari munja. Oštećenja dalekovoda usljed udara munja u SAD košta skoro 1 bilion dolara godišnje i 30% svih ispada dovodi se u vezu sa munjama, prema studijama Instituta za istraživanje električne energije [3].

1.1. Udar munje u stub

Stub može biti predstavljen kao karakteristična impedansa ili induktansa što je prikazano na slici 1. Induktansa stuba se može izračunati iz:

$$L = \left(\frac{Z'_g + 2R'_0}{Z_g} \right)^2 \frac{2Z_w \tau_t}{(1 - \Psi)^2} \quad (1)$$

gdje je Z'_0 predstavljen kao otpor uzemljenja, Z'_s je predstavljen kao karakteristična impedansa zemnog užeta, Z'_b je karakteristična impedansa, Ψ je faktor prigušenja stuba i τ_w je vrijeme trajanja talasa udara munje [4].



Slika 1. Model stuba

Prenapon na izolatoru na vrhu stuba je proporcionalan karakterističnoj impedansi i struji udara munje.

$$V = I(Z_t + R_0) = IR_0 + L \frac{di}{dt} + V_s \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

gdje je I vršna struja udara munje (kA), R_0 je otpor temelja stuba, L je induktansa stuba, di/dt je strmina struje udara munje (kA), V_s je napon sistema (kV) [4].

1.2. Udar munje u zemno užje

Kada munja udari u zemno užje ili u stub, struja udara munje teče duž stuba prema zemlji. Ta struja stvara prenapon na izolatoru. Veličina prenapona se može izračunati iz:

$$V = I(Z_t + R_0) = IR'_0 + L \frac{di}{dt} + V_s \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

gdje je C_0 sprežni kapacitet za dva zemna užeta i

$$C_0 = \frac{\ln \sqrt{(b_1 b_2) / (a_1 a_2)}}{\ln(2h_g / \sqrt{dr})} \quad (4)$$

gdje je a i b razmak od zemnog užeta do vodiča [4].

Rad prenosnih vodova je procijenjen na različitim nivoima izolacije. Parametar rada je poznat kao kritični preskočni napon (CFO – engl. Critical flashover voltage), koji je definisan kao maksimalni impulsni napon sa 50% vjerovatnoće pogreške. Vrijednost CFO zavisi od konfiguracije izolatora. Međutim, razmatra se samo donja vrijednost CFO.

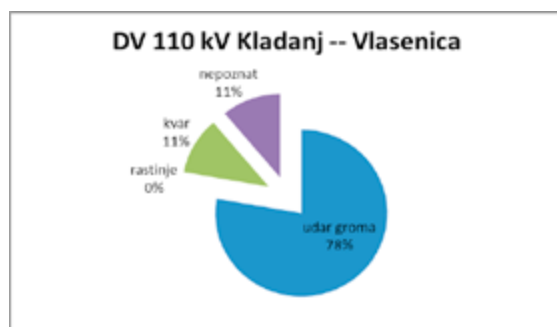
Vjerovatnoća da će munja pogoditi određenu strukturu ovisi o konturama strukture.

Omjer povratnog udara (BFOR – engl. Back flashover ratio) može se izračunati na sljedeći način [4]

$$BFOR = 0.6 N_L \int_{I_c}^{\infty} f(I) di = 0.6 N_L P(I_c) \quad (5)$$

2. ATMOSFERSKA PRAŽNENJA U NADZEMNE VODOVE REGISTROVANA LINET SISTEMOM ZA LOKACIJU UDARA MUNJA

U radu su korišteni podaci registrovanih ispada DV 110 kV Kladanj–Vlasenica i DV 110 kV Gradačac – Derventa – Brčko 2 iz tekuće evidencije zastoja dalekovoda Dispečerskog centra Operativnog područja Tuzla u periodu od 01.01.2009. do 30.04.2013. godine. Pristup bazi podataka LINET sistema za lokaciju udara munja ostvaren je u saradnji sa Fakultetom elektrotehnike i računarstva (FER) u Zagrebu. Na FER-u se razvija programska podrška sistema za lociranje atmosferskih pražnjenja – SLAP. Sistem sadrži podatke o atmosferskim pražnjenjima zabilježenih LINET sistemom za lociranje udara munja.



Slika 2. Procentualni prikaz analize ispada DV 110 kV Kladanj–Vlasenica u periodu od 2009–2012. godine

Analizom ispada dalekovoda izdvojeni su dalekovodi čiji je uzrok ispada prethodno bio označen kao „uzrok nepoznat” ili kod kojih je pretpostavljeno da bi uzrok ispada mogao biti udar munje. Za navedene dalekovode unosom GPS koordinata stubova u SLAP sistem, iz SLAP baze podataka dobijeni su podaci o udarima munje – trenutku udara, struji, polaritetu i mjestu nastanka kvara. Pretragom je nađena korelacija između vremena registracije udara munje zabilježenog na LINET sistemu i vremena

ispada dalekovoda zabilježenog na SCADA sistemu i ABB zaštitnom uređaju REL 511, kao i karta gustine udara munja tipa oblak–zemlja područja duž kojeg se protežu promatrani dalekovodi. Ukupna dužina trase DV 110 kV Kladanj–Vlasenica je 22,853 km i u periodu od 01.01.2009. do 30.04.2013. godine registrovano je ukupno 28 ispada, što pokazuje da je vrlo visok specifični broj kvarova (broj kvarova u godini dana/100 km DV). Karakteristike i uzroci kvarova navedenog DV za četvorogodišnji period prikazani su na slici 2.

Korelacija podataka LINET sistema, SCADA sistema i ABB zaštitnog uređaja REL 511 u TS 220/x kV Gradačac na primjeru ispada DV 110 kV Gradačac – Derвента – Brčko 2 koji je zabilježen na SCADA sistemu u TS Gradačac 12.03.2013. godine u 15:10:32.962 prikazani su na slici 3. Vremenska razlika udara munje zabilježenog na LINET sistemu (15:10:32.926) i registrovanog ispada na SCADA sistemu je 36 ms.

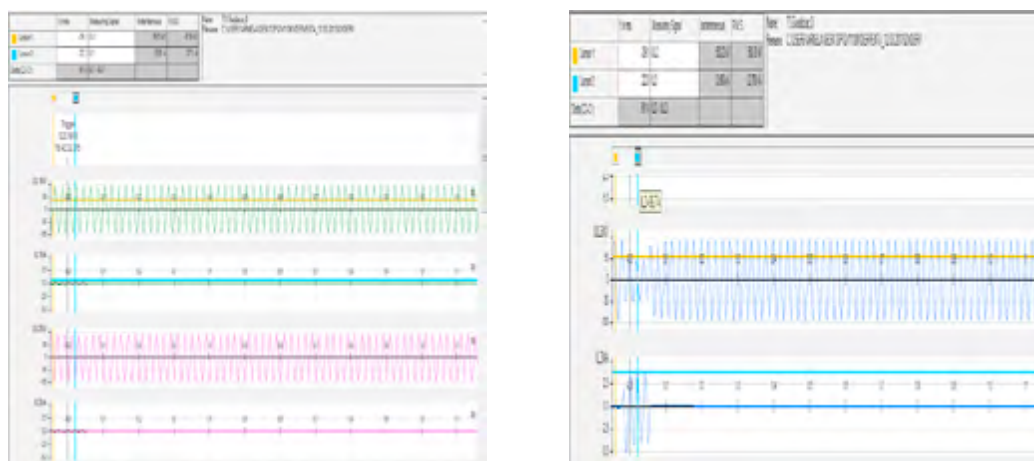
Tipičan primjer ispada dalekovoda zbog udara munje, zabilježen na ABB zaštitnom uređaju REL 511 u TS 220/110/35/10 kV Gradačac kod ispada DV 110 kV Derвента (Brčko 2) prikazan je na slici 3(c).

SIEMENS PTD PA	TS Gradačac	SPREM. JAVNA TS GRADAC/AT	RTI PAL-1	POTVIDA SCIBE	PREGLED	220KV	110KV	35KV	10KV	POLJE VP	NADZOR SAS-1	TRASA	APRELIAR IMA A. ABBAS	LIFE ALARMA	LIFE DOKUMENT	OPRE. OBRAT	STATUS	
LISTA DOGAĐAJA																		
7	12.03.2013	15:10:32.962	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA
8	12.03.2013	15:10:33.052	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA
9	12.03.2013	15:10:33.054	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA
10	12.03.2013	15:10:36.679	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA
11	12.03.2013	15:11:22.609	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA
12	12.03.2013	15:18:45.700	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA
13	12.03.2013	15:18:46.500	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA
14	12.03.2013	15:18:47.029	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA
15	12.03.2013	15:18:47.449	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA	110KV – EROS DV DERVENTA

a) Podaci sa SCADA sistema u TS 220/x kV Gradačac o ispadu DV 110 kV Derвента (Brčko 2), 12.03.2013.



b) Podaci sa LINET sistema o udaru munje u trasi DV 110 kV Gradačac – Derвента – Brčko 2, 12.03.2013.



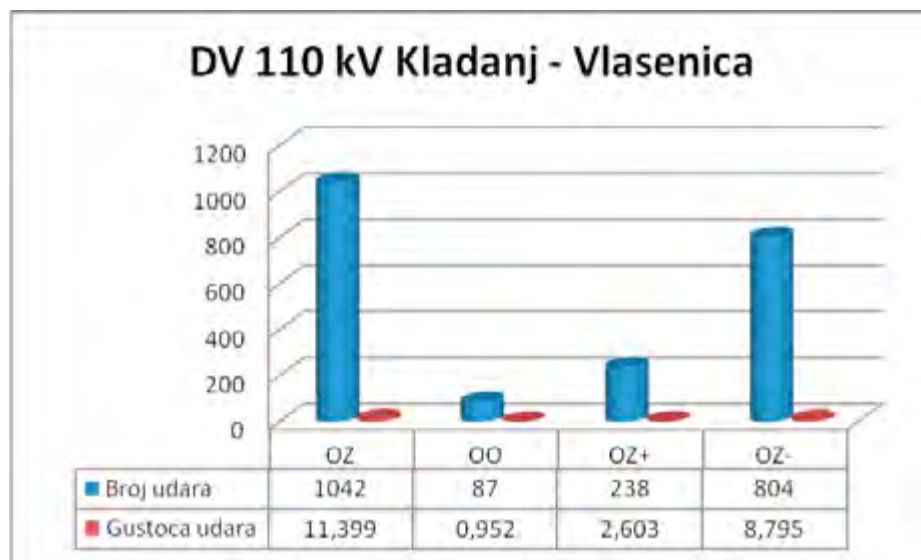
c) Podaci sa ABB zaštite REL 511 u TS 220/x kV Gradačac

Slika 3. Primjer korelacije podataka sa SCADA sistema, LINET sistema i ABB zaštite REL 511 za ispad DV 110 kV Gradačac – Derвента – Brčko 2

3. IZRAČUNAVANJE GUSTINE UDARA MUNJA

Gustina udara munja se računa na taj način da se geografska regija podijeli na mrežu sa kvadratima dimenzija 1x1 km, nakon čega se broji broj udara munja unutar svakog kvadrata i dijeli sa brojem godina u kojim su detektovani navedeni udari munja [6].

Visokorezolucijske karte gustine udara munja, sa rezolucijom od 100x100 m, koriste se u naprednoj analizi i predstavljaju izraz vjerovatnoće udara munja duž određenog DV. Poznavanje koji su DV više izloženi udaru munja predstavlja napredak u procesu odlučivanja jer daje bolji uvid u to koja je stvarna izloženost dalekovoda udaru munja. Upotreba visokorezolucijskih karti omogućava elektroenergetskim sistemima da smanje broj prekida primjenom mjera zaštite na najizloženije dijelove dalekovoda, npr. tamo gdje je najveća gustina udara. Upotrebom ovog inovativnog pristupa može se postići bolje funkcionisanje dalekovoda uz minimalne investicije [7].



Slika 4. Broj udara munja +/- 500 m i gustina udara munja (udari po km² godina⁻¹) za DV 110 kV Kladanj-Vlasenica za period 2009-2012. godine

Svaki dalekovod nalazi se u određenom meteorološkom okruženju. Stoga, ključni parametar incidenije munje je prosječan broj udara munja u zemlju po kvadratnom kilometru, na godišnjem nivou uz trasu dalekovoda. Ovaj parametar, koji se naziva karta gustine udara munja (engl. stroke density map), određen je srednjom vrijednosti broja udara munja tokom godina snimljenih sistemima za lokaciju udara munja [8].

Da bismo odredili prosječnu gustinu udara u tlo za trasu nekog dalekovoda, potrebno je poznavati njegove osnovne podatke:

- dužina trase,
- širina trase,
- broj udara koji je zabilježen na tom području.

Prosječan broj udara na godinu ostvarenih duž dalekovoda iste regije dat je jednačinom (6):

$$V = I(Z_t + R_0) = IR_0' + L \frac{di}{dt} + V_s \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \quad - \text{Eriksonov izraz za broj udara u trasi dalekovoda} \quad (6)$$

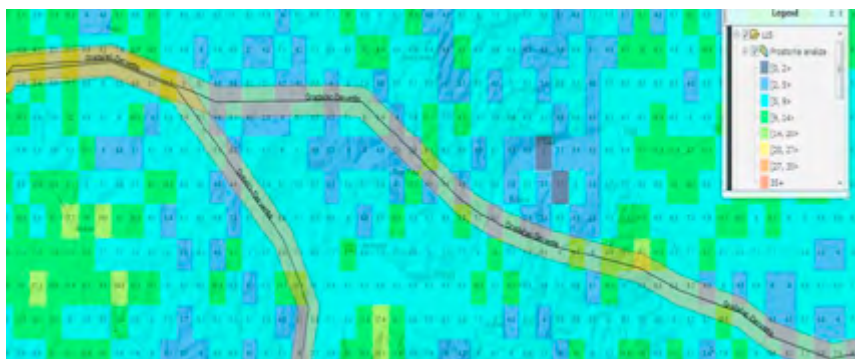
gdje je Ns = broj udara munja u dalekovod na 100 km/godina, GFD = gustina udara munja (broj udara munja/km²/godina), ht = visina zaštitnog užeta na stubu (m) i b = horizontalni razmak između zaštitnih užadi (m) [7].

Postoje mnogi parametri za prenosne dalekovode koji reguliraju funkcionisanje dalekovoda kod udara munja. Šest temeljnih kategorija su [8]:

1. geometrija vodiča dalekovoda,
2. geometrija stuba,
3. geometrija izolatora/ zračnog prostora,
4. karakteristike uzemljenja stuba,
5. odvodnici prenapona na prenosnom dalekovodu i
6. nelinearni efekti korone.

Zbog toga što ovi parametri mogu da variraju od jednog stuba do drugog, precizno računanje karakteristika udara munja u dalekovod je veoma komplikovano, i zahtijeva dosta unosnih podataka za program, i dosta računanja [8].

Kada su podaci iz sistema za lokaciju udara munja dostupni, prosječna gustina udara u tlo se može izračunati iz statističke analize podataka prikupljenih tokom razdoblja od nekoliko godina. Pošto su senzori sistema LINET na teritoriji BiH postavljeni početkom 2009. godine, pri analizi podataka postojala je mogućnost računanja gustine udara munja za protekli četvorogodišnji period [9]. U trasama DV 110 kV Kladanj–Vlasenica i DV 110 kV Gradačac–Derвента, zabilježena je i najveća gustina udara munja tipa OZ, što je prikazano na slikama 4. i 5.



Slika 5. Visokorezolucijska karta gustine udara munja tipa OZ za period 2009–2012. godine za DV 110 kV Gradačac–Derвента

S obzirom na to da je u navedenim trasama dalekovoda u istom periodu zabilježena najveća gustina udara munja u zemlju i najveći broj ispada kao posljedica udara munja, analiza je pokazala da navedeni dalekovodi zauzimaju specifičan položaj u zoni intenzivnih pražnjenja, čime se ukazuje na značajnu smanjenost pouzdanosti i sigurnosti tog dijela elektroenergetske mreže. Prema preporukama struke, tehnički i ekonomski najpovoljnije rješenje za poboljšanje zaštite dalekovoda od atmosferskih pražnjenja danas se preporučuje ugradnja linijskih odvodnika prenapona na dalekovodima, s obzirom na to da nijedan od navedenih dalekovoda nema takvu vrstu zaštite.

4. ZAŠTITNA SREDSTVA OD ATMOSFERSKIH PRENAPONA

Udar munja je glavni razlog ispada prenosnih dalekovoda i najveći broj tih ispada je uzrokovan udarom munja u elemente elektroenergetskog sistema. Dakle, zaštita od udara munja mora biti dizajnirana za povećanje pouzdanosti snabdijevanja električnom energijom i za smanjenje ekonomskih gubitaka zbog ispada i kvarova na elementima. Atmosferski prenapon se indukuje na fazni vodič stvarajući preskok ili povratni udar [10].

Koordinirane planirane aktivnosti kako bi se smanjilo dejstvo munje, uključuju između ostalog [5]:

- zaštitu vodova i opreme,
- efikasno uzemljenje i
- primjenu zaštitnih uređaja (odvodnici prenapona).

Prisustvo zaštitnih sistema osigurava da munja, koji bi završila u faznom vodiču, završi na žici, klemi, itd., koji su električki spojeni na sistem uzemljenja [5].

Problem udara munja i prenaponske zaštite je veoma kompleksan. Potpuni tretman zahtijeva dobro razumijevanje mnogih srodnih tema. Na prvom mjestu dobro moraju biti shvaćeni mehanizmi nastanka munje i u kakvoj su vezi njene značajne karakteristike sa elektroenergetskim sistemima. Drugo, odgovor elektroenergetskih sistema na udar munje i druge uzroke prenapona mora se dobro istražiti. Analitičke metode za proučavanje ovih fenomena su neophodni alati koji obezbjeđuju osnovu za pravilnu selekciju ponuđenih projekata. U pravilu prenaponi se mogu minimizirati ali se ne mogu eliminisati. Kao rezultat toga, elektroenergetski sistemi moraju biti zaštićeni od prenapona upotrebom prenaponskih zaštitnih uređaja (odvodnici prenapona). Zadnjih godina napravljeni su veliki pomaci u tehnologiji zaštitnih uređaja. Efektivna zaštita zahtijeva potpuno razumijevanje mogućnosti trenutne tehnologije kao i njenih ograničenja [5].

Zaštita prenosnih dalekovoda se može dobiti i optimalnim rasporedom zaštitnih užadi. Zaštitna užad presretnu silazni lider munje, i struja munje se provede kroz stub preko uzemljivača do zemlje. Prečnik privlačenja zaštitnih užadi zavisi od visine vodiča i amplitude struje udara munje [10].

Mjesto i način ugradnje odvodnika prenapona su veoma bitni za ispravnu zaštitu pogonskog sredstva, na što projektanti i inženjeri mreža moraju obratiti više pažnje. Najbolja kombinacija štice voda je zaštitno užde i odvodnik prenapona na svakom stubu, uz kvalitetno uzemljenje stubova. U tom slučaju na vodu ne bi bilo preskoka. Ukoliko se pojedini elementi ovakve zaštite ne koriste, povećava se vjerovatnoća preskoka na vodu [5].

ZAKLJUČAK

Atmosferski prenaponi nastaju usljed atmosferskih pražnjenja u elemente elektroenergetskih objekata ili u njihovu blizinu. Pri direktnim atmosferskim pražnjenjima u elemente EES-a pojavljuju se vrlo velike struje koje izazivaju visoke napone na objektima, od kojih se oprema u postrojenjima mora zaštititi. Čak unutar male regije, kao što je BiH, izloženost atmosferskih pražnjenja na dalekovode varira u različitim područjima. Prekidi rada u elektroenergetskoj mreži se registruju svakodnevno i bilježe u tekuće baze podataka, međutim, označavanje atmosferskog pražnjenja kao uzroka prekida rada mreže u našoj zemlji zasnovano je samo na pretpostavkama.

Sistemi za lokaciju udara munja se neprestano unapređuju i razvijaju, te su danas snažno oruđe u vođenju elektroenergetskog sistema i projektovanju zaštita [11].

Mogućnosti primjene sistema LINET u elektroenergetskom sistemu BiH u radu je predstavljena na primjeru prenosne mreže OP Tuzla. Analizom registrovanih ispada 110 kV dalekovoda iz tekuće evidencije zastoja dalekovoda Dispečerskog centra OP Tuzla, čiji je uzrok ispada prethodno bio označen kao "uzrok nepoznat" ili kod kojih je pretpostavljeno da bi uzrok ispada mogao biti udar munje. Pretragom je nađena korelacija između vremena registracije udara munja zabilježenih na LINET sistemu i vremena ispada dalekovoda zabilježenih na SCADA sistemu, te je ustanovljeno sljedeće:

najveći broj udara, kao i najveća gustina udara munja tipa OZ na području BiH zabilježen je na teritoriji koja je u nadležnosti OP Tuzla;

najveći broj ispada nastalih kao posljedica udara munje zabilježen je na sljedećim dalekovodima: DV 110 kV Kladanj–Vlasenica i DV 110 kV Derventa – Gradačac – Brčko 2;

u navedenim trasama dalekovoda u istom periodu zabilježena je i najveća gustina udara munja u zemlju; prema provedenoj analizi, navedeni dalekovodi zauzimaju specifičan položaj u zoni intenzivnih pražnjenja, čime se ukazuje na značajnu smanjenost pouzdanosti i sigurnosti tog dijela elektroenergetske mreže; prema preporukama struke, kao tehnički i ekonomski najpovoljnije rješenje za poboljšanje zaštite dalekovoda od atmosferskih pražnjenja danas se preporučuje ugradnja linijskih odvodnika prenapona

na dalekovodima, što je važno pomenuti s obzirom na to da nijedan od navedenih dalekovoda nema takvu vrstu zaštite.

