



ЕЛЕКТРОПРИЈЕНОС БИХ ЕЛЕКТРОПРЕНОС БИХ

Godina V/Broj 10 /decembar/децембар/prosinac 2019.

ИНТЕРВЈУ

Срђан Мазалица, в. д. директора ОП Бања Лука
**ПОЗИТИВАН ПРИСТУП РАДУ
И РЈЕШАВАЊУ ПРОБЛЕМА**

INVESTICIJE

NOVA POSLOVNA ZGRADA SJEDIŠTA TJ ZENICA
NAŠIH RUKU DJELO: INŽENJERING I REKONSTRUKCIJA
TS 110/20 kV PRNJAVOR
IZGRADNJOM NOVOG DALEKOVODA OPŠTINA GACKO
DOBILA DVOSTRANO NAPAЈANJE
ZAVRŠENA REKONSTRUKCIJA TS 110/35 kV ZVORNIK

POGONSKI DOGAĐAJ

SANACIJA STUBA NA DV 220 kV TE TUZLA – TS GRADAČAC

PREDSTAVLJAMO

SLUŽBA ZA DALEKOVODE, TJ BIHAC, OP BANJA LUKA
SLUŽBA ZA OBRACUNSKO MJERENJE, OP MOSTAR
SLUŽBA ZA SPECIJALNA MJERENJA, OP TUZLA
SLUŽBA ZA ODRŽAVANJE RP, TJ SARAJEVO, OP SARAJEVO

DOGAĐAJI

REGIONALNA OIGRE SAVJETOVANJA

STRUČNI RADovi

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, Josip Grabovac

Štampa

Atlantik bb Banjaluka

DTP i dizajn

Atlantik bb

Za štampariju

Branislav Galić

Tiraž:

1260 primjeraka

Adresa

Marije Bursać 7a, Banja Luka

Riječ uredništva



Poštovani čitaoci, drage kolege i saradnici, pred vama je jubilarni deseti broj internog časopisa kompanije za prenos/prijenos električne energije u Bosni i Hercegovini, a iza nas pola decenije odgovornog i posvećenog rada na promovisanju aktivnosti naše kompanije.

Uredivački kolegijum i ovoga puta odabrao je aktuelne teme, kvalitetne stručne radove i korisne informacije za elektroenergetski sektor BiH, ali i širu javnost.

U ovom broju čitajte o investicijama koje su realizovane u našoj kompaniji, kao i pogonskim događajima. Razgovarali smo sa novoimenovanim vršiocem dužnosti direktora OP Banja Luka, gospodinom Srđanom Mazalicom. Sa ponosom predstavljamo naše službe, u kojima rade izuzetno stručni, odgovorni i vrijedni ljudi koji u okviru svojih nadležnosti doprinose stabilnom prenosnom/prijenosnom sistemu/sustavu i ispunjavanju osnovnih ciljeva naše kompanije.

„Bosna i Hercegovina mora pratiti evropske i svjetske trendove, a to su obnovljivi izvori energije!“ – riječi su koje su se mogle čuti na trodnevnom skupu u Neumu. Četrnaesto savjetovanje BH/K CIGRE okupilo je pet stotina elektroinženjera i drugih stručnjaka, a među njima i predstavnike kompanije Elektroprenos – Elektroprijenos BiH a.d. Banja Luka. Zaposlenici naše kompanije posjetili su i 34. savjetovanje CIGRE Srbija i 14. savjetovanje HRO CIGRE.

I u ovom broju sa ponosom predstavljamo naše drage kolege koji su otišli u zasluženu penziju/mirovinu i pred kojima su neke nove životne obaveze.

A pred svima nama je 2020. godina. Pravo vrijeme da se istraže novi horizonti i ostvare neki stari ciljevi i snovi, da otkrijete snagu u sebi i pripremite se za nove izazove. Neka nova godina počne osmijehom, srećno traje, a završi ispunjenim snovima! Srećna i uspješna nova 2020. godina!