Provedena analiza urađena je samo na primjeru elektroenergetskog sistema koji je u nadležnosti OP Tuzla, a u budućnosti bi bilo potrebno uraditi iste analize i za ostali dio elektroenergetske mreže. Na taj način bi se mogla uraditi procjena izloženosti udarima munja na dalekovodima i na trafostanicama, kao i tačno obilježavane mjesta udara, što bi omogućilo formiranje alarmnih zona u elektroenergetskoj mreži. Na ovaj način odredile bi se najugroženije trase dalekovoda, te iznašli načini njihove zaštite od munja. Prilikom izgradnje novih trafostanica i izbora trase dalekovoda uvažavao bi se i rizik ispada budućeg voda s obzirom na broj grmljavinskih dana u predviđenoj trasi. Primjena LINET sistema u elektroenergetskoj mreži, kao i u samoj elektroprenosnoj mreži BiH, omogućila bi i predviđanje i najavljuvanje kretanja grmljavinskih oblaka, te s obzirom na to preduzimanje preventivnih mjera u alarmnim zonama.

LITERATURA

- [1] Mesić, M., Puharić, M., Škarica, D.: „Application of Line Surge Arresters in The Protection of The 110 kV Ston–Komolac Transmission Line from Atmospheric Discharges“, *Energija*, 2008, 57 (4): 408–423.
- [2] Diendorfer, G., Schulz, W.: „Ground Flash Density and Lightning Exposure of Power Transmission Lines“, Proceedings of The IEEE Bologna Power Tech Conference; 2003 June 23–26; Bologna, Italy.
- [3] Adepitan, J. O., Oladiran, E.O.: „Analysis of the Depedence of Power Outages on Lightning Events within the Ijebu Province“, Nigeria, Research Journal of Environmental and Earth Sciences 4 (9): 850–856, 2012.
- [4] Pramono, E. Y., Zoro, R., Hamdany, D., Parmono H.: „Evaluation of Lightning Performance of Extra High Voltage 500 kV Transmission Lines Using Lightning Current Characteristic“, Proceedings of the International Conference on Electrical Engineering Informatics; 2007, June 17–19; Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- [5] A. P. Sakis Meliopoulos: „Lightning and Overvoltage Protection“. In: D. G. Fink, H. W. Beaty, editors. *Standard handbook of electrical engineering*. 15th ed. New York: McGraw-Hill; 2007.
- [6] Milev, G., Lakota, G.: „High resolution flash density map for Croatia and Bosnia and Herzegovina“, CIGRE C4 Colloquium on Power Quality and Lightning, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 13–16 May, 2012.
- [7] Lakota, G., Kosmač, J., Vižintin, S.: „Optimization of lightning surge arresters installation on distribution power lines using flash density dana“, CIGRE C4 Colloquium on Power Quality and Lightning, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 13–16 May, 2012.
- [8] Outline of Guide for Application of Transmission Line Surge Arresters – 42 to 765 kV: Extended Outline. EPRI, Palo Alto, CA: 2006. 1012313.
- [9] Nuhanović, R., Tokic, A.: „Atmosferska pražnjenja u nadzemne vodove“, 31. savetovanje CIGRE Srbija, Zlatibor, Srbija, 26–30. maj 2013.
- [10] Mahmoudian, Y., Jazaeri, M.: „Ranking of Iran 400 kV Transmission Line Towers from View Point of Protection against Lightning Stroke“, *American Journal of Scientific Research: Eurojournals Publishing, inc.* 2012; 63(2012): pp. 111–119.
- [11] Franc, B., Uglešić, I., Filipović-Grčić, B., Nuhanović, R., Tokić, A., Bajramović, Z.: „Primjena sustava za lociranje munja u elektroenergetskim sustavima“, 10. savjetovanje BH K CIGRE, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, 25–29. septembar 2011.

MJERENJE IMPEDANSE I K-FAKTORA NADZEMNIH VODOVA. FREKVENTNI ODZIV DALEKOVODA I UTJECAJ FREKVENCije MJERENJA NA AKTIVNU I REAKTIVNU KOMPONENTU IMPEDANSE.

Mr sc. Tarik Rahmanović, dipl.ing.el., Samostalni inženjer za specijalna mjerenja, OP Tuzla
Mirsad Vehabović, dipl.ing.el., Rukovodilac službe za specijalna mjerenja, OP Tuzla
Mr sc. Dževad Imširović, dipl.ing.el., Rukovodilac sektora za tehničke poslove, OP Tuzla

Uvod

Osnovni parametri potrebni za podešenje distantnog releja su impedansa i k-faktor voda. Tačnost ovih parametara je od ključne važnosti za pravilan rad distantnog releja. Tradicionalno se ovi parametri računski određuju na osnovu presjeka vodiča, geometrije rasporeda faza i stubova, dužine i geometrije trase dalekovoda itd. Međutim, svi čimbenici koji utječu na impedansu nisu konstantni i njihova promjenjivost se ne može jednostavno obuhvatiti računom. Stoga se uvode zanemarenja koja mogu biti uzrok odstupanja izračunate impedanse od stvarne. Također, račun ne uzima u obzir starost i dotrajalost materijala, oštećenja uzadi uslijed zagrijavanja i mehaničkog naprezanja, nehomogenost tla (specifični otpor tla) koja otežava određivanje nulte impedanse kao i nepredvidivu prelaznu otpornost kontakata u spojnoj opremi. Sve navedene preturbacije ulaznih parametara primjetno narušavaju jednakost izračunate impedanse od stvarne što može utjecati na pravilan rad distantnog releja.

Sa aspekta tokova snaga i gubitaka u elektroenergetskom sistemu, bitno je imati što precizniji model vodova kako bi se mogle napraviti tačne i (inženjerski) prihvatljive procjene gubitaka koje je potrebno optimizirati.

Ovaj rad ima za cilj da obradi metodologiju mjerenja električnih parametara dalekovoda te da objasni utjecaj frekvencije mjerenja na rezultate.

Ključne riječi: Impedansa voda, k faktor, dalekovod, električni parametri voda, nadzemni vod, frekventni odziv, utjecaj frekvenije

1. Poduzna otpornost i induktivnost

Poduzna aktivna električna otpornost pri proticanju jednosmjerne struje se računa kao [7]:

$$r_v = \frac{\rho}{S} \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad (1)$$

gdje je ρ [Ωm] specifična električna otpornost a S poprečni presjek provodnika. Korekcije koje je potrebno uvažiti kod proračuna aktivne otpornosti su ovisne od spiralnog motanja žice, ugla i skretanja trase voda, skin efekta itd.

Odnos otpornosti pri naizmjeničnoj struji i otpornosti pri jednosmjernoj se računa prema formuli [7]:

$$\frac{r_{AC}}{r_{DC}} = 1 + 7,5 \cdot 10^{-7} \mu_r f^2 d^4 \quad (2)$$

gdje je μ_r magnetna permeabilnost materijala (za nadzemne vodove je većinom aluminij $\mu_r = 1$), f frekvencija u Hz, dok je d prečnik provodnika u cm.

Ovisnost aktivne otpornosti od temperature se može iskazati preko promjene specifične otpornosti u odnosu na temperaturu kao [7]:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t) \quad (3)$$

gdje je ρ_0 specifična otpornost na referentnoj temperaturi a α koeficijent promjene otpornosti sa temperaturom.

Podužna reaktansa voda se računa kao [7]:

$$x_v = \omega l_v \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad (4)$$

gdje je l_v podužna induktivnost a ω ugaona frekvencija data kao $2\pi f$.

Opšti izraz za podužnu induktivnost prema [7] i [8] iznosi:

$$l_v = 2 \cdot 10^{-4} \ln \left(\frac{D_{SG}}{r_e} \right) \left[\frac{H}{km} \right] \quad (5)$$

gdje je r_e ekvivalentni poluprečnik provodnika mjerodavan za proračun induktivnosti (za slučaj punog cilindričnog provodnika $r_e = 0,7788r$ dok za slučaj Al-Fe užadi sa dovoljno tačnosti se uzima da je $r_e \approx 0,95r$), a D_{SG} srednje geometrijsko rastojanje između faznih provodnika i za trofazni proizvoljan raspored faza se računa kao:

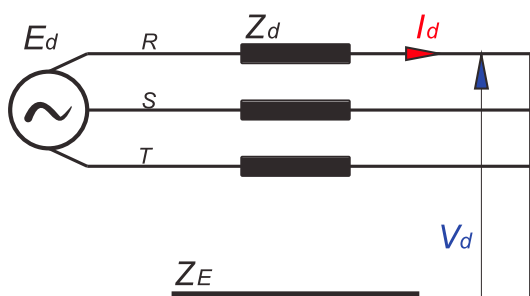
$$D_{SG} = \sqrt[3]{D_{ab}D_{bc}D_{ca}} \quad (6)$$

Detaljnija analiza proračuna podužne induktivnosti i otpornosti koja uzima u razmatranje različite slučajeve koji su prisutni u elektroenergetskom sistemu (EES) (različite geometrije rasporeda vodiča, konstrukcija faznih vodiča u snopu, preplet/transpozicija vodiča, dvostruki vod na istom stubu itd.) se može pronaći u [7] i [8].

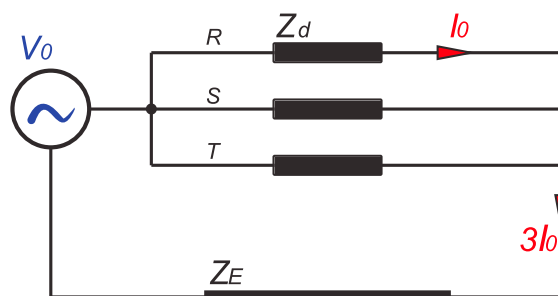
2. Linijske konstante

Rastavljanjem voda na simetrične komponente, moguće je sve prilike u nesimetričnom sistemu prikazati sa tri trofazna sistema.

Slika 1.: Direktna i inverzna impedansa dalekovoda



Slika 2.: Nulta impedansa dalekovoda



Direktna impedansa (Z_d) zračnog voda je jednaka faznoj impedansi. S obzirom da nema razlike u ponašanju voda u odnosu na to da li vodom teku struje direktnog ili inverznog sistema, inverzna impedansa (Z_i) je jednaka direktnoj.

Nulta impedansa (Z_0) predstavlja impedansu sistema kroz koju teče struja u slučaju kada suma faznih struja nije jednaka nuli a zatvara se preko strujnog kruga koji ne pripada faznim vodičima (povratna impedansa Z_E), tj. nultog vodiča, uzemljenja ili zemnog užeta. Prema slici 2., nulta impedansa se može odrediti kao [2]:

$$\overline{Z_0} = \frac{\overline{V_0}}{\overline{I_0}} = \overline{Z_d} + 3\overline{Z_E} \quad (7)$$

Ako se iz jednačine (7) izrazi Z_E , dobije se izraz:

$$\overline{Z_E} = \frac{\overline{Z_0} - \overline{Z_d}}{3} \quad (8)$$

Definirajući povratnu impedansu na ovaj način, moguće je da rezultat bude negativan za neke konfiguracije vodova s obzirom da je induktansa između dvije faze veća od induktanse paralelne veze tri faze prema zemlji [4].

Ukoliko se definiše impedansa $\overline{Z_{RST-E}}$ koja predstavlja rednu vezu impedanse $\overline{Z_{RST}} = \frac{1}{3} \overline{Z_d}$ (paralelan spoj faznih impedansi) i Z_E , nulta impedansa se može odrediti kao [9]:

$$\overline{Z_0} = 3\overline{Z_{RST-E}} \quad (9)$$

Po definiciji je $\overline{Z_{RST-E}} = \overline{Z_{RST}} + \overline{Z_E}$ (ukoliko se radi o trofaznom sistemu) i ako se to uvrsti u (9) dobije se $\overline{Z_0} = 3\overline{Z_{RST}} + 3\overline{Z_E}$ što znači da su jednačine (7) i (9) koegzistentne.

Potrebno je naglasiti da su sve navedene impedanse kompleksne veličine jer u sebi sadrže aktivni i reaktivni dio u skladu sa izrazima (1) i (4).

Dodatno, definišu se i k-faktori voda koji su generalno nefizikalne veličine neovisne o dužini voda i predstavljaju kompleksne odnose impedansi Z_d , Z_0 , i Z_E . Najčešće se koriste dva tipa k-faktora i to k_0 – odnos nulte i direktne impedanse i k_E – odnos povratne impedanse uzemljenja i direktne impedanse [9]:

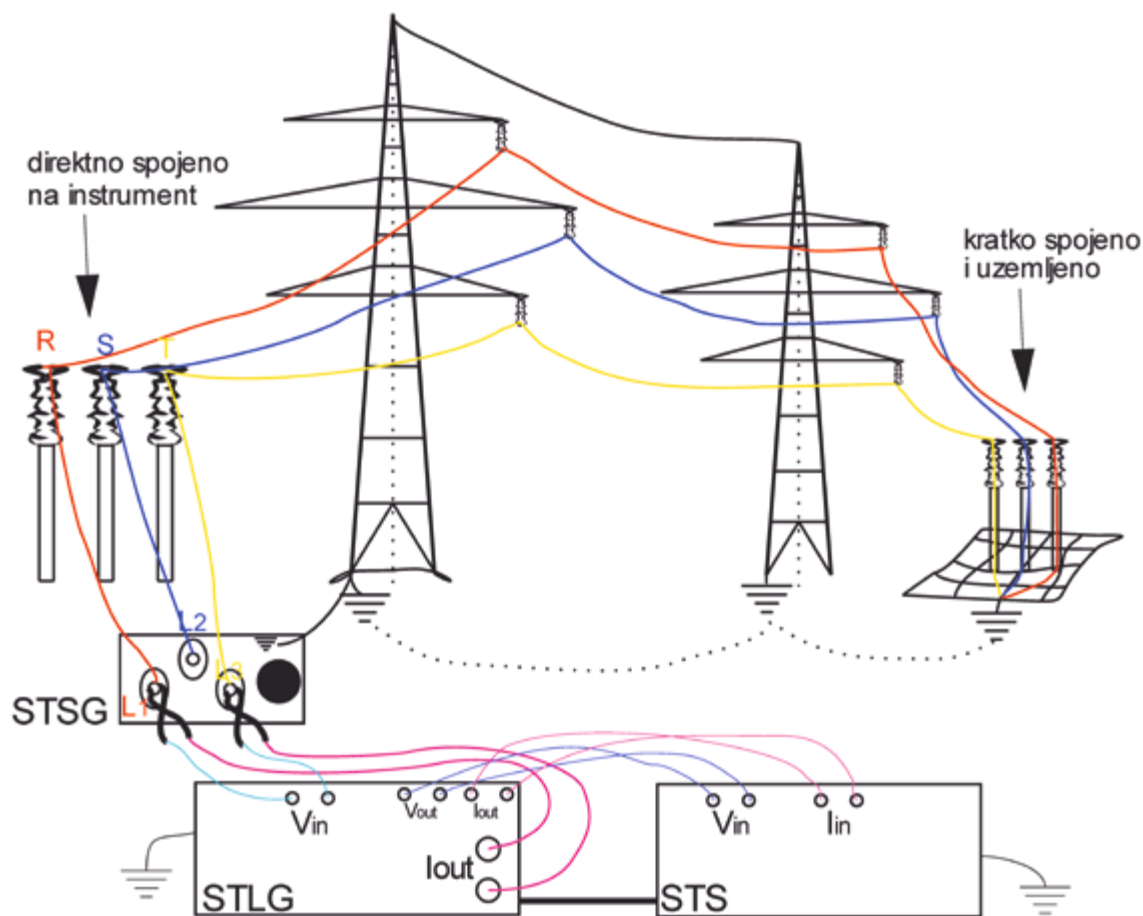
$$\overline{k_0} = \frac{\overline{Z_0}}{\overline{Z_d}} \quad (10)$$

$$\overline{k_E} = \frac{\overline{Z_E}}{\overline{Z_d}} \quad (11)$$

Kombinirajući izraze (10) i (11) sa (9) dobija se izraz za konverziju k faktora i to:

$$\overline{k_0} = 1 + 3\overline{k_E} \quad (12)$$

¹ U [2] i [4] se označava sa k_i



Slika 3. Šema mjerenja linijskih parametara dalekovoda

Distantni releji koriste algoritme čiji su ulazni parametri k – faktori koji omogućavaju da se dozemni kvarovi posmatraju kao međufazni.

3. Mjerenje parametara voda

Referentno mjerenje korišteno za ovaj rad je izvršeno uz pomoć instrumenta ISA STS 5000 i booster modula za dozemna mjerenja STLG.

Na slici 3. je prikazana principijelna šema mjerenja linijskih parametara. Na ovakav način je moguće izvršiti sedam različitih kombinacija mjerenja (injektiranje struje između faze i mase – 3 mjerenja, injektiranje struje između dvije faze – 3 mjerenja i paralelno vezivanje svih faza i injektiranje struje između te impedanse i mase), međutim da bi se odredili parametri Z_d , Z_0 i Z_e dovoljna su minimalno četiri mjerenja. Mjerenje se vrši tako da se injektira struja između dvije različite tačke te se mjeri pad napona i na taj način se mogu odrediti impedanse \overline{Z}_{RS} , \overline{Z}_{ST} , \overline{Z}_{RT} , \overline{Z}_{R-E} , \overline{Z}_{S-E} , \overline{Z}_{T-E} , \overline{Z}_{RST-E} . Uvažavanjem kirhofovih zakona vrijedi da je:

$$\begin{aligned}\overline{Z}_{RS} &= \overline{Z}_R + \overline{Z}_S \\ \overline{Z}_{ST} &= \overline{Z}_S + \overline{Z}_T \\ \overline{Z}_{RT} &= \overline{Z}_R + \overline{Z}_T\end{aligned}\tag{13}$$

Riješavanjem sistema jednačina (13) dobijaju se linijske impedanse pojedinih faza:

$$\begin{aligned}\overline{Z}_R &= \frac{1}{2}(\overline{Z}_{RS} - \overline{Z}_{ST} + \overline{Z}_{RT}) \\ \overline{Z}_S &= \frac{1}{2}(\overline{Z}_{ST} - \overline{Z}_{RT} + \overline{Z}_{RS}) \\ \overline{Z}_T &= \frac{1}{2}(\overline{Z}_{RT} - \overline{Z}_{RS} + \overline{Z}_{ST})\end{aligned}\tag{14}$$

Impedanse $\overline{Z}_R, \overline{Z}_S, \overline{Z}_T$ predstavljaju direktne komponente pojedinih faza. Ukoliko se u zaštitu unosi samo jedan podatak direktne komponente, tada je najpogodnije da se direktna komponenta unese kao srednja vrijednost faznih impedansi:

$$\overline{Z}_d = \frac{1}{3}(\overline{Z}_R + \overline{Z}_S + \overline{Z}_T) = \frac{1}{6}(\overline{Z}_{RS} + \overline{Z}_{ST} + \overline{Z}_{RT})\tag{15}$$

Nulta komponenta se računa prema izrazu (7) ili (9), povratna impedansa na osnovu (8) i k-faktori se određuju pomoću (10) i (11).

4. Frekventni odziv dalekovoda

Frekventni odziv dalekovoda predstavlja kompleksnu funkciju a može se odrediti na osnovu izraza (2) i (4). Potrebno je naglasiti da ovi izrazi važe samo za područje industrijskih frekvencija, dok širi opseg frekvencija nije interesovanje ovog rada.

$$\overline{z} = (1 + 7,5 \cdot 10^{-7} \mu_r f^2 d^4)(1 + \alpha t)r_{dc} + j2\pi f l_v\tag{16}$$

Izraz (16) predstavlja podužnu impedansu u funkciji frekvencije. Realni dio je kvadratna funkcija frekvencije a imaginarni linearna. Realni dio je blaga parabola na što utiče izraženost skin efekta. Za veće presjeka vodiča, zakrivljenost parabole će biti veća jer je eksponent na presjeku vodiča četvrtog reda. Utjecaj temperature na impedansu je linearan i iz izraza se vidi da figurira samo kod aktivnog dijela. Potrebno je uvažiti utjecaj temperature radi komparativnosti rezultata. Praksa je da se rezultati svode na temperaturu 20 ili 25°C.

Formula (16) zapisana u ovom obliku se ne primjenjuje u praksi, ali ima svoj teoretski značaj kod objašnjenja nekih pojava na dalekovodu, prvenstveno pojave pikova na karakterističnim frekvencijama. Upoređivanjem funkcije (16) i izmjerene krive impedanse dalekovoda, mogu se izvesti bitni zaključci s aspekta odabira frekvencije mjerenja.

5. Rezultati mjerenja „DV 220 kV Tuzla 4 – Termoelektrana (II)“

Mjerenje je izvršeno 04.10.2017 u TS Tuzla 4 – Ljubače prema slici 3.

R_d [Ω]	X_d [Ω]	$ \overline{Z}_d $ [Ω]	ϕ_d [°]	R_0 [Ω]	X_0 [Ω]
0,392	2,05	2,087	79,17	1,51	6,51

Tabela 1.: Proračunate vrijednosti linijskih parametara²

² Proračuni preuzeti iz „Podešenje uređaja relejne zaštite u EES-u BiH“ – Zajednički koordinacioni centar, Poslovno udruženje, Sarajevo

Dužina dalekovoda je 4,9 km i izgrađen je 1971. god. Alučel uže dalekovoda je presjeka 360/57 mm²/mm², a stubovi su željezni tipa N,Z,R. Zaštitno uže je željezno presjeka 1x95 mm².

Kompletno mjerenje je sprovedeno 12 puta i to za različite frekvencije 20, 40, 45, 50, 55, 60, 80, 100, 150, 200, 300 i 400 Hz. Ispitna struja za sve frekvencije osim 300 i 400 Hz je bila 10 A dok je za izdvojene frekvencije bila 5 A. Ispitni napon je bio ograničen na 300 V. Rezultati su dati u tabelama 2, 3 i 4.

f	R _R	R _S	R _T	X _R	X _S	X _T	Z _d	φ _d
20	0,467	0,416	0,430	0,785	0,826	0,945	0,958	62,8
40	0,467	0,422	0,435	1,566	1,651	1,886	1,757	75,4
45	0,453	0,416	0,445	1,748	1,863	2,135	1,965	77,1
50	0,435	0,390	0,921	2,268	1,684	2,315	2,169	74,4
55	0,464	0,427	0,447	2,144	2,266	2,606	2,381	79,2
60	0,466	0,423	0,453	2,342	2,471	2,831	2,587	80,0
80	0,479	0,434	0,453	3,123	3,294	3,773	3,427	82,4
100	0,487	0,446	0,472	3,904	4,115	4,715	4,270	83,7
150	0,532	0,469	0,522	5,861	6,165	7,049	6,378	85,4
200	0,573	0,538	0,571	7,796	8,234	9,426	8,504	86,2
300	0,679	0,669	0,711	11,689	12,342	14,138	12,741	86,9
400	0,859	0,863	0,915	15,601	16,452	18,845	16,989	87,0

Tabela 2.: Linijske impedanse za različite frekvencije

f	R _E	R ₀	X _E	X ₀	Z _E	Z ₀	φ ₀	φ _E
20	0,129	0,825	0,456	2,219	0,474	2,37	69,6	74,2
40	0,229	1,129	0,826	4,178	0,857	4,33	74,9	74,5
45	9,171	27,950	9,471	30,329	13,184	41,24	47,3	45,9
50	0,526	2,161	2,897	10,779	2,944	10,99	78,7	79,7
55	1,448	4,790	5,215	17,985	5,413	18,61	75,1	74,5
60	0,277	1,280	1,174	6,070	1,206	6,20	78,1	76,7
80	0,364	1,548	1,500	7,896	1,543	8,05	78,9	76,4
100	0,449	1,816	1,819	9,700	1,873	9,87	79,4	76,1
150	0,653	2,466	2,437	13,670	2,523	13,89	79,8	75,0
200	0,848	3,103	3,233	18,184	3,342	18,45	80,3	75,3
300	1,225	4,361	4,470	26,132	4,635	26,49	80,5	74,7
400	1,527	5,459	5,851	34,518	6,046	34,95	81,0	75,4

Tabela 3.: Nulta i povratna impedansa za različite frekvencije

f	k _E	k ₀	R _E /R _d	R ₀ /R _d	X _E /X _d	X ₀ /X _d
20	0,48 + 0,1j	2,45 + 0,29j	0,30	1,89	0,54	2,61
40	0,49 - 0,01j	2,46 - 0,02j	0,52	2,56	0,49	2,46
45	5,74 - 3,48j	18,2 - 10,4j	20,93	63,80	4,94	15,83
50	1,35 + 0,12j	5,06 + 0,37j	0,90	3,71	1,39	5,16
55	2,27 - 0,19j	7,8 - 0,56j	3,25	10,74	2,23	7,69
60	0,47 - 0,03j	2,4 - 0,08j	0,62	2,86	0,46	2,38
80	0,45 - 0,05j	2,34 - 0,14j	0,80	3,40	0,44	2,32
100	0,43 - 0,06j	2,3 - 0,17j	0,96	3,88	0,43	2,29
150	0,39 - 0,07j	2,17 - 0,21j	1,29	4,86	0,38	2,15
200	0,39 - 0,07j	2,16 - 0,22j	1,51	5,54	0,38	2,14
300	0,36 - 0,08j	2,07 - 0,23j	1,78	6,35	0,35	2,05
400	0,35 - 0,07j	2,05 - 0,22j	1,74	6,21	0,34	2,03

Tabela 4.: k-faktori za različite frekvencije

Rezultati u tabelama 2, 3 i 4 predstavljaju grubo prikaz frekventne promjene linijskih parametara na osnovu kojih se mogu odrediti rdc i lv na osnovu metoda najmanjih kvadrata ili nekog drugog metoda interpolacije. U drugom dijelu rada će biti objašnjeno zašto se mjerenja na industrijskoj frekvenciji ne mogu prihvatiti a ovdje će biti još govora o odstupanjima između mjerenih i izračunatih vrijednosti.

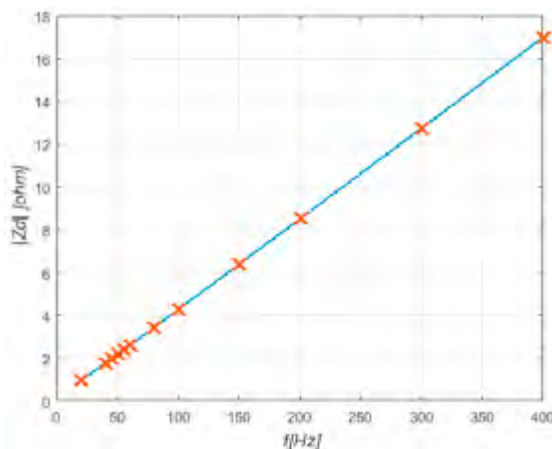
	R_d [Ω]	X_d [Ω]	$ \bar{Z}_d $ [Ω]	ϕ_d [$^\circ$]	R_0 [Ω]	X_0 [Ω]
	0,444	2,1203	2,1663	78,174	1,2095	5,1895
Δ	-13%	-3,43%	-3,8%	1,25%	19,9%	20,28%

Tabela 5.: Izmjereni linijski parametri dalekovoda nakon numeričke obrade rezultata

U tabeli 5. su prikazani rezultati mjerenja nakon numeričke obrade rezultata iz tabela 2. i 3., kao i relativno odstupanje mjerenih veličina od izračunatih. Najveće odstupanje se ima za nulte komponente impedase R_0 (19%) i X_0 (20,28%) što je bilo i očekivano s obzirom na utjecaj tla koje nije homogeno i teško ga je obuhvatiti proračunom. Veće odstupanje se ima i za aktivnu komponentu direktne impedase R_d (-13%) što znači da je stvarna vrijednost aktivnog otpora dalekovoda veća od izračunate zbog utjecaja prelaznih otpora spojne opreme, starosti vodiča itd.

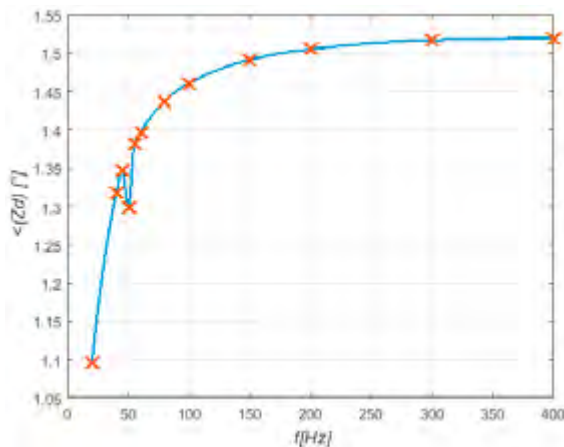
6. Utjecaj frekvencije mjerenja na rezultate

Na slikama 4. – 7. su iscrtane karakteristike direktne komponente impedanse u odnosu na frekvenciju.

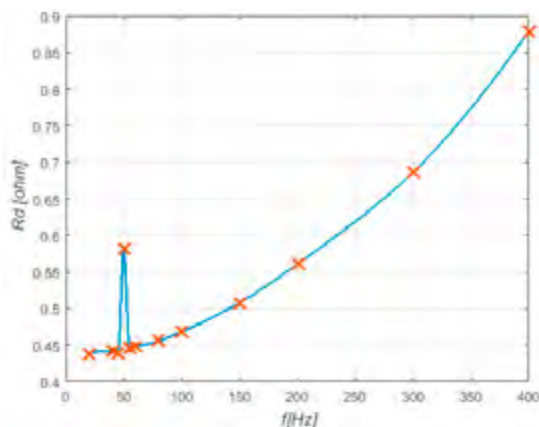


Slika 4.: Ovisnost modula direktne komponente od frekvencije

Prema dijagramu na slici 4., modul direktne komponente impedanse dalekovoda je skoro linearna funkcija frekvencije a to je iz razloga što je u izrazu (16) aktivni dio mnogo manji od reaktivnog. Iz tog razloga se u nekim proračunima vrši zanemarenje aktivnog dijela impedanse (proračun kratkih spojeva i tokova snaga), međutim sa aspekta gubitaka i proračuna stabilnosti EES-a, bitno je imati što preciznije ulazne parametre aktivne otpornosti.



Slika 5.: Ovisnost ugla direktne impedanse od frekvencije

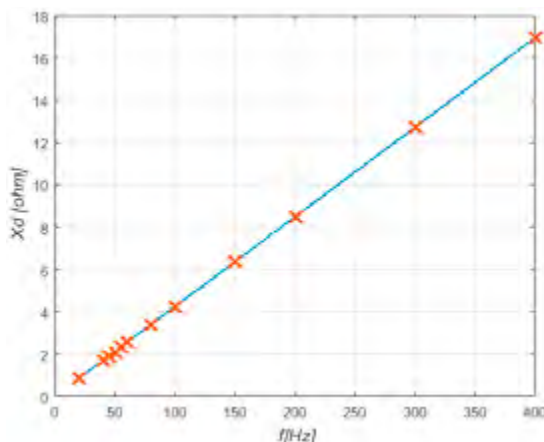


Slika 6.: Ovisnost aktivnog otpora od frekvencije

Dijagrami na slikama 5. i 6. pokazuju da na frekvenciji od 50 Hz dolazi do pojave pika. Pik na 50 Hz se ne nalazi u izrazu (16) što znači da je u sistem mjerenja unešena preturbacija izvana [4]. S obzirom da je aktivni otpor povećan, pik se može modelovati pojavom male struje koja teče suprotnim smjerom od mjerne i tako utječe na mjerenje. Ova mala struja je nastala kao rezultat stranog promjenjivog elektromagnetnog polja u okolini dalekovoda (cijelom dužinom ili jednim dijelom). Bitno je naglasiti da pik na 50 Hz može imati i negativnu konotaciju (propad otpora) i to ovisi samo o smjeru indukovane struje smetnje. Porastom indukovane struje smetnje, greška mjerenja na frekvenciji od 50 Hz će biti veća.

Dijagram ovisnosti aktivnog otpora od frekvencije na slici 6. pokazuje vrlo izraženu parabolu što se može pripisati efektu potiskivanja struje prema površini vodiča – skin efekat. S obzirom da je ovo dalekovod 220 kV presjeka 360/57 mm² i skin efekat je izraženiji u odnosu na dalekovode 110 kV te je za naprednije proračune potrebno uzeti u razmatranje i ovu pojavu.

Na slici 7. je prikazana ovisnost reaktanse direktne komponente impedanse od frekvencije. Karakteristika je izrazito linearna i nema vidljivog poremećaja u okolini pogonske frekvencije. Međutim to je samo uvjetovano karakterom indukovane struje smetnje i kod ovog mjerenja ona je izrazito aktivnog karaktera te se poremećaj očituje samo kod mjerenja otpora.



Slika 7.: Ovisnost reaktanse od frekvencije

U [4] i [5] na frekventnim dijagramima, poremećaj se vidi i na mjerenoj reaktansi što je rezultat vanjskih utjecaja i trenutnih prilika u mreži. To znači da je karakter greške mjerenja na pogonskoj frekvenciji uvjetovan karakterom indukovane struje smetnje. Čisto aktivna struja smetnje će utjecati samo na aktivnu komponentu impedanse, dok reaktivna struja utječe na reaktivnu komponentu impedanse s uvažavanjem smjera struje koji će izazvati pik ili propad.

7. Zaključak

Samo mjerenje linijskih parametara dalekovoda je vrlo osjetljivo i teško za izvesti čak i sa najsavremenijom opremom. Iz rezultata se vidi da su otpori koji se mjere vrlo mali i treba paziti na kontaktne spojeve mjerne opreme jer loš spoj može u startu značiti pogrešno mjerenje.

Mjerenje izvršeno na ovakav način je vrlo korisno s obzirom da se dolazi do vrijednosti nulte impedanse dalekovoda koju je teško precizno izračunati čak i sa dobrim ulaznim parametrima jer se u prezentaciji rezultata vidi odstupanje od oko 20% što u specifičnim slučajevima može biti značajno. Također je korisno provjeriti i aktivnu otpornost direktne komponente impedanse koja se starenjem mijenja a mogu se uočiti i kvarovi koji se ne vide golim okom.

S druge strane, odabir frekvencije mjerenja je bitan faktor, jer u dijagramima na slikama 5. i 6. se vidi da mjerenje na 50 Hz nema smisla i da takav sistem mjerenja uveliko ovisi od vanjskih utjecaja.

Moderna mjerna oprema podrazumijeva ispitni izvor varijabilne frekvencije i različiti proizvođači opreme nude svoja rješenja u vidu softvera koji u sebi sadrži implementaciju algoritma mjerenja. Renomirani proizvođači generalno nude dobra rješenja, ali samo ako se njihovi algoritmi dovoljno dobro razumiju i pravilno implementiraju. Neka rješenja mogu uključivati različite tipove filtera (digitalni ili analogni), mjerenje struje smetnje bez izvora i uključivanje njenog utjecaja na kranji rezultat, mjerenje sa pomjerenom frekvencijom ili pak mjerenje na dvije frekvencije u okolini pogonske te računanjem rezultata kao srednje vrijednosti okolnih.

Pored svih algoritama koje nude proizvođači mjerne opreme, snimanje frekventnog odziva može dodatno poboljšati dolazak do stvarnog rezultata na dalekovodu, ali i odbacivanju rezultata koji značajno odstupaju od frekventne karakteristike impedanse (16) koja mora biti zadovoljena.

Također, u analizi nulte komponente impedanse i povratne impedanse tla i zaštitnog vodiča, frekventna kriva impedanse može poslužiti kao korekcija stanja s obzirom da su ova mjerenja još osjetljivija samim tim zbog prisustva lutajućih struja.

8. Literatura

1. Bristol H.: *Transmission Line Formulas*, D. Van Nostrand Company, New York, 1913.
2. CP CU1 *Reference Manual*, Omicron, 2017.
3. Dylan F.W.: *Transmission Line Capacitance Measurement*, IEEE Microwave and Guided Wave Letters, vol 1, No 9, 243-245, 1991.
4. Klapper U.: *Reliability of Transmission by Means of Line Impedance and k-factor Measurement*, CIRED, Session No 3, Turin, 2005.
5. Myeong-ryeal J.: *Analysis of Measured Transmission Line Constants*, Pac.Winter, 2008.
6. Požar H.: *Visokonaponska rasklopna postrojenja*, treće izdanje, Tehnička knjiga, Zagreb, 1973.
7. Rajaković N.: *Analiza elektroenergetskih sistema 1*, Akademska misao, Beograd, 2002.
8. Sadat H.: *Power System Analysis*, McGraw-Hill, New York, 1999.
9. *STS 5000 User Manual*, ISA, 2017
10. Swagata D.: *Impedance-Based Fault Location in Transmission Networks: Theory and Application*, IEEE Access 537-557, 2014.

ANALIZA STANJA I KVALITETA TRANSFORMATORSKIH ULJA U ENERGETSKIM TRANSFORMATORIMA „ELEKTROPRIJENOSA BIH“

Mr sc. Amgijada Karišik, dipl. ing. hem., Rukovodilac Laboratorija
Alen Mašić, hem. tehn., Vodeći ispitivač za ispitivanje transformatorskih ulja

Transformatorsko ulje ima ulogu sredstva za odvođenje toplote, impregnira papirnu izolaciju i izoluje dijelove pod naponom, a ujedno kao tekući medij prenosi informacije o stanju izolacionog sistema ulje–papir. Praćenje i održavanje kvaliteta ulja u energetskim transformatorima u pogonu je veoma važno za pouzdan rad i životni vijek transformatora. Vijek korištenja dobrog transformatorskog ulja treba da se poklapa sa vijekom korištenja samog transformatora.

U toku rada transformatora dešava se niz procesa koji mogu uticati na pogoršanje kvaliteta ulja i ukupnog izolacionog sistema transformatora. Pod normalnim pogonskim uvjetima većina karakteristika transformatorskog ulja se postepeno mijenja, ulja normalno stare i njihov radni vijek se uglavnom podudara sa radnim vijekom samog transformatora. Do nagle promjene jedne ili više karakteristika ulja može doći usljed lošeg kvaliteta upotrijebljenog ulja koje ubrzano stari ili zbog pojačanog uticaja nekog od pogonskih faktora. Preventivna ispitivanja transformatorskog ulja u električnoj opremi su potrebna i korisna, s obzirom na to da su ulja u eksploataciji podvrgnuta starenju izazvanom uvjetima rada.

U Laboratoriji za ispitivanje transformatorskih ulja OP Sarajevo u sklopu redovnog održavanja i preventivne kontrole, pored hromatografske analize plinova otopljenih u transformatorskom ulju (DGA analiza) i furanske analize, kontinuirano se ispituju fizikalno-hemijske karakteristike transformatorskog ulja u opremi, potencijalno korozivni sumpor i sadržaj PCB. Laboratorija je počela sa radom 2001. godine kao Služba za fizikalno-hemijska ispitivanja. U periodu svog postojanja u Laboratoriji je analizirano 10.255 uzoraka transformatorskog ulja i formirana je baza podataka sa ciljem kontinuiranog praćenja rada transformatora, kao i kvaliteta ulja u njima.

Na osnovu baze podataka za 299 energetskih transformatora u Kompaniji, izvršena je analiza stanja i kvaliteta transformatorskih ulja zaključno sa ispitivanjima do početka 2018. godine.

Analiza je provedena u cilju dobijanja što objektivnije slike stanja i kvaliteta ulja transformatora u pogonu, uzimajući u obzir podmaklu ostarjelost većine transformatora.

1. PREVENTIVNA ISPITIVANJA TRANSFORMATORA U POGONU

Princip dijagnosticanja stanja transformatora u pogonu zasnovan je na mjernim metodama i procedurama koje su rezultat teorijskih, eksperimentalnih i iskustvenih saznanja o pojavama u transformatorima u pogonu. Za korisnike transformatora najvažnije je održati siguran pogon uz što niže troškove održavanja. Zbog toga je potrebno da korisnici transformatora u pogonu formiraju sopstvenu proceduru koja sadrži strogo definisanu metodologiju ispitivanja, ispitnu ekipu i opremu, bazu obrađenih podataka sa hronologijom eksploatacionih događaja posmatranog transformatora i interpretaciju podataka.

Kompletan program preventivne kontrole transformatora u pogonu obuhvata sljedeće:

- ispitivanje fizikalnih, hemijskih i električnih karakteristika transformatorskog ulja;
- hromatografska analiza plinova otopljenih u transformatorskom ulju;
- furanska analiza;
- električna ispitivanja.

2. ISPITIVANJA FIZIKALNIH, HEMIJSKIH I ELEKTRIČNIH KARAKTERISTIKA TRANSFORMATORSKOG ULJA

Fizikalno-hemijska i električna ispitivanja transformatorskog ulja omogućavaju praćenje razvoja starenja ulja i osiguranje kvalitetnog rada opreme u eksploataciji. Ova ispitivanja potrebno je vršiti sistematski i time kronološki stvarati sliku o brzini i promjeni ispitivanih karakteristika.

Na fizikalne, hemijske i električne karakteristike ulja transformatora u eksploataciji, pored kvaliteta samog ulja, utiče i niz faktora koji mijenjaju stanje i kvalitet ne samo ulja, već i ukupnog izolacionog sistema transformatora. To su na prvom mjestu spoljašnji uticaji (atmosferska vlaga i kiseonik iz vazduha), nečistoće zaostale u transformatoru ili nastale usljed prisutnog kvara (plinovi, čestice ugljika, metala, vlakana celuloze i dr.), radna temperatura ulja i namotaja, električna polja i pojave u vezi s njima (parcijalna pražnjenja, električni luk), katalitičko djelovanje konstrukcionih metala (bakra, željeza, aluminijuma) i drugi. Pod uobičajenim radnim uvjetima probojni napon i većina fizikalnih karakteristika ulja (gustina, viskoznost, gasne i niskotemperaturne karakteristike ulja) ne mijenjaju se. Za razliku od njih, neke električne karakteristike (tg δ , specifični električni otpor), zatim fizikalne karakteristike kao što je međupovršinski napon i većina hemijskih karakteristika transformatorskih ulja (kiselost, sadržaj taloga, sadržaj vode, sadržaj inhibitora) postepeno se mijenjaju. Ulja postepeno stare pod pogonskim uvjetima i njihov radni vijek treba da se poklopi sa radnim vijekom samih transformatora (30–40 godina).

Ukoliko dođe do nagle promjene vrijednosti jedne ili više karakteristika ulja, to znači da je ulje bilo nezadovoljavajućeg kvaliteta kao novo (pa ubrzano stari) ili je došlo do pojačanog uticaja jednog ili više pogonskih faktora.

Za ocjenu kvaliteta mineralnog izolacionog ulja u eksploataciji koristi se standard IEC 60422:13. Svrha ove preporuke je da pomogne korisniku električne opreme u procjeni stanja ulja u opremi i mjere koje je potrebno poduzeti da se ulje održi u dobrom upotrebnom stanju. Prema standardu IEC 60422:13, ispitivanja mineralnih izolacionih ulja u eksploataciji su podijeljena u tri grupe i smatraju se dovoljnim za ocjenu stanja ulja u upotrebi i procjenu njegove pogodnosti za rad opreme:

- redovna ispitivanja (grupa 1),
- dodatna ispitivanja (grupa 2),
- posebna istraživačka ispitivanja (grupa 3).

Ispitivanja transformatorskih ulja u cilju preventivne kontrole treba provoditi u redovnim vremenskim razmacima od 1 do 4 godine, ovisno o vrsti i važnosti transformatora u elektroenergetskom sistemu, njegovoj starosti, karakteristikama pogona i pogonskim događanjima. U „Elektroprijenosu BiH“ ispitivanja transformatorskih ulja za energetske transformatore 220 i 400 kV provode se jednom godišnje, a za 35 i 110 kV jedinice svake dvije godine u sklopu preventivne kontrole i redovnog održavanja transformatora. Ispitni uzorci moraju biti reprezentativni i uzimaju se prema standardiziranim postupcima (IEC 60475). Kada se nađu odstupanja pojedinih karakteristika ulja rezultat se mora potvrditi na ponovljenim uzorcima.

Obim redovnih ispitivanja fizikalnih, hemijskih i električnih karakteristika transformatorskih ulja u pogonu u sklopu preventivne kontrole prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Redovna ispitivanja fizikalno-hemijskih i električnih karakteristika transformatorskih ulja iz pogona

Naziv ispitivanja	Šta otkriva ispitivanje
Izgled, boja	Komparativna ocjena stanja ulja. Otkriva stepen čistoće i degradacije ulja.
Međupovršinski napon	Mjera jačine međumolekularnih privlačnih sila na graničnoj površini dodira dvije faze ulje–voda. Otkriva kontaminaciju polarnim hidrofilnim onečišćenjima.
Kiselinski (neutralizacioni) broj	Broj miligrama kalijum-hidroksida potrebnih za neutralizaciju kiselina prisutnih u jednom gramu ulja. Otkriva stepen hemijske degradacije.
Probojni napon	Mjera za sposobnost ulja da podnese električno naprezanje. Otkriva kontaminaciju vlagom i krutim česticama.
Dielektrična čvrstoća	Mjera za sposobnost ulja da podnese električno naprezanje. Otkriva kontaminaciju vlagom i krutim česticama.
Sadržaj vode	Ovlaženost ulja vlagom iz atmosfere ili nastalom razgradnjom.
Talog s n-heptanom	Prisutnost netopivih produkata degradacije.
Sadržaj inhibitora	Prisutnost zaštite od oksidacije.
Potencijalno korozivni sumpor	Organo-sulfatne komponente prisutne u transformatorskom ulju koje mogu uzrokovati stvaranje bakar-sulfidnih naslaga.
Sadržaj PCB (polihlorirani bifenili)	Utvrđivanja kontaminacije određenog izolacionog medija sa PCB.

Kada se kod redovnih ispitivanja ulja iz transformatora uoče odstupanja koja ukazuju da je proces hemijske degradacije u toku, potrebno je provesti proširena ispitivanja ulja kako bi se procijenilo ponašanje ulja u narednom pogonskom razdoblju, odnosno procijenio preostali vijek trajanja ulja, što je podloga za pravovremeno planiranje regeneracije ili zamjene ulja, odnosno poboljšanja stanja ulja i cjelokupnog izolacionog sistema transformatora.

3. KLASIFIKACIJA ULJA IZ TRANSFORMATORA U POGONU

Prema standardu IEC 60422:13, ulje iz transformatora u eksploataciji se na osnovu njegovih karakteristika klasifikuje kao:

- „**dobro**“ (ulje je u dobrom stanju, nastaviti ispitivanje uzoraka ulja u sklopu redovnog održavanja);
- „**zadovoljava**“ (ustanovljeno pogoršanje kvaliteta ulja, preporučuje se češće ispitivanje);
- „**loše**“ (ustanovljeno veliko pogoršanje kvaliteta ulja, preporučuje se odmah poduzeti odgovarajuće aktivnosti).

4. GRANIČNE VRIJEDNOSTI (IEC 60422:13)

Internacionalni standard prema kojem se vrši ocjena stanja i kvaliteta mineralnih izolacionih ulja u transformatorima je IEC 60422:13. U tabeli 2. prikazane su preporučene granične vrijednosti prema IEC 60422:13 i aktivnosti koje treba poduzeti za karakteristike transformatorskih ulja koje se ispituju u Laboratoriji: međupovršinski napon, kiselost (neutralizacioni broj), talog, sadržaj vode, sadržaj inhibitora, sadržaj PCB i potencijalno korozivni sumpor (korozivnost).

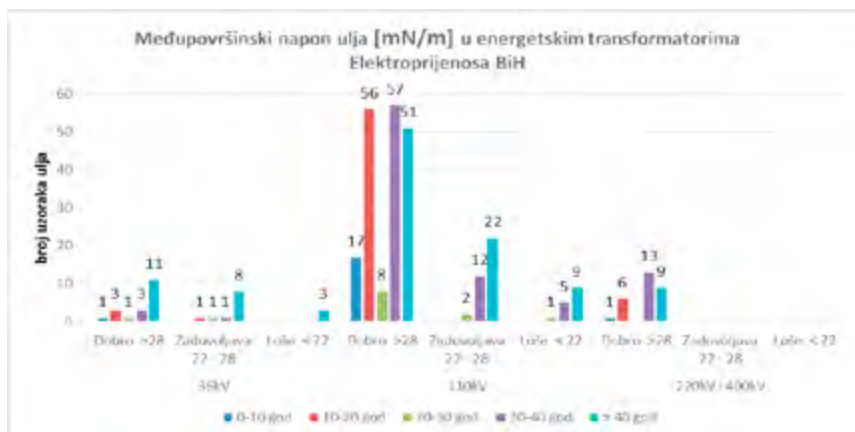
Tabela 2. Preporučene granične vrijednosti karakteristika transformatorskog ulja iz eksploatacije prema IEC 60442:13

Karakteristika	Kategorije opreme ¹	Preporučene granice			Aktivnosti koje treba poduzeti
		Dobro	Zadovoljava	Loše	
Boja i izgled	Sve	Bistro, čisto		Tamno i/ili mutno	Ovisi o rezultatima ispitivanja drugih karakteristika ulja
Međupovršinski napon (IFT) [mN/m]	O, A, B, C Inhibirana Neinhibirana	> 28 > 25	Od 22 do 28 Od 20 do 25	< 22 < 20	Dobro: nastaviti redovne kontrole. Zadovoljava: češće kontrole. Loše: provjeriti prisustvo taloga i sluzi.
Kiselost (mg KOH/g ulja)	O, A	< 0,10	Od 0,10 do 0,15	>0,15	Dobro: nastaviti redovne kontrole. Zadovoljava: češće kontrole, provjeriti talog. Loše: regeneracija ulja ili ako je više ekonomično i rezultati ispitivanja ukazuju na visok stepen ostarjelosti – zamijeniti ulje.
	B	< 0,10	Od 0,10 do 0,20	>0,20	
	C	< 0,15	Od 0,15 do 0,30	>0,30	
Probojni napon (kV)	O, A	> 60	Od 50 do 60	< 50	Dobro: nastaviti redovne kontrole. Zadovoljava: češće kontrole. Provjeriti: vodu, sadržaj čestica, DDF, otpor i kiselost. Loše: obrada ulja ili ako je više ekonomično ili druga ispitivanja nalažu – zamijeniti ulje.
	B	> 50	Od 40 do 50	< 40	
	C	> 40	Od 30 do 40	< 30	
Sadržaj vode (mg/kg na radnoj temperaturi transformatora)	O, A	< 15	Od 15 do 20	> 20	Dobro: nastaviti redovne kontrole. Zadovoljava: češće kontrole. Provjeriti probojni napon, sadržaj čestica, DDF, otpor i kiselost. Loše: otkriti razlog visokog sadržaja vode, obrada ulja, regeneracija ili alternativno ako je više ekonomično zamijeniti ulje jer drugi rezultati ukazuju na visok stepen ostarjelosti.
	B	< 20	Od 20 do 30	> 30	
	C	< 30	Od 30 do 40	> 40	
Potencijalno korozivni sumpor	O, A, B, C	Nekorozivno		Korozivno	Za korozivna ulja: napraviti analizu rizika, zaustaviti koroziju dodatkom pasivatora bakra, ukloniti izvor korozivnosti ulja zamjenom ili obradom ulja preporučenim metodama.
Sadržaj inhibitora %	Sve	>60	Od 40 do 60	<40	Zadovoljava: ako je kiselost < 0,08 mgKOH/g i IFT >28 mN/m izvršiti doinhibiranje. Loše: nastaviti koristiti i pratiti kao neinhibirano ulje, regenerirati ili zamijeniti ulje.
Talog i sluz %	Sve	Bez taloga ili sluzi			Ukoliko su prisutna mehanička onečišćenja, ulje obraditi, hemijski talog i sluz – ulje regenerirati, ili ako je više ekonomično ili druga ispitivanja nalažu – zamijeniti ulje.
Sadržaj PCB, (ppm)	Sve	< 50			Ukoliko se ustanovi prisustvo PCB, poduzimaju se odgovarajuće aktivnosti koje ovise od lokalnih zakona i propisa. Dozvoljeni limiti za sadržaj PCB-a u ulju su također definirani lokalnim propisima.

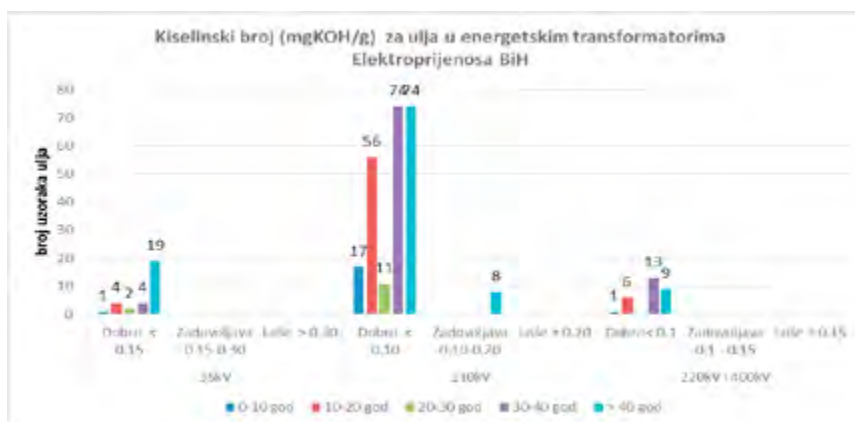
¹ Kategorije električne opreme:

- kategorija O – energetske transformatori ≥400 kV;
- kategorija A – energetske transformatori 170–400 kV;
- kategorija B – energetske transformatori 72,5–170 kV;
- kategorija C – energetske transformatori ≤72,5 kV.

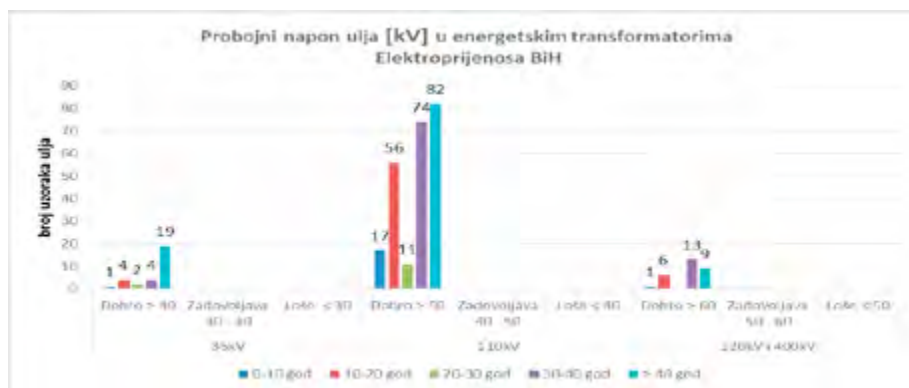
5. REZULTATI ISPITIVANJA



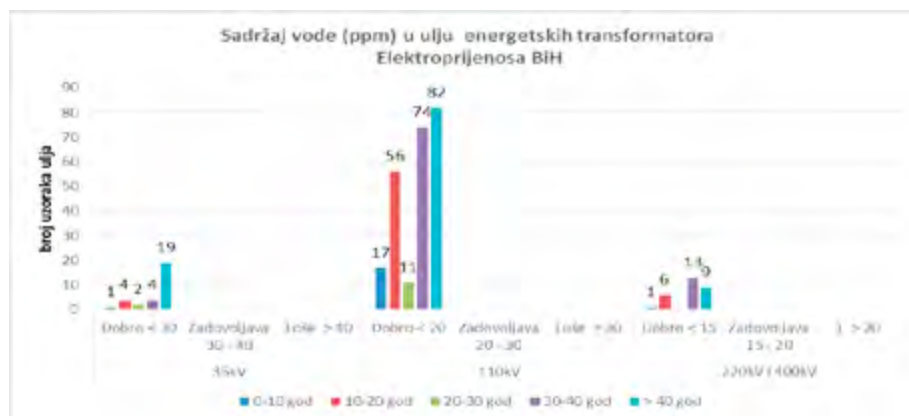
Dijagram 1. Prikaz vrijednosti međupovršinskog napona (IFT) ulja iz transformatora nazivnog napona 35, 110, 220 i 400 kV po godinama starosti transformatora



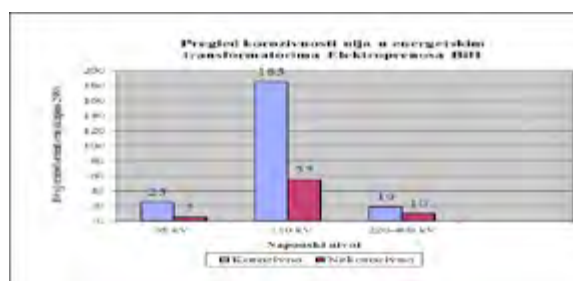
Dijagram 2. Prikaz vrijednosti kiselinskog broja za ulja iz transformatora nazivnog napona 35, 110, 220 i 400 kV po godinama starosti transformatora



Dijagram 3. Prikaz vrijednosti probajnog napona ulja iz transformatora nazivnog napona 35, 110, 220 i 400 kV po godinama starosti transformatora



Dijagram 4. Prikaz vrijednosti sadržaja vode u uljima iz transformatora nazivnog napona 35, 110, 220 i 400 kV po godinama starosti transformatora



Dijagram 5. Rezultati ispitivanja korozivnosti ulja iz energetske transformatora u pogonu nazivnih napona 35, 110, 220 i 400 kV

6. ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA

U početku rada Laboratorije na redovnoj kontroli stanja i kvaliteta ulja transformatora iz pogona veliki broj ulja iz transformatora su bili nezadovoljavajućeg stanja za dalju upotrebu. To znači da su neka ulja imala ili nisku vrijednost probnog napona i povećan sadržaj vode, ili su bila toliko ostarjela da su se iz ulja izdvajali produkti starenja kao nerastvorni talog ili i jedno i drugo. Nakon uvida u stanje za sva transformatorska ulja koji se redovno kontroliraju u Laboratoriji „Elektroprivreda BiH“, preduzete su aktivnosti poboljšanja postojećeg stanja u skladu sa IEC 60422 uz pomoć službi za RP svih operativnih područja. Ulja koja nisu bila mnogo ostarjela pod pogonskim usvjetima su osušena na licu mjesta – osam (8), doinhibirana su četiri (4), zamjenjeno je četrnaest (14) i za regeneraciju je predloženo dvadeset devet (29) ulja. Do sada je za ulja iz pet transformatora uspješno izvršena regeneracija ulja. Prikazani dijagrami (1, 2, 3, 4. i 5) obuhvataju rezultate ispitivanja transformatorskih ulja iz 299 energetske transformatora „Elektroprivreda BiH“ svih naponskih nivoa, od čega je 227 inhibiranih ulja, 52 neinhibiranih, a kod 20 transformatorskih ulja inhibitor oksidacije je u tragu. Ispitivanja su vršena sistematski u periodu od 2006. do 2018. godine u sklopu redovnog održavanja transformatora i preventivne kontrole. Na taj način hronološki se stvorila slika o brzini i promjeni ispitivanih karakteristika ulja i ukazala potreba da se izvrši analiza rezultata svih ispitivanja uzimajući u obzir podmaklu ostarjelost velikog broja ispitivanih transformatora.

Analizom rezultata ispitivanja međupovršinskog napona za ulja iz transformatora svih naponskih nivoa prikazanih u dijagramu 1. uočeno je da su vrijednosti međupovršinskog napona (za 18 ulja iz transformatora nazivnog napona 35, 110 kV) prema standardu IEC 60422:13 okarakterisane kao „loše“. Kako je međupovršinski napon pokazatelj rastvorenih polarnih onečišćenja i produkata starenja, onaka „loše“ u ovom slučaju znači da ulja sa vrijednosti međupovršinskog napona ispod 22 mN/m treba češće

ispitivati i pratiti s obzirom na to da se radi o transformatorima koji su stari 20 i više od 30 i 40 godina.

Na osnovu rezultata ispitivanja kiselinskog broja za ulja iz transformatora svih naponskih nivoa prikazanih u dijagramu 2. može se zaključiti da ulja iz 291 transformatora prema standardu IEC 60422:13 imaju oznaku „dobro“. Analizom rezultata za ulja iz transformatora nazivnog napona 110 kV uočeno je da ulja u 181 transformatora imaju izuzetno dobar Nb (od 0,01 do 0,03), u ulju iz 39 transformatora imamo početak degradacije ulja, a 32 transformatora imaju degradaciju ulja koja se češće kontroliše ili je predložena regeneracija ulja.

Na osnovu rezultata ispitivanja probojnog napona ulja iz transformatora svih naponskih nivoa prikazanih na dijagramu 3. može se zaključiti da rezultati ispitivanja probojnog napona ulja iz svih transformatora prema standardu IEC 60422:13 imaju oznaku „dobro“.

Na osnovu rezultata ispitivanja sadržaja vode u uljima iz transformatora svih naponskih nivoa prikazanih na dijagramu 4. može se zaključiti da rezultati ispitivanja sadržaja vode u uljima iz svih transformatora prema standardu IEC 60422:13 imaju oznaku „dobro“.

Na osnovu rezultata ispitivanja korozivnosti ulja iz transformatora u eksploataciji prikazanih u dijagramu 5. može se zaključiti da 229 (76,6%) transformatora u Kompaniji ima korozivno ulje. Kod transformatora u pogonu kod kojih je ispitivano ulje ocijenjeno kao korozivno izvršena je analiza rizika eksploatacije korozivnih ulja prema ključnim faktorima rizika definisanih prema CIGRE A2.32 i predložene su korektivne mjere (s obzirom na to da su prosječni godišnji tereti kod većine transformatora u Kompaniji dosta manji od nominalnog, preporučen je nadzor temperature ulja i sistema hlađenja transformatora).

U cilju očuvanja okoliša, izvršeno je i ispitivanje izolacionih ulja na prisustvo polihloriranih bifenila (PCB-a) iz svih transformatora u Kompaniji. Na osnovu rezultata ispitivanja prisustva PCB-a u ulju iz svih transformatora konstatovano je da ispitivana ulja nisu kontaminirana jer ne sadrže PCB ili je sadržaj PCB-a manji od 20 ppm ili 50 ppm.

Standardom IEC 60422:13 (Uputstvo za nadzor i održavanje mineralnih izoacionih ulja u električnoj opremi) nije definisana granična vrijednost za sadržaj PCB-a, a prema tački 5.16. navedenog standarda svaka država domaćom regulativom definiše limit prisustva PCB-a u otpadnim uljima. Bosna i Hercegovina je ratificirala Štokholmsku konvenciju o postojanim organskim onečišćujućim supstancama (POPs) u martu 2010. godine, čime se obavezala na ispunjavanje zahtjeva Konvencije. Prema Štokholmskoj konvenciji i regulativi Evropske unije 96/59 EZ izolaciona ulja, otpadna ulja, regenerisana ulja ili ulja koja se koriste kao gorivo, a koja sadrže manje od 50 ppm PCB-a mogu se smatrati uljima bez PCB-a.

7. ZAKLJUČAK

Redovnom kontrolom stanja i kvaliteta ulja iz transformatora postignuto je da energetske transformatori „Elektroprijenos BiH“ praktično nemaju ulje nezadovoljavajućeg stanja i kvaliteta iako je većina transformatora starija od 30 godina. Uzimajući u obzir poodmaklu ostarjelost većine transformatora u našim postrojenjima, smatra se da treba nastaviti sa praćenjem promjena karakteristika ulja istom učestalosti ispitivanja uzoraka ulja koja su se na osnovu postojećeg iskustva preventivne kontrole pokazala zadovoljavajućom.

PRIMJENA PROGRAMSKOG PAKETA EMTP-RV ZA PRIPREMU ISPITIVANJA UZEMLJENJA

Mr sc. Evelin Sokolović, dipl. ing. el., Operativno područje Sarajevo, Direkcija za planiranje sistema i inženjering, Sarajevo – Bosna i Hercegovina

Goran Skelo, dipl. ing. el., „Elektroprijenos BiH“ a.d. Banja Luka

Mr sc. Igor Đokić, dipl. ing. el., „Elektroprijenos BiH“ a.d. Banja Luka

Sažetak

Ispitivanje uzemljenja elektroenergetskih postrojenja, prema važećim propisima, potrebno je vršiti prije njihovog puštanja u rad, kao i u toku eksploatacije u propisanim vremenskim periodima. U radu je ukratko opisano niskonaponsko ispitivanje U-I metodom koje se vrši u skadu sa važećim pravilnicima i tehničkim normativima za ovu oblast. Prije provođenja procedure ispitivanja javljaju se odedena tehnička pitanja na koja je neophodno dati odgovor. Rad opisuje moguću primjenu računarskog programa EMTP-RV za potrebe pripreme ispitivanja sistema uzemljenja transformatorske stanice, u ovom slučaju TS 110/10(20) kV Sarajevo 11. Uz pomoć programa EMTP-RV izvršeno je više simulacija na osnovu kojih je napravljena moguća procedura ispitivanja uzemljenja u ovoj transformatorskoj stanici.

Cljučne riječi: ispitivanje uzemljenja, program EMTP-RV, simulacija.

UVOD

Prilikom izgradnje elektroenergetskih i industrijskih objekata posebna pažnja se obraća na izvedbu sistema uzemljenja. Uzemljivač, kao dio sistema uzemljenja, osnova je za pouzdan, siguran i funkcionalan rad cijelog postrojenja.

Danas postoje računarski programi koji služe za projektovanje sistema uzemljenja. Oni na osnovu ulaznih podataka, koje predstavljaju specifični otpor tla, podaci o očekivanim strujama kratkog spoja na datom mjestu u elektroenergetskom postrojenju, trajanje struje kratkog spoja i geometrija mreže uzemljivača [1], kao rezultat daju otpor rasprostiranja uzemljivača, napon dodira i napon koraka. Ipak, sam računarski program kao ni bilo koji drugi proračun ne može uzeti u obzir sve uticajne parametre, koji su prisutni, a mogu značajno uticati na stanje određenog uzemljivačkog sistema. Zato je, nakon izvršenih proračuna, a što je i obaveza prema važećim pravilnicima, potrebno izvršiti ispitivanje sistema uzemljenja prije puštanja postrojenja u pogon. Ova ispitivanja su izuzetno važna za ocjenu stanja sistema uzemljivača i ona se provode kako kod postrojenja koja su bila određeni period u pogonu tako i kod postrojenja koja se po prvi put puštaju u pogon.

Prilikom ispitivanja sistema uzemljenja potrebno je, prije svega, odrediti izvor izmjeničnog napona, vod putem kojeg će se injektirati ispitna struja u pomoćni uzemljivač koji mora biti na minimalnoj propisanoj udaljenosti, voditi računa da injektirana struja bude u granicama važećih propisa kao i o tome da izvor izmjeničnog napona ima dovoljnu snagu kako bi se smanjio uticaj lutajućih struja.

1. METODE ISPITIVANJA SISTEMA UZEMLJENJA

Ispitivanje sistema uzemljenja se vrši pomoću sljedećih metoda:

- niskonaponsko ispitivanje,
- visokonaponsko ispitivanje,
- impulsno ispitivanje.

Zbog činjenice da je niskonaponsko ispitivanje uzemljenja jednostavna metoda koja ne traži angažovanje velikog broja ljudi i opreme, a omogućava precizno određivanje raspodjele potencijala, napona dodira i napona koraka u području radne frekvencije, ova metoda se najčešće koristi za ispitivanje sistema uzemljenja. Budući da je ova metoda u skladu sa važećim propisima i tehničkim preporukama ona se koristi za ispitivanje uzemljenja novih, kao i već postojećih transformatorskih stanica i rasklopnih postrojenja, i njeni osnovni principi će biti šire objašnjeni.

1.1. Niskonaponsko ispitivanje sistema uzemljenja

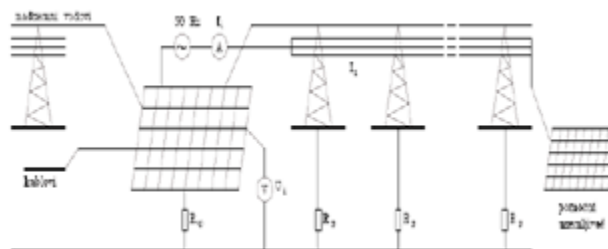
Niskonaponsko ispitivanje parametara uzemljenja vrši se u skladu sa važećim propisima i tehničkim preporukama.

Princip ispitivanja se svodi na U-I metodu, Ohmov zakon. Pomoću izmjeničnog napona mrežne frekvencije u ispitivani uzemljivač se injektira ispitna struja, pri čemu se mjeri pad napona na uzemljivaču koji ta struja izaziva prema referentnoj zemlji. Principijelna šema mjerenja impedanse uzemljenja metodom niskonaponskog ispitivanja je prikazana na slici 1.

Da bi se ispitivanje ispravno izvršilo potrebno je zadovoljiti sljedeće uslove [1], [2]:

- izvor izmjeničnog napona mora biti dovoljno snažan da bi se smanjio uticaj lutajućih struja;
- pomoćna strujna sonda (pomoćni uzemljivač) mora biti dovoljno udaljen od ispitivanog uzemljivača (najmanje 5 km [1] ili najmanje pet puta veća od najveće dužine ispitivanog uzemljivača [2]);
- voltmetar kojim se mjeri napon između uzemljivača i naponske pomoćne sonde mora imati dovoljno veliki unutrašnji otpor (barem 10 puta veći od otpora rasprostiranja sonde);
- ispitna struja treba da iznosi između 50 A i 100 A, kako bi izazvala mjerljivo podizanje potencijala na ispitivanom uzemljivaču, a da se pri tome zadovolje uslovi sigurnosti za ljude i okolinu;

Prilikom mjerenja potrebno je da na ispitivani uzemljivač budu spojeni svi kablovski plaštovi i zaštitna užad dalekovoda kao i u normalnom pogonu.



Slika 1. Principijelna šema mjerenja impedanse uzemljenja kod niskonaponskog ispitivanja (U-I metoda)

Kao izvor izmjeničnog napona najčešće se koristi kućni transformator postrojenja prenosnog odnosa $x/0,4$ kV mada se može koristiti i agregat. Jedan od načina korištenja kućnog transformatora je da se jedna faza sa kućnog transformatora direktno preko spojnog voda spaja na pomoćni uzemljivač koji služi kao strujna sonda. Pored mjerenja ispitne struje, vrši se i mjerenje pada napona na uzemljivaču, naponi dodira i naponi koraka.

Mjerenje raspodjele potencijala oko ispitivanog uzemljivača vrši se u odgovarajućem pravcu radialno od uzemljivača, tako što je jedan kraj voltmetra spojen na ispitivani uzemljivač, a drugi kraj se pomjera izvan

postrojenja do područja u kojem više nema značajnog prirasta napona. U stručnoj praksi kod ispitivanja uzemljenja to se područje naziva referentnom zemljom. Krajnji izmjereni napon u području referentne zemlje se uzima kao napon uzemljenja i koristi se u daljim proračunima parametara uzemljenja.

Prilikom mjerenja raspodjele potencijala oko uzemljivača, napona dodira i napona koraka, javljaju se greške usljed uticaja stranih napona i različitih napona smetnji. Ovi uticaji, posebno ako se radi o uticajima koji su značajni, mogu se otkloniti jednom od sljedećih metoda:

- metoda titranja,
- metoda promjene polariteta,
- vektorsko mjerenje,
- blokiranje istosmjernih struja.

Naponi dodira i koraka se mjere na isti način kao i raspodjela potencijala oko uzemljivača, s tim da se ovi naponi mjere pomoću voltmetra sa unutrašnjim otporom od 1 kΩ [1], [2]. Ukoliko se mjerenje vrši sa voltmetrom velikog unutrašnjeg otpora, potrebno je paralelno voltmetru priključiti otpornik od 1 kΩ koji bi simulirao otpor čovječijeg tijela [1].

Napon dodira se mjeri između pojedinih dostupnih vodljivih dijelova postrojenja i tla. Radi mjerenja napona dodira na rastojanju od 1 m, od dostupnih vodljivih dijelova, postavlja se mjerna elektroda za simulaciju stopala koja mora imati površinu od 400 cm² i nalijegati na tlo sa minimalnom silom od 500 N [1], [2]. Umjesto mjerne elektrode može se koristiti mjerna sonda zabijena u zemlju najmanje 20 cm [1]. Slično se mjeri i napon koraka.

Visina napona dodira i koraka je definisana propisom ovisno o vremenu isključenja struje kratkog spoja prilikom pojave kvara na postrojenju.

Iz izmjerenog napona uzemljivača i struje koja teče kroz uzemljivač može se odrediti impedansa uzemljenja kao [1]:

$$Z_E = \frac{U_m}{r \cdot I_m} \quad (1)$$

gdje su:

U_m – izmjerena vrijednost napona između uzemljivača i sonde postavljene u području referentne zemlje,

I_m – izmjerena ispitna struja,

r – redukциони faktor nadzemnog voda ili kabla koji se upotrebljava za uspostavljanje mjernog strujnog kruga.

Faktor r se može izmjeriti ili proračunati. Za vazdušne vodove bez zemljovodnog užeta i kablove bez omotača ili oklopa uzima se da je $r=1$.

Rezultati mjerenja napona dodira i napona koraka preračunavaju se na struju najnepovoljnijeg kvara za datu mrežu, prema sljedećoj relaciji:

$$U_{dk} = U_{dm} \cdot \frac{I_k}{r \cdot I_m} \quad (2)$$

gdje su:

U_{dk} – napon dodira sveden na struju kvara,

U_{dm} – izmjereni napon dodira,

I_k – struja kvara mjerodavna za napon uzemljenja, napon dodira i napon koraka dobijena proračunom za mrežu koja napaja mjesto kvara,

I_m – izmjerena ispitna struja,

r – redukциони faktor nadzemnog voda ili kabla koji se upotrebljava za uspostavljanje mjernog strujnog kruga.

Na isti način se preračunavaju i naponi koraka i napon uzemljivača.

Ovako dobijeni naponi se uspoređuju sa standardom propisanim granicama. Ukoliko preračunati naponi prelaze dozvoljene granice, potrebno je izvršiti odgovarajuće dodatne zaštitne mjere. Nakon provođenja dodatnih zaštitnih mjera potrebno je izvršiti kontrolu ponovnim ispitivanjima.

2. OPIS JEDNOG OD TEHNIČKIH RJEŠENJA ISPITIVANJA UZEMLJENJA TS 110/10(20) kV SARAJEVO 11

U okviru projekta izgradnje prstena, 110 kV, u napajanju grada Sarajeva električnom energijom izgrađena je i nova transformatorska stanica, TS 110/10(20) kV Sarajevo 11. Ova transformatorska stanica, kada je u pitanju 110 kV postrojenje, sastoji se od dva kablovska, dva transformatorska polja i dvije sekcije sabirnica 110 kV. Postrojenje 110 kV je izvedeno kao metalom oklopljeno, gasom SF6 izolirano postrojenje (MOP).

Budući da je prema važećim propisima prije puštanja u rad nove transformatorske stanice bilo potrebno izvršiti ispitivanje uzemljenja, javila su se određena tehnička pitanja vezana za ispitivanje uzemljenja nove transformatorske stanice.

U vrijeme izgradnje navedene transformatorske stanice kada je i napravljen ovaj rad tražilo se moguće rješenje za ispitivanje uzemljenja. Tehničko rješenje pripreme ispitivanja navedeno u ovom radu nije korišteno prilikom prvog ispitivanja uzemljenja u TS SA 11, prije puštanja TS u rad. Prvo ispitivanje uzemljenja je izvršeno preko distributivnog 10 kV kablovskog odvoda. U vrijeme ispitivanja uzemljenja nisu bili uvedeni i priključeni 110 kV kablovski vodovi.

Način na koji se došlo do jednog od mogućih tehničkih rješenja za pripremu ispitivanja uzemljenja koristeći program EMTP-RV opisan je u nastavku.

Kako prije puštanja transformatorske stanice u pogon uglavnom nije moguće koristiti njen kućni transformator kao izvor napona, potrebno je pronaći drugo rješenje za injektiranje ispitne struje.

Pored toga, izgradnja ove transformatorske stanice planirana je u gusto naseljenom području grada sa velikom potražnjom za električnom energijom, dok je prsten zatvoren sa još dvije transformatorske stanice 110/10 kV (TS SA 5 i TS SA 13), čija je udaljenost manja od 5 km. Budući da je udaljenost distributivnih 10 kV transformatorskih stanica, koje će se napajati iz TS SA 11, još manja, ipak je odlučeno da se kao pomoćni uzemljivač (strujna sonda) koristi uzemljivač TS SA 5, a kao spojni vod kabl 110 kV (KV SA 5 – SA 11). Kao izvor napona potrebnog za injektiranje ispitne struje (50–100 A) koristio bi se kućni transformator u TS SA 5 (10/0,4 kV, 160 kVA).

Ispitivanje sistema uzemljenja u TS SA 5 izvršeno je ranije (uz spojene metalne plaštove, FeZn trake i zemljovodnu užad), tako da je poznat podatak da otpor sistema uzemljenja iznosi 8 mΩ.

Pretpostavljena vrijednost otpora uzemljenja TS SA 11 iznosi 25 mΩ.

Veza ispitivane transformatorske stanice sa susjednim transformatorskim stanicama ostvarena je pomoću tri jednožolna 110 kV kabla, položenih u obliku jednakokraničnog trougla na dubini od oko 1 m, čiji su nominalni podaci:

- nazivni napon U₀/U: 64/110 kV,
- maksimalni napon: 123 kV,
- nazivna frekvencija: 50 Hz,
- ispitni napon industrijske frekvencije: 160 kV za 30 min.,
- ispitni impulsni napon: 550 kV,
- sistem uzemljenja: direktno uzemljeno,
- vrsta provodnika: bakar,
- poprečni presjek provodnika: 400 mm²,
- izolacioni materijal: XLPE,

- metalni plašt: bakarne žice 60 mm²,
- podužna vodonepropusna izolacija: poluprovodna traka koja nabubri u dodiru sa vlagom,
- radialna vodonepropusna izolacija: lisnata metalna folija PE-Al-PE,
- masa kabela: 8 kg/m.

Pošto je dužina kabela između TS SA 11 i TS SA 5 cca 2,5 km, odlučeno je da se izvrše simulacije u programskom paketu EMTP-RV kako bi se ustanovilo kolika je očekivana struja ako se napajanje vrši sa kućnog transformatora i kolika je potrebna snaga izvora.

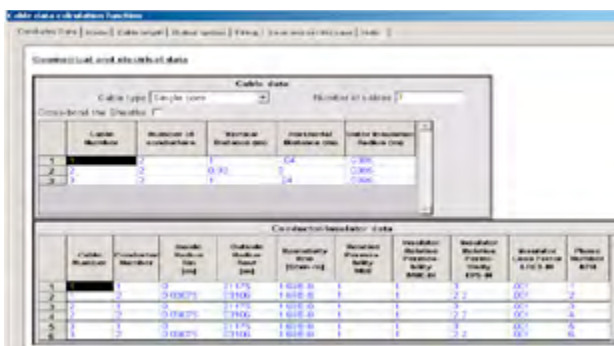
3. SIMULACIJE U PROGRAMSKOM PAKETU EMTP-RV

Zbog male dužine kabela između TS SA 11 i TS SA 5 odlučeno je da se za naponski izvor koristi fazni napon (220 V) sa kućnog transformatora 10/0,4 kV. Ukoliko bi struja bila viša od potrebnih 50–100 A, moglo bi doći do ugrožavanja ljudi koji vrše ispitivanja, kao i ljudi koji se mogu zateći u blizi transformatorske stanica. Pored toga, budući da će tokom ispitivanja, TS SA 5 biti u normalnom pogonu, a samim tim i kućni transformator koji će napajati svoje stalne potrošače, potrebo je voditi računa o ukupnoj angažovanoj snazi kućnog transformatora kako on ne bi bio preopterećen. Dakle, maksimalna snaga koju je moguće angažovati po fazi kućnog transformatora u TS SA 5 iznosi 53,3 kVA.

Otpor uzemljenja TS SA 5 prema referentnoj masi simuliran je otpornikom vrijednosti 8 mΩ dok je otpor uzemljenja TS SA 11 prema referentnoj masi simuliran otpornikom vrijednosti 25 mΩ. Ova vrijednost je uzeta kao očekivana za područje na kojem se nalazi TS SA 11. Na osnovu izmjerenih vrijednosti specifičnog otpora tla na lokaciji TS SA 11, uzeto je da specifični otpor tla u trasi kabela iznosi 250 Ωm.

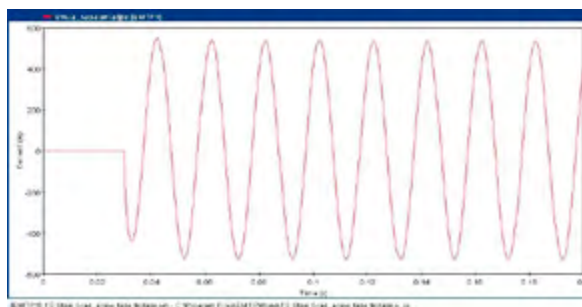
Kabl dužine 2500 m simuliran je pomoću modela kabela iz programa EMTP-RV u koji su uneseni odgovarajući podaci [3], [4]. Način unošenja nominalnih podataka za kabl u EMTP-RV model prikazan je na slici 2 [3], [4].

Prva simulacija napravljena u EMTP-RV programu izvršena je uzimajući u obzir da se napajanje uzemljivača vrši preko jednog faznog vodiča kabela dok su plaštevci sve tri faze kabela spojeni na uzemljivače u TS SA 5 i TS SA 11, kao i u normalnom pogonu. Krajevi druge dvije faze, koje se ne koriste za napajanje, uzemljeni su u TS SA 11 dok su na drugom kraju voda u TS SA 5 otvoreni. U okviru simulacije mjerena je struja izvora, struje koje se zatvaraju kroz plaštevce i snaga izvora.



Slika 2. Unošenje ulaznih podataka u model kabela u program EMTP-RV

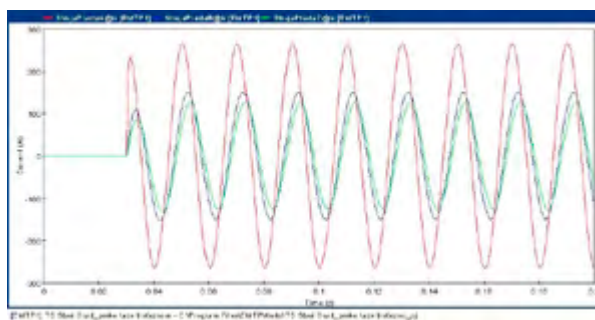
Na slici 3. prikazana je struja izvora dobijena na osnovu izvršene simulacije.



Slika 3. Struja kojom se napaja uzemljivač u TS SA 11 (simulacija 1)

Kao što se može vidjeti sa slike, efektivna vrijednost struje izvora (struje kojom se napaja uzemljivač u TS SA 11) iznosi 376 A dok njena vršna vrijednost iznosi 532 A. Pored toga, jednofazna snaga izvora potrebna da bi se uzemljivač napojio ovom strujom je 84,4 kVA.

Dakle, očigledno je da na ovakav način nije moguće izvršiti bezbjedno ispitivanje uzemljivača u TS SA 11 jer bi ispitna struja bila previsoka, a ni kućni transformator ne bi imao dovoljnu snagu. Izmjerene struje kroz plaštevne kablove u sve tri faze su prikazane na slici 4.

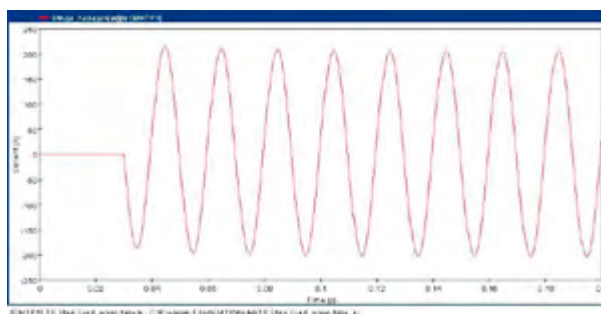


Slika 4. Struja kroz plaštevne kablove u sve tri faze (simulacija 1)

Razlog za ovako visoku struju izvora je činjenica da se veliki dio struje izvora nije zatvarao kroz zemlju već kroz plaštevne kablove koji su spojeni paralelno. Praktično, dio modela koji je simulirao otpor uzemljivača TS SA 5 i TS SA 11 prema referentnoj zemlji u ovom slučaju nije značajno uticao na podizanje potencijala uzemljivača.

Zato je odlučeno da se izvrši otpajanje plaštevna sva tri kabla u TS SA 11, kako bi se smanjila ispitna struja. Model je ostao isti kao i u prethodnom slučaju, pri čemu su mjereni struja izvora, snaga izvora i inducirani napon u sve tri faze. Plaštevni kablove su uzemljeni u TS SA 5.

Na slici 5. prikazana je struja izvora dobijena na osnovu izvršene simulacije u koju su unesene gore navedene pretpostavke.

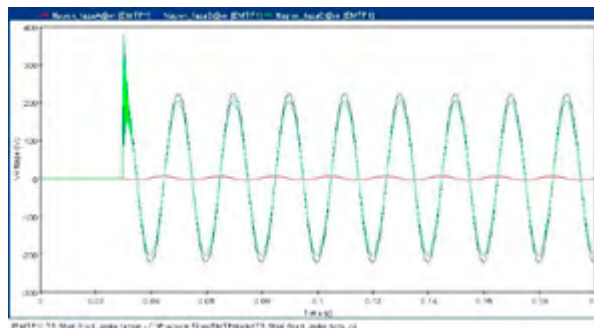


Slika 5. Struja kojom se napaja uzemljivač u TS SA 11 (simulacija 2)

Kao što se može vidjeti sa slike, efektivna vrijednost struje izvora (struje kojom se napaja uzemljivač u TS SA 11) iznosi 145 A, dok njena vršna vrijednost iznosi 205 A. Pored toga, jednofazna snaga izvora potrebna da bi se uzemljivač napojio ovom strujom je 23 kVA.

Dakle, u ovom slučaju kućni transformator ima dovoljnu snagu da napoji uzemljivač u TS SA 11, međutim, vrijednost ispitne struje prelazi propisom preporučeni opseg.

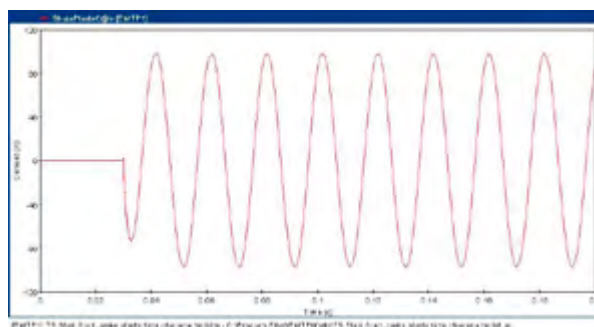
Također, prilikom uključivanja napona napajanja u fazi "a" dolazi do pojave prenapona na druge dvije faze. Ipak, iako je ovaj prenapon dosta strm, njegova vršna vrijednost od 380 V je niska za kabl nominalnog napona 110 kV. Prenaponi u fazama "b" i "c" su prikazani na slici 6.



Slika 6. Naponi u fazama a , b, c. Napajanje preko faze a (simulacija 2).

Kako bi se još više smanjila struja napajanja uzemljivača u TS SA 11, naponski izvor je spojen na plašteve kablova, koji su spojeni u seriju kako bi se smanjio otpor, dok su fazni vodiči u obje trafostanice ostavljeni otvoreni. Ostatak modela nije promijenjen u odnosu na dva prethodna slučaja, s tim da su sada mjereni struja izvora, snaga izvora i inducirani napon u sve tri faze u obje trafostanice.

Na slici 7. je prikazana struja izvora.

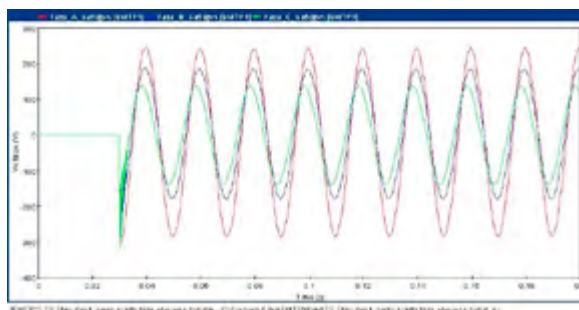


Slika 7. Struja kojom se napaja uzemljivač u TS SA 11 (simulacija 3).

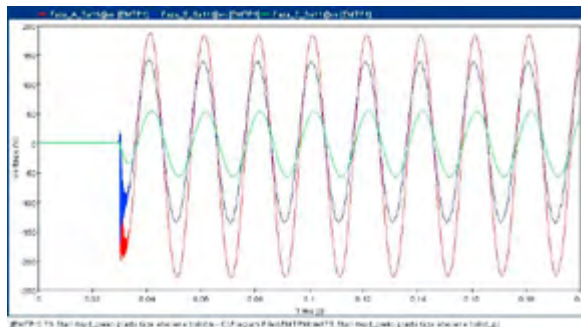
Kao što se može vidjeti sa slike 7, efektivna vrijednost struje izvora (struje kojom se napaja uzemljivač u TS SA 11) iznosi 69 A, dok njena vršna vrijednost iznosi 98 A. Pored toga, jednofazna snaga izvora potrebna da bi se uzemljivač napojio ovom strujom je 16,6 kVA.

Dakle, u ovom slučaju kućni transformator ima dovoljnu snagu da napoji uzemljivač u TS SA 11, dok vrijednost ispitne struje zadovoljava propisom preporučeni opseg.

Također, prilikom uključivanja napona napajanja na plašteve kablova spojenih u seriju dolazi do pojave prenapona u sve tri faze. Ipak, iako je ovaj prenapon dosta strm, njegova vršna vrijednost od 320 V u TS SA 5, odnosno 220 V, u TS SA 11 je niska za kabl nominalnog napona 110 kV i niža je od vrijednosti dobijene u prethodnom slučaju. Prenaponi u fazama a, b i c, u TS SA 5 i TS SA 11 su prikazani na slikama 8. i 9.



Slika 8. Prenaponi u fazama a, b, c u TS SA 5 (simulacija 3)



Slika 9. Prenaponi u fazama a, b, c u TS SA 11 (simulacija 3)

Na osnovu tri izvršene simulacije, gore opisane, odlučeno je da je moguće ispitivanje uzemljivača u TS SA 11 vršiti na način opisan u trećoj simulaciji.

4. ZAKLJUČAK

Ispitivanje uzemljivača elektroenergetskih postrojenja potrebno je vršiti, kako već postojećih tako i novih postrojenja, prije njihovog puštanja u rad kako bi se izmjerili parametri uzemljenja i ustanovilo da li postoji opasnost od visokih napona dodira i koraka. Ova ispitivanja je potrebno vršiti bez obzira na postojanje danas veoma rasprostranjenih računarskih programa za proračun i projektovanje sistema uzemljenja jer se često parametri uzemljivača, u stvarnom sistemu, mogu razlikovati od parametara unesenih u računarski program, a teško je i obuhvatiti sve uticajne parametre.

Danas je najrasprostranjenija metoda za ispitivanje parametara uzemljivača na radnoj frekvenciji niskonaponsko ispitivanje. Ipak, i pored jednostavnosti ove metode, postoje određena pitanja na koja je potrebno dati odgovore prije nego se pristupi samom ispitivanju uzemljivača.

Ovaj rad je pokazao da se na ta pitanja može dati odgovor ukoliko se, uz poznavanje odgovarajućih parametara postrojenja i uzemljivača, primijeni model napravljen u programskom paketu EMTP-RV. Na primjeru simulacija napravljenih za moguću upotrebu pri ispitivanju uzemljivača u TS 110/10(20) kV Sarajevo 11 može se vidjeti da odgovore na sva postavljena pitanja nije moguće jednostavno pronaći već je potrebno napraviti više modela i simulacija kako bi se zadovoljili svi zahtjevi iz propisa.

Imajući u vidu da svaki računarski program, ma koliko bio dobar, daje dobre rezultate u mjeri koliko su dobri ulazni podaci potrebni za njegov rad i zavisno od toga u kojoj mjeri program obuhvata sve uticajne parametre.

Potrebno je dobijene rezultate provjeriti na terenu, u stvarnim uslovima, i svakom ispitivanju pristupiti uz sve potrebne mjere opreza.

LITERATURA

- [1] Istraživački projekat: Definiranje procedura proračuna i mjerenja parametara uzemljenja u formi pravilnika (Tehnička preporuka JP Elektroprivreda BiH); Elektrotehnički fakultet Sarajevo; juni 2002. godine
- [2] Srećko Bojić, Zoran Bertalanić: Metode ispitivanja sustava uzemljenja; Institut za elektroprivredu i energetiku d.d. Zagreb
- [3] Volume I: User's Manual: Simulation and Analysis of Power System Transients using EMTP-RV; Hydro-Quebec/IREQ, 2003–2004
- [4] Volume II: Device Documentation: Simulation and Analysis of Power System Transients using EMTP-RV; Hydro-Quebec/IREQ, 2003

Napomena:

Stručni članak navedenih autora u sličnoj formi objavljen je na VII SAVJETOVANJU BOSANSKOHERCEGOVAČKOG KOMITETA MEĐUNARODNOG VIJEĆA ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME, BH K CIGRÉ, NEUM 21.10.2007–25.10.2007.

MJERENJE RASIPNIH INDUKTIVITETA ENERGETSKOG TRANSFORMATORA

Slaviša Čekić, dipl. inž. el., Služba za specijalna mjerenja OP Banja Luka
Duško Milijević, dipl. inž. el., Služba za specijalna mjerenja OP Banja Luka

Neosporni je društveni značaj proizvodnje i prenosa električne energije. Osnovnu energetska proizvodno-prenosnu jedinicu čine generator i transformator. Uloga energetskih transformatora, sa proizvodne strane, jeste da podižući napon omoguće prenos električne energije na velike udaljenosti uz minimalne gubitke, a zatim, na distributivnoj strani, da spuste naponski nivo na vrijednost prihvatljivu za distribuiranje i potrošnju. Kada se desi neki havarijski proces na energetskom transformatoru, pored troškova popravke i mogućeg oštećenja opreme koja se nalazi u blizini havarisanog transformatora (ukoliko dođe do požara ili eksplozije), veliki problem predstavljaju ekonomski gubici nastali usljed neisporuke električne energije. Ovakvi kvarovi se direktno destabilišuće reflektuju na tržište električne energije. Zbog velike pouzdanosti i ponovljivosti mjerenja, metoda mjerenja rasipnih induktiviteta se pokazala izuzetno pogodnom za utvrđivanje promjene u geometriji namotaja i jezgra pri profilaktičkim ispitivanjima na terenu, u pogonu (eksploataciji) ili nakon transporta transformatora.

TEHNIČKI ASPEKT I PROBLEMATIKA

Energetski transformatori se projektuju tako da imaju sposobnost da izdrže povremena mehanička prenaprezanja predviđena u normalnom pogonu (elektromagnetne sile koje vladaju između namotaja i namotaja i jezgra, unutrašnje i spoljašnje vibracije, magnetostrikcija, kratak spoj, prenaponi, udar groma, temperaturne razlike...), kao i mehaničke sile i vibracije koje se javljaju pri transportu transformatora. Većina prenaprezanja u pogonu je prouzrokovana kratkim spojevima u sistemu koji uzrokuju velike elektromehaničke sile, radijalne i aksijalne, koje naprežu namotaje i mogu izazvati njihove trajne deformacije. Svako transportovanje energetskih transformatora, prije svega zbog njihovih velikih dimenzija, predstavlja potencijalni uzrok deformacija geometrija jezgra i namotaja usljed oštećenja odstoynika i utezača magnetnog jezgra. Ukoliko u jednom trenutku dođe čak i do minimalnog oštećenja, odnosno ukoliko se na bilo koji način pokvari projektovana geometrija transformatora, njegova sposobnost da podnese svaki sljedeći „udar“ značajno slabi, tako da npr. naredni kratak spoj u blizini transformatora bi mogao da dovede do izuzetno velikih mehaničkih i električnih oštećenja transformatora i do kvara sa velikim tehnoekonomskim posljedicama.

Potencijalni problemi kod energetskih transformatora se ogledaju u dvije najčešće prisutne činjenice: starost transformatora i nedovoljna rezerva pri projektovanju novih transformatora usljed želje za uštedom. Iz prethodno navedenog proizlazi da je neophodno imati uvid u njihovo stvarno stanje i obezbijediti sistematsko praćenje vitalnih parametara svakog transformatora ponaosob. Vizuelni pregled aktivnog dijela energetskog transformatora se vrši kroz revizione otvore i predstavlja prilično skup i dugotrajan zahvat u toku kog se vrši istakanje ulja iz transformatora. Osnovna mana ovog načina pregleda je u ograničenju koje je uslovljeno veličinom otvora i nemogućnosti pregleda kompletne unutrašnje strukture jezgra i namotaja (moguće je vidjeti samo mali dio namotaja i dijelova za utezanje jezgra i odstoynika). Usljed pomenutog nedostatka, najčešće je potrebno vađenje kompletnog aktivnog dijela transformatora, kako bi se ustanovio kvar. Upravo iz tog razloga prethodno pomenutim dijagnostičkim

procedurama, između ostalih, prethodi i mjerenje rasipnih induktiviteta kao neinvazivne mjerne metode koja je izvedena na bazi U/I metode ogleđa kratkog spoja transformatora. Pomenuta metoda predstavlja veliku značajku (veoma bitnu metodu) u ispitivanju transformatora jer omogućava, u većem broju slučajeva, detektovanje i praćenje razvoja nepravilnosti u geometriji jezgra i namotaja. Metoda je neinvazivna i ne zahtijeva nikakvu posebnu pripremu transformatora (otvaranje i sl.) osim njegovog isključenja sa mreže i razvezivanja priključaka.

Pri mjerenjima u eksploatacionim (pogonskim) uslovima na terenu, metoda mjerenja rasipnih induktiviteta se koristi kako bi se utvrdile moguće deformacije nastale tokom transporta, montaže ili poslije nekog eksploatacionog perioda za koji se sumnja da je u toku njega bilo značajnih poremećaja (kratki spojevi, atmosferska pražnjenja, velike vibracije...). Rezultati ovih mjerenja se takođe porede sa referentnim rezultatima sa ciljem provjere da li je došlo, i u kojoj mjeri ako jeste, do neke povrede geometrije namotaja i jezgra. U toku eksploatacije, moguće su incidentne situacije poput bliskog kratkog spoja, udara groma, bilo kakvih seizmičkih i sličnih pojava koje mogu ugroziti unutrašnji geometrijski integritet aktivnog dijela transformatora. Mjerenja se preporučuju i prilikom redovnih profilaktičkih ispitivanja, kako bi se blagovremeno uočili defekti na namotaju ili jezgru. Prije početka snimanja rezultatnih parametara rasipnog fluksa potrebno je izvršiti pripremu transformatora koja podrazumijeva kompletno razvezivanje priključaka transformatora i osiguranje kvalitetnog uzemljenja transformatorskog suda.

U ovom članku biće obrađena pomenuta metoda mjerenja rasipnih induktiviteta pomoću mjernog uređaja MLR-10, proizvođača "Megger". Bitne karakteristike ovog uređaja su sljedeće:

- mjerenje impedanse kratkog spoja transformatora,
- korist prilikom detekcije i dijagnostifikovanja deformacije namotaja transformatora,
- mogućnost mjerenja na monofaznim i trofaznim (dvonamotajnim i tronamotajnim) transformatorima,
- opciono testiranje kapacitivnih baterija (preko dodatne kapacitivne sonde).



Slika: Mjerna garnitura MLR 10 za mjerenje rasipnih reaktansi

MLR10 se prvenstveno koristi za mjerenje rasipne reaktanse i drugih korelacionih parametara energetskog transformatora. Sam uređaj dolazi u tzv. "stand-alone" izvedbi koja zahtijeva upotrebu eksternog računara sa prethodno instalisanim "free-of-charge" programskim paketom, koji je obezbijeden od strane proizvođača.

Sad ćemo, konkretno, opisati jedan mod ispitivanja koji je najčešći u našoj praksi. U pitanju je mono mod sa Y (zvijezdom) na primaru. Ovaj mod se koristi za ispitivanje jedne faze trofaznog transformatora sa primarom spojenim u Y (zvijezdu). Izlazni kablovi za MLR10 se priključuju na fazu koja se ispituje, jedan kabl na nulu (H0) i drugi na fazni izvod te faze. Dva odgovarajuća sekundarna izvoda transformatora se kratko spajaju. Ako je sekundarni dio takođe spregnut u Y, onda takođe treba da spojite sekundarni fazni izvod sa nulom sekundara. Ako je sekundarni izvod spregnut u trougao (Δ) onda se kratko spajaju ona dva izvoda koji prema šemi transformatora se nalaze na istom stubu jezgra transformatora kao i primarni namotaj.

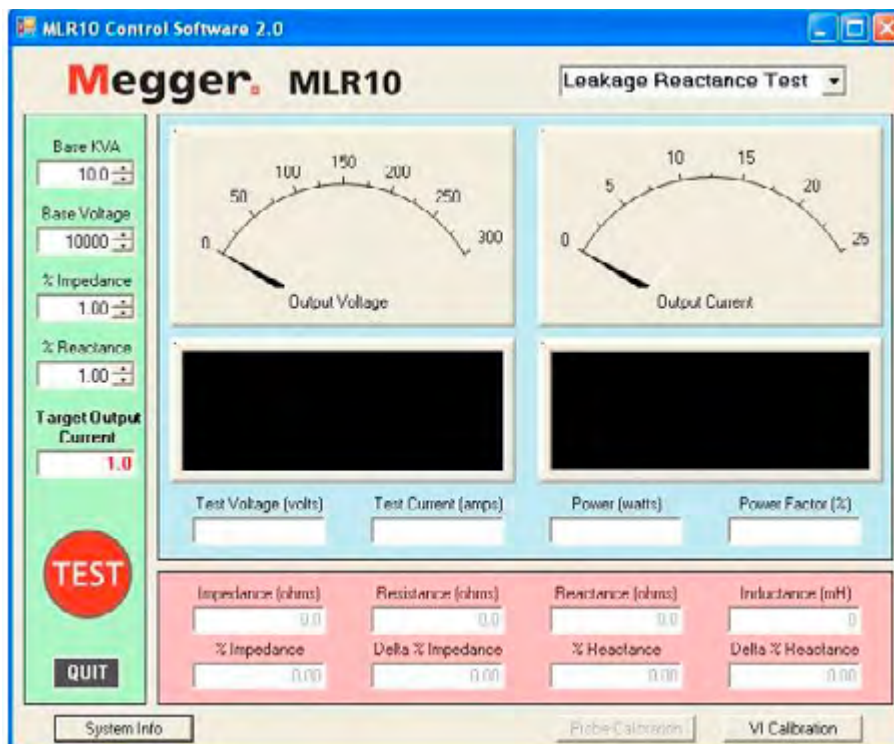
Izabere se ispitni mod MLR10 "Reaktansa rasipanja (po fazi – Y)" i test se izvršava. Rezultantni ispitni parametri kao što su procentualna vrijednost impendanse i reaktanse karakterišu samo pojedinačnu fazu. Tipično, test će se izvršiti i podaci će biti snimljeni za sve tri faze. Pošto su podaci sa natpisne tablice obično dati za cijeli transformator, izmjerena procentualna vrijednost impendanse po fazi se NE MOŽE porediti sa procentualnom vrijednošću impendanse navedenom na natpisnoj tablici (za razliku od moda trofaznog ekvivalenta). Međutim, tri seta podataka po fazi mogu biti snimljeni kao referentne tačke za buduće testove, pošto podaci po fazi daju bolji način za ocjenu transformatora i eventualnu detekciju lokacije potencijalnog kvara. Mod trofaznog ekvivalenta daje usporedbu sa zvaničnim podacima napona kratkih spojeva na natpisnoj pločici koje, opet, ne možemo značajnije iskoristiti u dijagnostifikovanju potencijalnog problema.

U tabeli imamo prikaz testne procedure za tipični energetski transformator sprege YNyn0d5.

ZVEZDA-ZVEZDA-TROUGAO, TROFAZNI, 3 NAMOTAJNI TRANSFORMATOR			
TEST NO.	H HV NAMOTAJ	X LV NAMOTAJ	Y NAMOTAJ TERCIJERA
1	MLR10 V- stezaljke: H1-H0	Kratak spoj: X1-X0	Slobodno
2	MLR10 V- stezaljke: H2-H0	Kratak spoj: X2-X0	Slobodno
3	MLR10 V- stezaljke: H3-H0	Kratak spoj: X3-X0	Slobodno
4	MLR10 V- stezaljke: H1-H0	Slobodno	Kratak spoj: Y1-Y3
5	MLR10 V- stezaljke: H2-H0	Slobodno	Kratak spoj: Y2-Y1
6	MLR10 V- stezaljke: H3-H0	Slobodno	Kratak spoj: Y3-Y2
7	Slobodno	MLR10 V- stezaljke: X1-X0	Kratak spoj: Y1-Y3
8	Slobodno	MLR10 V- stezaljke: X2-X0	Kratak spoj: Y2-Y1
9	Slobodno	MLR10 V- stezaljke: X3-X0	Kratak spoj: Y3-Y2

Slika: Protokol ispitivanja za transformator sprege YNyn0d5

Tokom ispitne procedure u odnosu na mjerenu konfiguraciju (primar–sekundar, primar–tercijer, sekundar–tercijer) te položaj regulacione preklopke (obično se radi na tri položaja: najniži – nominalni – najviši) potrebno je vršiti korekciju parametara nominalnog napona i nominalnih snaga kako bi se dobile validne, već preračunate vrijednosti rezultatnih parametara. Treba napomenuti da ova procedura ne utiče na tačnost dobijenih parametara jer se ostali mogu lako izvesti preko već poznatih formula i obrazaca.



Slika: Korisnički interfejs programskog paketa

Kao veliki nedostatak programskog paketa, kojim se vrši akvizicija podataka sa uređaja, mora se istaći nemogućnost direktnog prebacivanja rezultata na laptop, preko kojeg se vrši akvizicija, već se radni fajl sa podacima mora prvo memorisati na USB pa onda prebaciti na računar radi pravljenja izvještaja. Još jedna velika mana sa korisničkog stanovišta je poprilično nesređen format izlaznog fajla sa rezultatima. Izlazni izvještaji se dobijaju u dva formata: .csv i .txt. Format .csv je standardni format koji sadrži tabelarne podatke u formi teksta. Kada se otvori u excel-u svi podaci su u jednoj ćeliji, određenim redoslijedom, odvojeni zarezom bez opisa koje su vrijednosti u pitanju. Prebacivanje podataka automatski u formu koja je više prilagođena krajnjem izvještaju zahtjeva dodatni trud. Korištenje .txt fajla zahtjeva manuelno prekućavanje dobijenih podataka pa se tom prilikom javlja mogućnost ljudske greške. Mišljenja smo da je proizvođač mogao i morao ponuditi više rješenja za izlazne fajlove koji bi bili više korisnički orijentisani.



Događaji



UČEŠĆE I DOPRINOS „ELEKTROPRENOSA – ELEKTROPRIJENOSA BiH“ U RADU USAID EIA PROJEKATA

Mr sc. Biljana Milović, dipl. ing. el., Direkcija za rad i održavanje sistema;
Iris Salihbegović, dipl. ing. el., Direkcija za planiranje sistema i inženjering

Elektroenergetski sektor u Bosni i Hercegovini (BiH) jedan je od najvažnijih izvoznih sektora i pokretač ekonomskog razvoja, a istovremeno ima ključni značaj za pristup BiH Evropskoj uniji (EU), te za energetske sigurnost na zapadnom Balkanu. Ako bi kapitalizovala sav svoj energetske potencijal, BiH bi mogla čak udvostručiti proizvodnju električne energije. Do danas su, međutim, određene prepreke, kako političke tako i birokratske, kao i nedostatak tržišno orijentisanog ambijenta, „otjerali“ čak i najodlučnije investitore. USAID je, da bi adresirao probleme koji se javljaju u postupku ishodovanja dozvola za izgradnju novih elektroenergetskih objekata u BiH, pokrenuo projekat Investiranje u sektor energije (eng. EIA – Energy Investment Activity), čiji je zadatak okupiti učesnike na elektroenergetskom tržištu, identificirati probleme, te zajedničkim snagama pokušati otkloniti uočene probleme. EIA je projekat tehničke pomoći, kojim se podržava elektroenergetski sektor u BiH da poduzme dalje nužne korake ka uspostavi potpuno transparentnog tržišta električne energije. Tako je početkom 2015. godine

USAID EIA organizovao Prvi energetske samit, održan u Neumu, koji je okupio preko 230 učesnika iz elektroenergetskog sektora, te iz institucija vlasti BiH, predstavnika investitora, nevladinih organizacija, ostalih učesnika u sektoru i drugih zainteresovanih strana za elektroenergetski sektor u BiH, na kojem se razgovaralo o aktuelnoj problematici u sektoru. Učesnici su razgovarali o otvaranju tržišta električne energije, integraciji obnovljivih izvora energije u elektroenergetski sistem BiH, energetske efikasnosti, biomasi i smanjenju emisija stakleničkih gasova. Uvodne prezentacije pružile su niz pozitivnih primjera najboljih međunarodnih praksi vezanih za navedene teme. Svi učesnici su se usaglasili kako donosioci odluka i drugi nadležni organi u lancu ishoda dozvola moraju uraditi sve što je u njihovoj moći da učine investicioni režim transparentnim, te da ga oslobode pretjerane birokratije. U suprotnom, BiH bi mogla izgubiti potencijalne investitore. Osim toga, u ovaj projekat su aktivno uključeni i mediji sa ciljem njihove edukacije o dešavanjima i problemima u elektroenergetskom sektoru.

USAID EIA je i tokom 2016. i 2017. godine nastavio istu tradiciju, pa su tako organizovani Drugi i Treći energetska samit, dok će se Četvrti energetska samit održati u mjesecu aprilu 2018. godine u Nemu. Cilj energetske samita je podizanje svijesti o važnosti elektroenergetskog sektora u BiH, te identifikacija problema, kao i nudišenje adekvatnih rješenja, kako bi BiH što prije mogla pokušati ići u korak sa trendovima koje prati EU.

U cilju realizacije postavljenih ciljeva ovog projekta, USAID EIA je formirao radne grupe unutar komponenti, u kojima se razmatraju različite oblasti elektroenergetskog sektora (tržište električne energije, obnovljivi izvori energije, energetska efikasnost, pravni okvir i dr.), utvrđuju nedostaci u procesima, te pokušavaju predložiti adekvatna rješenja za rješavanje istih, kao i sagledavaju procese koji „očekuju“ BiH u nekom narednom periodu. Članovi radnih grupa su predstavnici učesnika u elektroenergetskom sektoru (elektroprivredna preduzeća, regulatorne komisije, operatori sistema i dr.). Tako je i „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“, kao kompanija sa značajnom ulogom u elektroenergetskom sektoru, u više radnih grupa delegirao svoje predstavnike, koji aktivno učestvuju u njihovom radu.

USAID EIA je unutar komponente 2. „Otklanjanje nedostataka na maloprodajnom tržištu u BiH“ predložio formiranje radne grupe za tržište i pratećih podgrupa, unutar kojih „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ ima svoje predstavnike (mr sc. Biljana Milović, dipl. ing. el., Direkcija za rad i održavanje sistema; Iris Salihbegović, dipl. ing. el., Direkcija za planiranje sistema i inženjering; i Dino Ferizović, dipl. ing. it., Direkcija za rad i održavanje sistema). Riječ je o sljedećim podgrupama:

- **Podgrupa 1**, koja radi na aktivnostima vezanim za razvoj pravila i procesa Operatora distributivnog sistema (ODS);
- **Podgrupa 2**, koja radi na aktivnostima vezanim za razvoj elektronske razmjene podataka (eng. Electronic Data Interchange (EDI)).

Rad Podgrupe 1 rezultirao je izvještajem „Nacrt smjernica za izradu poslovnih procesa za ODS kao nezavisnog pospješivača tržišta“. Ovaj izvještaj se bavi razvojem informacionog modela i okvira za poslovne procese povezane sa ulogom ODS-a kao nezavisnog pospješivača tržišta i trebalo bi da posluži kao vodič za razvoj pravnih dokumenata koji treba da obuhvate poslovne procese vezane za ulogu ODS-a na tržištu.

Dalje, kao rezultat rada Podgrupe 2, pripremljen je još jedan izvještaj, pod nazivom „Nacrt smjernica za elektronsku razmjenu podataka (EDI)“. EDI se može opisati kao razmjena poslovnih dokumenata između računara u standardnom elektronskom formatu u okviru poslovnog procesa koji ima više učesnika. Koristeći najbolju međunarodnu praksu sa jedne, i razvijeni informacioni model i poslovne procese sa druge strane, EDI infrastruktura je analizirana uzimajući u obzir tekuću situaciju u BiH u vezi s pitanjem postojeće elektronske razmjene podataka na maloprodajnom tržištu električne energije, te su date odgovarajuće opcije i preporuke koje treba da olakšaju razvoj tehničkih standarda za EDI.

Tokom 2017. godine formirane su tri podgrupe koje čine predstavnici elektroprivrednih preduzeća, regulatornih komisija, Nezavisnog operatora sistema u BiH (NOSBiH), „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ te Operatora za obnovljive izvore i efikasnu kogeneraciju (OIEiEK), a uz koordinaciju predstavnika USAID-a, i to:

- **Podgrupa 1:** Određivanje tehničkog rješenja za sredstva komunikacije za maloprodajno tržište električne energije, čiji je moderator predstavnik Elektroprivrede Republike Srpske (ERS);
- **Podgrupa 2:** Izrada prijedloga za određivanje identifikacionih šema za učesnike na maloprodajnom tržištu i distributivna mjerna mjesta, čiji je moderator predstavnik Elektroprivrede Hrvatske zajednice Herceg Bosne (EP HZ HB);
- **Podgrupa 3:** Određivanje poruka, njihovog sadržaja i formata kod poslovnih procesa na maloprodajnom tržištu električne energije, čiji je moderator predstavnik Elektroprivrede Bosne i Hercegovine (EP BiH).

Rad svake od podgrupa trebalo bi da rezultira određenim prijedlogom dokumenta koji bi se bavio problematikom definisanom u svakoj od njih i koji bi na kraju omogućili usvajanje jednog zajedničkog prijedloga dokumenta (pravilnika, standarda ili slično), koji bi USAID EIA uputio prema nadležnim organima vlasti na usvajanje i primjenu. Tako je tokom 2017. godine održan niz sastanaka svake od podgrupa.

Sastanak u Konjicu, koji je održan 06.09.2017. godine, i na kojem su učestvovali predstavnici svih podgrupa, imao je za cilj da se učesnici upoznaju sa nivoom razmjene podataka na tržištu električne energije u BiH. Predstavnici „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“ su za ovaj sastanak pri-

premili i prezentovali sistem razmjene podataka za obračunsko mjerenje i opisali procedure koje se primjenjuju pri obračunu električne energije i vršne snage koji se provodi na nivou mjeseca. Na osnovu pomenutog obračuna, NOSBiH i „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ ispostavljaju korisnicima (prenosne mreže) fakture za uslugu prenosa i vršne snage na osnovu kojih ostvaruju prihod na domaćem tržištu električne energije.

Obračun električne energije i vršne snage vrši se na sljedeći način:

- samostalni inženjer za obračunsko mjerenje iz Direkcije za rad i održavanje sistema prikuplja podatke o potrošnji električne energije i vršne snage od operativnih područja (OPSA, OPTZ, OPMO, OPBL);
- na osnovu prikupljenih podataka formiraju se izvještaji o potrošnji električne energije i vršne snage u BiH, excel tabela koja se e-mailom (SMTP) dostavlja NOSBiH, faxom i poštom, ovaj izvještaj obostrano potpisuju i ovjeravaju generalni direktor „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“ i NOSBiH;
- izvještaje o potrošnji električne energije i vršne snage „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ dostavlja NOSBiH na mjesečnom nivou;
- NOSBiH vrši usaglašavanje i provjeru dostavljenih podataka sa korisnicima prenosne mreže, te nakon izvršenog usaglašavanja formira izvještaj o potrošnji električne energije i vršne snage u BiH; potpisan i ovjeren izvještaj dostavlja „Elektroprenosu – Elektroprijenosu BiH“, na osnovu kojeg se ispostavljaju fakture korisnicima za uslugu prenosa električne energije i vršne snage.

Sva operativna područja imaju baze obračunskih mjernih mjesta na koje je povezan NOSBiH. NOSBiH prikuplja podatke direktno sa obračunskih baza mjerenja za određene poslove iz svoje nadležnosti, kao što je npr. balansiranje.

Takođe, prisutni na sastanku su upoznati i sa aktivnostima koje „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ provodi na izradi i ažuriranju Registra mjerenja koji je bitan dokument i na neki način definiše odnose između korisnika prenosne mreže i „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“. Definisani su za svaki objekat (transformatorsku stanicu – TS), odnosno za sva obračunska mjerna mjesta (OMM) u objektu (TS).

Registar mjerenja sastoji se iz tri dijela:

1. dio Registra mjerenja koji se odnosi na objekte razgraničenja „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“ i distribucija (OMM u trafostanicama),
2. dio Registra mjerenja koji se odnosi na međudržavne DV,
3. dio Registra mjerenja koji se odnosi na razgraničenje između „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“ i proizvodnih objekata.

U Registru mjerenja definisani su parametri elemenata OMM-a, odnosno strujnih mjernih transformatora, naponskih mjernih transformatora i brojila. Takođe, definisane su i obračunske formule koje predstavljaju osnovu za fakturisanje usluge prenosa električne energije i vršne snage prema korisnicima, kao i EIC kod (eng. Energy Identification Code), koji je jedinstven za svako OMM i koji dodjeljuje NOS BiH.

Registar mjerenja obostrano potpisuju i ovjeravaju korisnik i „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“.

Registar mjerenja je dokument koji je objavljen na web-stranici „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“ (<http://www.elepren.ba/RegistarMjerenja/RegistarMjerenja.aspx>), a pristup njemu imaju „Elektroprenos BiH“, NOSBiH, DERK i korisnici putem pristupnih šifara.

Promjene koje zahtijevaju izradu novog Registra mjerenja odnosno ažuriranje postojećeg vrši „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ (promjena prenosnog odnosa strujnih i naponskih mjernih transformatora, promjena obračunske konstante, definisanje novog OMM, kao i izmjene u obračunskoj formuli, formiranje Registra mjerenja za novi objekat (TS)), te se nakon izrade pristupa proceduri obostranog potpisivanja i ovjeravanja novog odnosno ažuriranog dokumenta od strane korisnika i „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“. Nakon uspješno obavljene prethodne procedure, Registar mjerenja se objavljuje na web-stranici „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“.

Na slici 1. prikazan je screenshot prezentacije na web-stranici „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“.

DERK, NOSBiH i korisnici koji imaju pristupne šifre mogu u svakom momentu da pristupe web-stranici „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“ i da za svaki objekat (TS), odnosno OMM, u koloni „link“ pogledaju ovjeren i obostrano potpisan Registar mjerenja sa svim karakteristikama elemenata u tabelarnom pregledu, važeću obračunsku formulu, kao i blok shemu mjerenja.

Pretraga baze podataka sa registrima mjerenja

TS...



Mrežno čvorište	Oznaka	Operativno područje	Elektroprivreda / Međudržavni dalekovod	Zavisno preduzeće	Link	Datum objave
TS GORAŽDE 2	RM-SA-TS-GORAŽDE_2	Operativno područje Sarajevo	MH Elektroprivreda RS	ZP ELEKTRODISTRIBUCIJA a.d. Pale	TS GORAŽDE 2	07.03.2018.
Mrežno čvorište	Oznaka	Operativno područje	Elektroprivreda / Međudržavni dalekovod	Zavisno preduzeće	Link	Datum objave
TS Tuzla 3	RM-TZ-TS-TUZLA-3	Operativno područje Tuzla	JP Elektroprivreda BiH		TS Tuzla 3	03.01.2018.
Mrežno čvorište	Oznaka	Operativno područje	Elektroprivreda / Međudržavni dalekovod	Zavisno preduzeće	Link	Datum objave
VE Mesihovina	RM-JPEPHZHB-VE Mesihovina_01	Operativno područje Mostar	JP Elektroprivreda HZ-HB		VE Mesihovina	19.02.2018.
Mrežno čvorište	Oznaka	Operativno područje	Elektroprivreda / Međudržavni dalekovod	Zavisno preduzeće	Link	Datum objave
TS SARAJEVO 10	RM-SA-TS-SARAJEVO_10	Operativno područje Sarajevo	JP Elektroprivreda BiH		TS SARAJEVO 10	23.01.2018.
Mrežno čvorište	Oznaka	Operativno područje	Elektroprivreda / Međudržavni dalekovod	Zavisno preduzeće	Link	Datum objave
TS MRKONJIĆ GRAD	RM-BL-TS-MRKONJIĆGRAD	Operativno područje Banja Luka	MH Elektroprivreda RS	ZP ELEKTROKRAJINA a.d. Banja Luka	TS MRKONJIĆ GRAD	20.12.2017.

Slika 1. Pregled baze podataka Registra mjerenja na web-stranici „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“

Sastanak Podgrupe 1: Određivanje tehničkog rješenja za sredstva komunikacije za maloprodajno tržište električne energije održan je 07.11.2017. godine u Bijeljini. Na ovom su sastanku predstavnici ERS (moderator ove podgrupe je predstavnik ERS-a) predstavili prijedlog tehničkog rješenja za sredstva komunikacije za maloprodajno tržište

električne energije, o kojem je unutar Podgrupe i diskutovano.

Zatim je 14.12.2018. godine u Sarajevu održan sastanak Podgrupe 3: Određivanje poruka, njihovog sadržaja i formata kod poslovnih procesa na maloprodajnom tržištu električne energije, čiji je moderator predstavnik EP BiH.



Iris Salihbegović i Biljana Milović



Sa moderatorom podgrupe 3. Amelom Čaušević (EP BiH)

Na ovom sastanku učesnici su prisutnima ukratko prezentovali procese koji se odvijaju u kompanijama iz kojih dolaze. Tako su predstavnici „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“, prema

uputama USAID EIA, kroz prezentaciju upoznali učesnike o procesu promjene snabdjevača na prenosnoj mreži.



Radni sastanak članova podgrupe 3

Dakle, radi se o sljedećim procedurama koje se moraju provesti u procesu promjene snabdjevača odnosno procedure koje definišu odnose između snabdjevača i „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“:

- odnosi između „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“ i snabdjevača regulišu se Ugovorom o korištenju prenosne mreže koji je definisan u tački 5.2.2. Mrežnog kodeksa (decembar 2016. godine);
- po odluci DERK-a iz 2014. godine, naknada za uslugu prenosa električne energije i vršne snage fakturiše se direktno snabdjevaču.

Postupak koji prethodi zaključivanju Ugovora između „Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH“ i snabdjevača definisan je posebnim odredbama:

- u Republici Srpskoj ovaj postupak je propisan u Opštim uslovima za isporuku i snabdijevanje električnom energijom,
- Opšte uslove za isporuku i snabdijevanje električnom energijom donosi Regulatorna ko-

misija za energetiku Republike Srpske (RERS) (objavljeni u „Službenom glasniku RS“ br. 90. iz 2012. godine);

- u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) ovaj postupak je definisan Pravilnikom o snabdijevanju kvalifikovanih kupaca električnom energijom i postupku promjene snabdjevača;
- Pravilnik o snabdijevanju kvalifikovanih kupaca električnom energijom i postupku promjene snabdjevača donosi Regulatorna komisija za energiju u FBiH (FERK) (objavljen u „Službenim novinama FBiH“ br. 89. od 31.10.2014. godine).

Postupak promjene snabdjevača u FBiH, definisan Pravilnikom o snabdijevanju kvalifikovanih kupaca električnom energijom, vrši se poštujući sljedeće:

- u navedenom pravilniku na strani 4. u članu 15. definisan je postupak promjene snabdjevača na zahtjev kupca;
- u članu 5. navedenog pravilnika definisano je da su od 01.01.2015. godine svi krajnji kupci

- električne energije kvalifikovani kupci i imaju pravo na slobodni izbor snabdjevača;
- u članu 15. ovog pravilnika propisano je da kvalifikovani kupci u postupku promjene snabdjevača popunjavaju zahtjev koji propisuje snabdjevač, a u stavu 2. član 15. propisane su obaveze, odnosno obavezni elementi koje zahtjev mora da sadrži:
 1. naziv poslovnog subjekta, sjedište i PDV broj (za pravna lica);
 2. ime, prezime, prebivalište (za fizička lica);
 3. šifru mjernog mjesta (EIC kod);
 4. odobrenu snagu na mjernom mjestu;
 5. naziv postojećeg snabdjevača i rok važenja ugovora koji je kupac zaključio sa njim.

Kupac je u obavezi da uz popunjeni naprijed navedeni zahtjev dostavi i izjavu odnosno ovlaštenje novog snabdjevača da preduzme sve radnje u njegovo ime u cilju promjene snabdjevača.

Nakon što novi snabdjevač dobije zahtjev kupca, on provjerava da li je isti potpun. U slučaju da nije, snabdjevač poziva kupca i daje mu rok od četiri dana da ispravi nedostatke, a ukoliko je zahtjev kompletan, novi snabdjevač podnosi zahtjev „Elektroprenosu – Elektroprijenosu BiH“ za promjenu snabdjevača.

„Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“, prema stavu 8. člana 15. Pravilnika provjerava tačnost podataka navedenih u zahtjevu, te ukoliko se utvrdi da su podaci tačni odnosno da je zahtjev kompletan, pristupa se potpisivanju Ugovora sa novim snabdjevačem u skladu sa tačkom 5.2.2. Mrežnog kodeksa (Ugovor o korištenju prenosne mreže). Ukoliko zahtjev novog snabdjevača nije kompletan, „Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ ga vraća na dopunu koja treba da se obavi u roku od četiri dana.

„Elektroprenos – Elektroprijenos BiH“ je u obavezi da obavijesti prethodnog snabdjevača o promjeni snabdjevača kad utvrdi da je zahtjev za promjenu snabdjevača potpun.

Pravilnik je propisao da naprijed navedeni postupak ne može trajati duže od 21 dan. Postupak promjene snabdjevača u Republici Srpskoj propisan je u Opštim uslovima za isporuku i snabdijevanje električnom energijom.

Odnosi između „Elektroprenosa – Elektroprijenosu BiH“ i snabdjevača definisani su Ugovorom o korištenju prenosne mreže, dok je postupak vezan za odabir snabdjevača i snabdijevanje definisan od člana 48. do člana 58. Opštih uslova za isporuku i snabdijevanje električnom energijom.

Posebno član 58. odnosi se na obaveze snabdjevača, NOSBiH-a i „Elektroprenosa – Elektroprijenosu BiH“.

Na sastanku smo od kolega iz RERS-a upoznati sa Pravilnikom o snabdijevanju kvalifikovanih kupaca električnom energijom i postupku promjene snabdjevača, gdje je propisana ista procedura promjene snabdjevača kao i u Opštim uslovima.

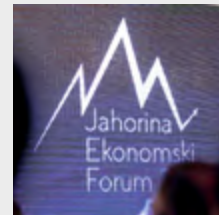
Način razmjene podataka između „Elektroprenosa – Elektroprijenosu BiH“ i snabdjevača, kao i obim podataka koji se razmjenjuju definisan je Ugovorom o korištenju prenosne mreže.

Bitno je naglasiti da rad Podgrupe 2: Izrada prijedloga za određivanje identifikacionih šema za učesnike na maloprodajnom tržištu i distributivna mjerna mjesta (moderator ove podgrupe je predstavnik EP HZ HB) umnogome zavisi od zaključaka na koji način će Podgrupa 1 i Podgrupa 3 definisati i obaviti svoj dio posla.

Na kraju, možemo zaključiti da je ovaj projekat u toku i da su započete mnoge aktivnosti, kao što se vidi iz prethodno napisanog. Mi, imenovani predstavnici „Elektroprenosa – Elektroprijenosu BiH“ uzeli smo učešće u svim aktivnostima projekta koji se tiču naših ovlaštenja, naravno, u dogovoru sa direktorom Direkcije za planiranje sistema i inženjering, gospodinom Alaudinom Alihodžićem, i direktorom Direkcije za rad i održavanje sistema, gospodinom Cvjetkom Žepinićem.

Kao što smo naglasili, projekat je u toku i dosta je posla pred učesnicima kako bi se ispunila krajnja zamisao samog projekta, a to je da se ispune svi zadaci definisani projekatom Investiranja u sektor energije. S obzirom na to da je ovo posao koji će trajati još jedan značajan period, mi, predstavnici „Elektroprenosa – Elektroprijenosu BiH“, obavještavaćemo Vas o toku same realizacije projekta i aktivnostima koje se provode.

ODRŽAN TREĆI JAHORINA FORUM



Početak maja ove godine održan je treći „Jahorina ekonomski forum“ u organizaciji Udruženja ekonomista Republike Srpske, a u saradnji sa Savezom ekonomista Republike Srbije. Ovogodišnji forum je organizovan pod nazivom „Regionalna saradnja kao važna poluga ekonomskog razvoja zemalja JIE“.

Zajedničko interesovanje svih učesnika i teme izlaganja na različitim panelima bile su regionalna saradnja u oblastima koje su nosioci ekonomskog, društvenog i privrednog razvoja. Posebno je naglašeno da izgradnja infrastrukture na regionalnom principu može doprinijeti ubrzanju ekonomskog razvoja zemalja Jugoistočne Evrope, te da su potencijali regionalne saradnje u vezi s iskorištavanjem prirodnih resursa veliki i još uvijek nedovoljno iskorišteni, ali da su zajednički projekti Republike Srpske i Republike Srbije u oblasti iskorištavanja hidroenergetskog potencijala pozitivan primjer.

Istaknuto je da se samo razmjenom mišljenja i saradnjom može uticati na rješavanje brojnih problema sa kojima se susreću zemlje regiona u mnogim oblastima, kao što su tržište radne snage, obrazovanje, industrija, poljoprivreda, turizam, te reforma javne uprave, fiskalna politika i drugo, i da preuzimanje određenih „dobrih rješenja iz regiona“ treba da doprinese razvoju u budućem periodu.



O značaju foruma govori činjenica da je istom prisustvovalo preko 400 domaćih i stranih učesnika, te da su izlaganja o različitim temama imali predstavnici institucija Bosne i Hercegovine, institucija Republike Srpske i Federacije BiH, kao i institucija Republike Srbije, predstavnici Delegacije EU u BiH, predstavnici međunarodnih finansijskih institucija – MMF-a, EBRD-a, EIB-a, kao i ugledni profesori i ekonomski analitičari iz Republike Hrvatske i Srbije, te predstavnici uspješnih kompanija iz Bosne i Hercegovine. Dvodnevnom forumu su prisustvovali i predstavnici naše kompanije.





PREDSTAVNICI ELEKTROPRENOSA NA ENERGETSKOM SAMITU U NEUMU

Predstavnici “Elektroprenosa – Elektroprijenosa BiH” a.d. Banja Luka prisustvovali su IV energetskom samitu održanom od 25. do 27. aprila 2018. godine u Grand hotelu u Neumu.

Četvrti energetski samit održan je u organizaciji Američke agencije za međunarodni razvoj – investiranje u sektor energije (USAID EIA) i Njemačkog društva za međunarodnu saradnju (GIZ).

Prva dva dana su organizovane panel-diskusije na različite teme: održivi razvoj energetskog sektora u BiH, tržište energije i gasa, energetska efikasnost, nezavisnost regulatornih tijela i dr.

Za “Elektroprenos – Elektroprijenos BiH” a.d. Banja Luka posebno zanimljiva tema bila je drugog dana kroz panel “Izgradnja elektroenergetske infrastrukture u BiH – prepreke i preporuke”. U toku 2017. godine naša kompanija je učestvovala u izradi studije na temu prepreka, problema i trajanja postupka do dobijanja dozvola za izgradnju dalekovoda u nadležnosti naše kompanije.

Sve teme su aktuelne i važne za proces integracija BiH u EU, razvoj energetskog sektora, usklađivanje BiH zakonodavstva sa energetsom politikom i direktivama EU.

Treći dan samita bili su prisutni i predstavnici političkih struktura u BiH sa državnog, ali i entitetskog nivoa. Ovog dana su date ključne poruke Energetskog samita, kao i vizija razvoja energetskog sektora BiH.





Пензионери/Umirovljenici

Odlazak u mirovinu/penziju je trenutak kad zastanemo na raskršću, pogledamo na sve strane, vidimo gdje jesmo i gdje da krenemo. Ako znamo pravac, a prati nas zdravlje, odlazak u mirovinu/penziju bit će samo jedno novo skretanje u životu, bogato uspjesima, novim iskustvima, navikama i prijateljstvima. Svim našim kolegama u budućnosti želimo puno takvih novih uspjeha i sretnih trenutaka.

ОП БАЊА ЛУКА

Милан Драча, пословођа ТС 110 kV Нови Град, Служба за експлоатацију, ТЈ Бања Лука

Симеун Лукић, пословођа ТС 110 kV Лакташи 2, Служба за експлоатацију, ТЈ Бања Лука

Горан Шормаз, пословођа ТС 110 kV Нова Топола, Служба за експлоатацију, ТЈ Бања Лука

Ђоко Трбић, дежурни електричар у ТС 110 kV Укрина, Служба за експлоатацију, ТЈ Бања Лука

Радован Којадиновић, дежурни електричар у ТС 110 kV Србац, Служба за експлоатацију, ТЈ Бања Лука

Радомир Глишић, пословођа бравара за РП, Служба за одржавање РП, ТЈ Бања Лука

Зоран Марјановић, водећи испитивач за ТК, Служба за телекомуникације, Сектор за управљање

Славица Јовић, референт за платни промет, Служба за финансије, Сектор за ЕПК и ОП

ОП МОСТАР

Vukašin Stolica, rukovodilac ТЈ Trebinje, ТЈ Trebinje

Jozo Lovrić, poslovođa TS 110 kV Neum, Služba za eksploataciju, ТЈ Mostar

Miroljub Grgić, poslovođa TS 110 kV Kupres, Služba za eksploataciju, ТЈ Mostar

Miralem Terzić, stručni saradnik u Sektoru za planiranje i inženjering, Sektor za planiranje i inženjering

Mladen Vuković, stručni saradnik u Službi za održavanje RP, Služba za održavanje RP, ТЈ Trebinje

Radoslav Jakanović, vozač specijalnih vozila i autobusa, Služba za ZT i AP, ТЈ Trebinje

Nedjeljko Čavar, vozač specijalnih vozila i autobusa, Služba za ZT i AP, ТЈ Mostar

Dragan Đurica, skladištar, Služba za ZT i AP, ТЈ Trebinje

Jela Popović, servirka, Služba za ZT i AP, ТЈ Trebinje

Dušan Anđelić, pomoćni radnik, Služba za ZT i AP, ТЈ Trebinje

Branko Ćurić, skladištar, Služba za ZT i AP, ТЈ Trebinje

Edina Bajgorić, skladištar, Služba za komercijalne poslove, Sektor za EPK i OP

ОП САРАЈЕВО

Smajo Tufekčić, poslovođa TS 110 kV Sarajevo 8, Služba za eksploataciju, ТЈ Sarajevo

Džemal Hodžić, poslovođa RP 220 kV Kakanj, Služba za eksploataciju, ТЈ Zenica

Sejo Čaušević, poslovođa TS 110 kV Sarajevo 5, Služba za eksploataciju, ТЈ Sarajevo

Senad Stambol, tehničar EE dijela prenosnih objekata, Služba za OTP i P, Sektor za planiranje i inženjering

Husein Nalbantić, stručni saradnik, Služba za nadzor i upravljanje EES-om, Sektor za upravljanje

Sidreta Olovčić, servirka, Služba za PK i OP, Sektor za EPK i OP

Ferid Tepić, vozač specijalnih vozila i autobusa, Služba za ZT i AP, ТЈ Sarajevo

Salko Smajlović, pomoćni radnik, Služba za ZT i AP, ТЈ Zenica

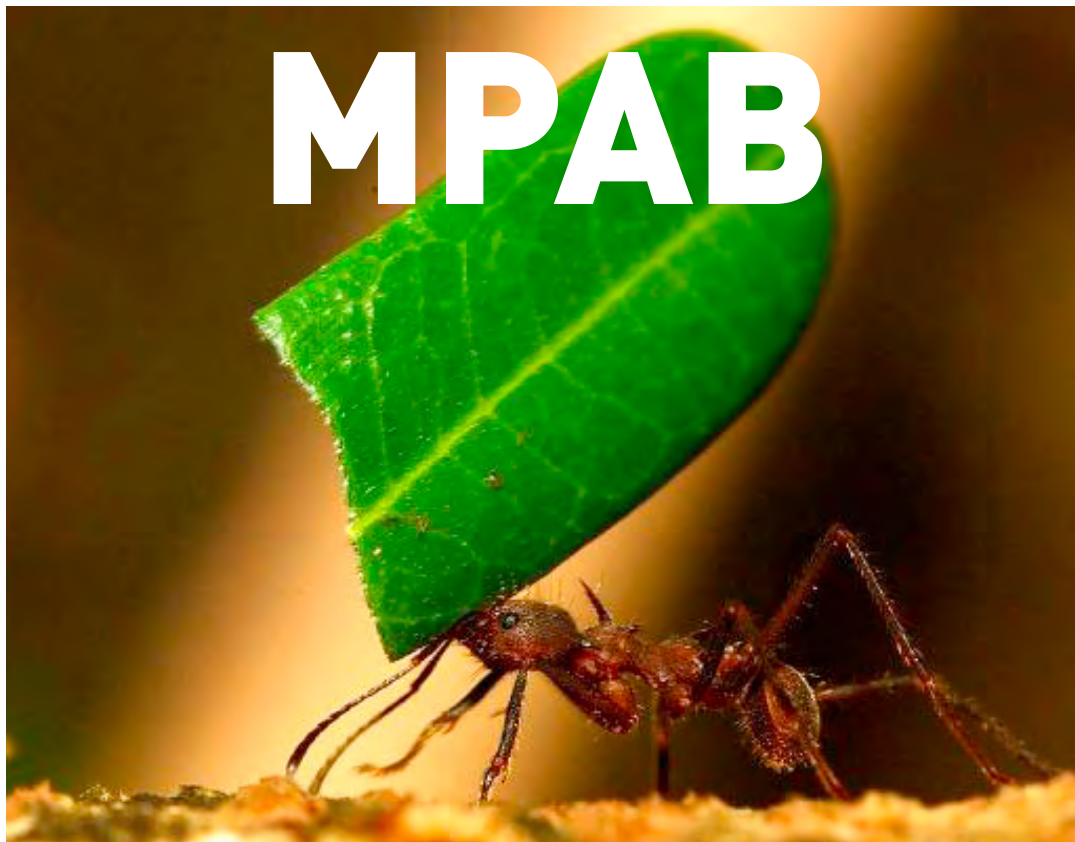
ОП ТУЗЛА

Osman Đulić, dežurni električar u TS 110 kV Gračanica, Služba za eksploataciju, ТЈ Tuzla

Hasan Halilčević, vozač, Služba za ZT i AP, ТЈ Tuzla

Sava Milovac, pomoćni radnik, Služba za ZT i AP, ТЈ Tuzla

Његово величанство



Аутор: **Добрица Савановић**, дипл. инж. ел.,
Руководилац Службе за телекомуникације, ОП Бања Лука

Био једном један мрав,
Какав мрав, страشان мрав,
Послу предан, марљив сав...

„Јааао, што је онај мој мрав, мравић, шашав“
– ову реченицу вјероватно нисте никад чули.

„Како имам паметног пујту или мој питбул је најјачи од свих питбулова, а тек моја чивава. Моја ара не затвара уста, неки дан се умало излануо животној сапутници.“ (Представља себе као швалера, шта би друго.) Змијољупци би рекли: „Што је мој поскок лијеп, често га пуштам из акваријума.“ Неко други: „Какав голубарник имам. Само да видите мог канаринца.“ – ове сигурно јесте. О мраву нико ни слова. У ствари, оно што се чује о мравима звучи, на примјер, овако: „Не знам

шта да радим са оноликим мравима, црним, жутим, крв ми попише, нема гдје их нема, у остави, у кухињи, чак се и у димњак завукли, ни нафталин ни лаванда, ништа не помаже.“ Па онда разне теорије како их елиминисати. Једна је посебно занимљива. Најефикаснији начин за затирање мравље популације, на примјер, са трпезаријског стола, јесте сљедећи. Купиш једно четири месна нареска. Поједеш унутрашњост конзерви за доручак, свако јутро по једну. Амбалажу, наравно, сачуваш. Празну амбалажу потом напуниш водом или неком другом ефикасном течносту. Ноге трпезаријског

стола потопиш у конзерве и чекаш. Кад мрави, са намјером да ти почисте заостатке оброка са поприлично неуредног и уфлеканог столњака, крену у акцију и дођу до оне водурине која из мравље перспективе изгледа као мало мањи океан, нападају и подаве се, а ти онда покупиш лончад са беживотним мравима и одложиш у оближњу канту за смеће. Генијално, нема шта.

Занимљива ствар би била када би неко имао мраве као кућне љубимце. И када би, рецимо, поносни власник мравињака знао име сваком од двадесет милиона мрава које посједује. Знао њихове породичне проблеме. Тјешио их. Поносио се њима. То би било нешто. Још занимљивије би било када би се најпознатији мрав најпознатијег власника изгубио негдје у њедрима прсате комшинице са другог спрата. Па да га заједно траже једно два-три дана, а комшиници мило.

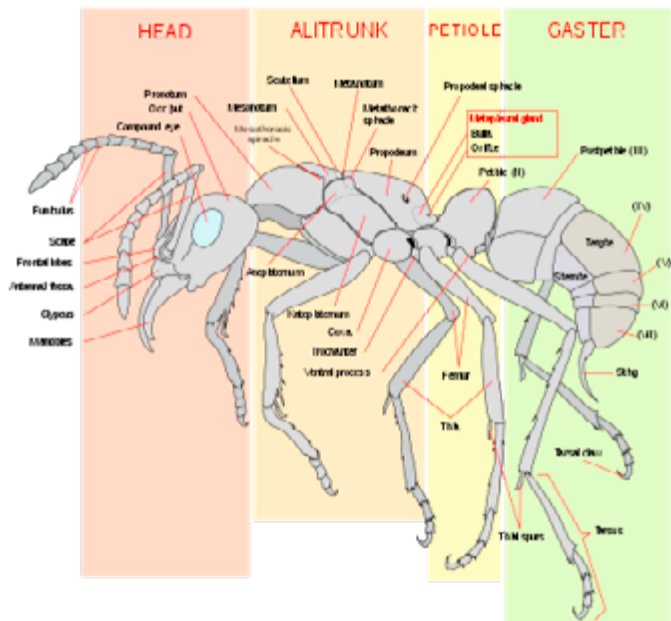
Додуше, и моје занимање за мраве десило се поприлично касно. Тинејџерско доба давно прошло. Љетње доба, припекло. Прицврљило! Окренут потрбушке на некој бетонској плажи, док сам у сан скоро пао, једним оком спазим добро познато створење. „Куд је овај пошао?“ – приупитам хабаба који је у истом положају лежао на истој плажи. „Који?“ – „Како који? Па овај. Гледај га што се шепури по овом звизгану.“ – „А, тај! А ђе су остали?“ – рече мој сапатник. „Који остали?“ – „Па остали. Мрави. Мрави ваљда, увијек иду чопоративно, један за другим ко војска. У походе. Него, знаш ли да мрави могу да носе дваес’ пута већу тежину од властите.“ – „Ајде!“ – изговорим поносно као Били Питон. „То не може ни Шварценегер, а ни онај, како се зове, Чак Норис.“ – „Који Шварценегер, који Чак Норис, па сваки мрав је јачи од најјачег чојека на планети сто пута, како не знаш, додуше, у својој категорији?“ – „Па кад си толико паметан, колико је тежак овај мрав, а?“ – „Може бити једно пола грама, грам. Може бити. А, има једно милиметар и по. Нешто ми је шпатам. Мени су некако дражи они жути. Добри су жути. Добри, добри. Они су мало већи од овог препланулог.“ У том тренутку окренем главу на другу страну и спазим ове двије што су са нама на плажи. Исколачиле очи. О чему ова двојица?

Сцена друга – Љетовање се завршило, сокоћало испред – онлајн. Сјетим се оног мрава. Не будем лијен. Дај да видим шта интернет каже о највећим фрајерима међу живим бићима.

Мрави (*породица Formicidae*) *припадају реду* Hymenoptera (опнокрилци). Постоји више од 20000 различитих врста. Најпознатије су: шумски мрав (*Formica rufa*), велики мравњањ (*Camponotus herculeanus*), дрвоточни мрав (*Lasius fuliginosus*), ливадни мрав (*Lasius flavus*), црвени амазонац (*Polyergus rufescens*). Најмањи мрав величине је 1 mm, најчешће од 2 до 7 mm у дужину, док је највећи величине 50 mm. Живе на земљи више од 100 милиона година. Најстарији мрав на свијету нађен је, очуван, у ћилибару и назван је *Sphecomyrma frey*. Најстарији људски примјерак или *Homo sapiens* је, на примјер, стар између 30000 и 50000 година. Мрави насељавају читаву планету изузев неколико већих острва као што су Гренланд, Исланд, Хавајска острва и дијелови Полинезије, на којима нема природних врста мрава. Неко је израчунао да је маса свих мрава на Земљи већа од масе свих људи на планети.

Књиге кажу да су мрави најдруштвенија бића и да живе у великим групама, заједницама или колонијама. Поједине колоније могу да броје и до 20 милиона мрава. Мравља друштва се одликују подјелом рада, међусобном комуникацијом и рјешавањем сложених проблема. Организовани до детаља. У свакој колонији постоје три различита типа мрава: краљица, стерилни женски радници и мужјаци. Према величини чељусти и главе, односно према пословима које обављају, разликују се радници и војници. Свака колонија мрава има једну или више краљица које легу јаја о којим се брину мрави – стерилни радници. Њихова дужност подразумијева и заштиту мравињака од разних непријатеља, као и прикупљање хране.

Живе у трулим стаблима, земљи или изграђују хумке од наносених твари. У мравињацима мрави одржавају изузетан ниво чистоће и имају веома изражен осјећај за хигијену. Новија открића научника доказују да у мравињацима постоје мјеста које мрави користе као клозете. Убрзо након што попију воду, у угловима мравињака нека мјеста би постајала црвена и плава, што имплицира да мрави имају посебне одаје за вршење нужде. Пошто мрави живе у густо насељеним заједницама, хигијена је веома важна, па мрави чисте своје мравињаке и смеће одмах избацују напоље. Неке врсте мрава стерилишу мравињаке киселином како би их одржали чистим.



Дијаграм мрва радника

Тијело мрва се састоји из три дијела – главе, трупа и метасоме. Површину мрва с вањске стране чини вањски скелет (егзоскелет). На самој глави се налази неколико дијелова. Очи су сличне очима муве и састоје се од много малих очију, међусобно повезаних, што им омогућава добар вид и детекцију покрета. На глави се налазе и два пипка (антене), која користе не само као чуло додира већ и као чула мириса, као и при комуникацији. Мрави такође

ослобађају феромоне (хемијске супстанце различитих мириса) па се претпоставља да свака колонија има свој властити мирис који се разликује од осталих те се на тај начин лако препознају и комуницирају. Као и остали инсекти, мрави имају по шест ногу, од којих свака има по три чланка. Ноге су им веома јаке и могу веома брзо да се крећу и трче. У поређењу са мравима, када би човек посједовао исте карактеристике, трчао би брзином једног липицанера. Труп почиње на мјесту гдје је прихваћена шеста ножица. На крају сваке ноге налази се оштра канџа која им помаже при пењању. Метасому представља отровна врећица. Пошто су мрави у блиским односима са осама, многе врсте мрва имају жаоку којим могу задати веома болан убод, што представља добар начин за одбрану.

Мрави имају највећи мозак међу инсектима. Просјечно живе од 45 до 60 дана, а животни вијек им се састоји из четири фазе: јајашца, ларве, кукуљице и одраслог мрва. Посједују снажне чељусти којим сијеку попут маказа, али одрасли мрави не могу да гутају круту храну, због чега се најчешће хране соковима из биљака. Пошто немају плућа, кисеоник апсорбују кроз мале отворе који се налазе по читавом тијелу, кроз које ослобађају и угљен-диоксид. Мрав има два желуца, у једном се налази храна за њега самог, док се у другом налази храна за друге мраве.



Мрав као заводник



Мрави представљају храну за птице, а посебно за великог дјетлића, зелену и црну жуну, затим гуштере, водоземце, кукце, а за мравоједце који живе у Средњој и Јужној Америци мрави су, поред термита, главна храна.

Најопаснији мрав од свих мрава живи у прашумама Костарике. Дејство овог мрава на својој кожи најбоље је осјетио један пустолов из Америке. Којот Петерсон, тако се зове, на свом „Јутјуб“ каналу објавио је снимак на којем га уједа мрав метак, чији је убод најболнији на свијету. Ставио је једног мрава на руку. Кад је мрав обавио свој посао, бол је наступила моментално. Којот се срушио на земљу од болова. Мишићи од руке до врата су му се укочили, а бол је долазио у таласима.

Осјећам вруће таласе бола, као да ме неко убада врућим жарачем. Осјећам отров у себи – плачним гласом тврдио је Петерсон. Лош је изјавио да никад није осјетио већи бол који траје 24 сата од тренутка убода.

Атомско склониште је, ипак, дало прави омаж свим мравима.

Умро је највећи мрав
Највећи мрав у мом врту
Умро је од срчане капи
Сви мрави тугују,
Исплакше сада
Суза већ двије, три капи

Умро је видјевши људе
Како безбрижно лажу
Умро је видјевши људе
Како безбрижно краду

Умро је кад су са врата
Отјерали старог просјака
И кад је чуо пред школом
Псовке гомиле ђака

Највећи мрав у мом врту
Умро је од срчане капи
Сви мрави тугују,
Исплакше сада
Суза већ двије, три капи

Умро је видјевши људе
Како безбрижно лажу
Умро је видјевши људе
Како безбрижно краду

Сви мрави тугују
И мени је жао
Јер због свега
Што је видио
Мрав ће доспјети у пакао

Атомско склониште

IN MEMORIAM



ADIL PRASKO

Dispečer u Službi za nadzor i upravljanje
Sektor za upravljanje, OP Sarajevo
04.09.1957–03.05.2018.

Trećeg maja ove godine, u 61. godini života, preminuo je naš radni kolega Adil Prasko, zaposlenik Kompanije “Elektroprenos BiH” a.d. Banja Luka, Operativno područje Sarajevo. U “Elektroprenosu” je radio od 02.08.1976. godine, gdje je proveo cijeli radni vijek. Radeći odgovoran posao dispečera, koji zbog svoje specifičnosti zahtijeva dosta odricanja i veliku posvećenost poslu, na najbolji način je iskazivao svoju kolegijalnost, odgovornost i povjerenje koje je uživao u sredini u kojoj je radio. I pored teške bolesti sa kojom se hrabro borio, Adilova prerana smrt je doživljena kao istinski gubitak, kako u ljudskom, tako i profesionalnom pogledu.

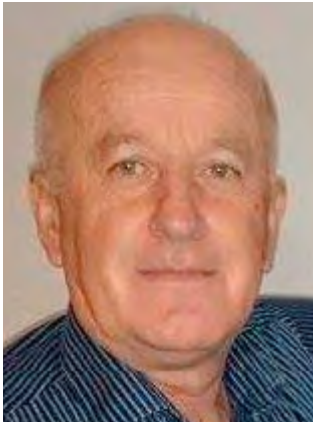


ADNAN ŠURKOVIĆ

Stručni saradnik u Službi za održavanje RP
TJ Sarajevo, OP Sarajevo
20.05.1964–12.02.2018.

Dvanaestog februara ove godine, u 54. godini, preminuo je naš radni kolega Adnan Šurković, zaposlenik Kompanije “Elektroprenos BiH”, OP Sarajevo, TJ Sarajevo, Služba za održavanje RP. U Elektroprenosu je radio od 23.01.1985. godine, gdje je proveo svoj cijeli radni vijek. Bio je izuzetno cijenjen i omiljen među svojim kolegama.

IN MEMORIAM



SAKIB PAŠALIĆ

Dežurni električar u TS 110 kV (DK) – TS 110/x kV
Bosanska Krupa
Služba za eksploataciju OP Banja Luka – TJ Bihać
03.02.1959–24.01.2018.

Dvadeset četvrtog januara ove godine, u 59. godini, preminuo je naš radni kolega Sakib Pašalić, zaposlenik Kompanije “Elektroprenos BiH”, OP Banja Luka – TJ Bihać, Služba za eksploataciju.

U “Elektroprenosu” je radio od 13.11.1996. godine, gdje je proveo 22 godine radnog staža.

Bio je izuzetno cijenjen i omiljen među svojim kolegama.



ŠEFIKA KADRIĆ

Administrativni radnik u Službi za komercijalne poslove
Sektor za ekonomske, pravne, kadrovske i opće poslove,
OP Sarajevo
12.12.1959–18.01.2018.

Osamnaestog januara ove godine u 59. godini, preminula je naša radna kolegica Šefika Kadrić, zaposlenica Kompanije “Elektroprenos BiH”, OP Sarajevo, Sektor za ekonomske, pravne, kadrovske i opće poslove.

U “Elektroprenosu” je radila od 06.05.1996. godine, gdje provela svoj cijeli radni vijek.

Bila je izuzetno cijenjena i omiljena među svojim kolegama.

www.elprenos.ba