ИНТЕРВЈУ

Срђан Мазалица
ПОЗИТИВАН ПРИСТУП
РАДУ И РЈЕШАВАЊУ
ПРОБЛЕМА 6

ИНВЕСТИЦИЈЕ

ИЗГРАДЊА ПОСЛОВНОГ
ОБЈЕКТА ТЈ ЗЕНИЦА 9

НАШИХ РУКУ ДЈЕЛО:
ИНЖЕНЈЕРИ И
РЕКОНСТРУКЦИЈА
ТС 110/20 kV PRNJAVOR 16

ИЗГРАДЊА
DV 110 kV GACKO-NEVESINJE 21

РЕКОНСТРУКЦИЈА
И ПРОШИРЕНЈЕ ТС 110/35 kV
ZVORNIK – завршена инвестиција 24

РЕКОНСТРУКЦИЈА
И ПРОШИРЕНЈЕ ТС BIJELJINA 1
– инвестиција у току 27

РЕКОНСТРУКЦИЈА
TS TESLIĆ 30

ИЗМЈЕШТАЊЕ DALEKOVODA
220 kV U KRUGU TE TUZLA 32

ПОГОНСКИ ДОГАЂАЈИ

SANACIJA STUBA BR. 89
NA DV 220 kV TE TUZLA
– TS GRADAČAC 33

PREDSTAVLJAMO

SLUŽBA ZA ODRŽAVANJE
RAZVODNIH POSTROJENJA,
TJ SARAJEVO, OP SARAJEVO 36

SLUŽBA ZA ODRŽAVANJE
DALEKOVODA, TJ BIHAĆ,
OP BANJA LUKA 41

SLUŽBA ZA OBRAČUNSKO
MJERENJE OP MOSTAR 46

SLUŽBA ZA SPECIJALNA
MJERENJA – OPERATIVNO
PODRUČJE TUZLA 49



STRUČNI RADOVI

PROCJENA ŽIVOTNE DOBI
METAL-OKSIDNIH ODVODNIKA
PRENAPONA
U ELEKTROPRENOŠU
BIH, OP TUZLA 52



FUNKCIJE NADZORA
NUMERIČKE
ZAŠTITE SABIRNICA 59

PRIMJENA PROPISA O
NEJONIZIRAJUĆEM ZRAČENJU
U BIH NA PRENSNIM
DALEKOVODIMA, UTJECAJ
NA ODRŽAVANJE,
PROJEKTOVANJE
I IZGRADNJU 65

POGONSKI DOGAĐAJI I
OTKLANJANJE NEDOSTATAKA
NA DALEKOVODIMA U
ELEKTROPRENOSU BIH
– OP SARAJEVO 75

POBOLJŠANJA NAKON UGRADNJE
MULTIFUNKCIJSKIH BROJILA
I REKONSTRUKCIJE SUSTAVA
ZA PRIKUPLJANJE I OBRADU
PODATAKA ZA OBRČUNSKO
MJERENJE U OP MOSTAR 82

DOGAĐAJI

14. SAVJETOVANJE BH K
CIGRÉ – NEUM 92

34. SAVJETOVANJE CIGRÉ
SRBIJA VRNJAČKA BANJA 94

14. SAVJETOVANJE
HRO CIGRÉ ŠIBENIK 95

РСИ СУТОМОРЕ
2019. 96

АКЦИЈА ДДК
У ТРЕБИЊУ 96

SPISAK PENZIONERA 97

ЗАНИМЉИВО

МАЛА МИСТЕРИЈА СТВАРАЊА
РОБЕРТ ЏЕНТРИ 98

IN MEMORIAM 102





Срђан Мазалица, дипл. инж. ел., в. д. директора ОП Бања Лука

ПОЗИТИВАН ПРИСТУП РАДУ И РЈЕШАВАЊУ ПРОБЛЕМА

У ОП Бања Лука влада добра атмосфера, запосленици су стручни, одговорни и воле свој посао. Надам се да ће се у наредном периоду и одблокирати рад Компаније, како бисмо могли планирати и реализовати даље кадровско и техничко јачање предузећа.

Срђан Мазалица рођен је у Бањој Луци 1978. године. Електротехнички факултет завршио је у свом родном граду 2005. године. Исте године запошљава се у Електропреносу а.д. Бања Лука, на мјесту оперативног диспечера, у Служби за управљање ЕЕС-ом, а након годину дана у Служби за МРТ и ПН, Оперативно подручје Бања Лука, гдје ради све до 2014. године, када прелази у сједиште Компаније, на мјесто руководиоца Службе за техничке послове, стандарде и препоруке. Недавно је именован за в. д. директора ОП Бања Лука. Члан је Техничког комитета за стандардизацију из области управљачких и склопних постројења.

Дуги низ година радите у преносној дјелатности. На мјесто директора Оперативног подручја Бања Лука долазите са позиције руководиоца Службе за техничке послове, стандарде и препоруке. Колико Вам досадашње радно искуство помаже при обављању нове дужности?

У Електропреносу радим од 2005. године, и прије именовања на позицију в. д. директора ОП радио сам три различита посла, од управљања ЕЕС-ом, службе одржавања (МРТ и ПН), до руководиоца службе у сједишту Компаније. Мислим да послове и функционисање оперативног подручја могу да сагледам из више угла, јер сам кроз управљање ЕЕС-ом упознао мрежу и свакодневну проблематику експлоатације ЕЕС-а, кроз рад у служби за МРТ и ПН упознао сам функције одржавања електропреносних објеката, како кроз рад са заштитама, тако и са расклопним постројењима и трансформаторима. Посао у сједишту Компаније ми је помогао да сагледам функционисање Компаније из угла Управе, да се упознам са процедурама јавних набавки, те да кроз рад у комисијама за ЈН упознам многе друге стручне области, те праксу и у другим оперативним подручјима.

Како координишете свакодневним активностима унутар оперативног подручја Бања Лука, с обзиром на то да оно у свом саставу има двије теренске јединице, ТЈ Бања Лука и ТЈ Бихаћ? Да ли сте увели неке новине у досадашњу праксу?

Оперативно подручје Бања Лука подијељено је на двије теренске јединице, од којих једна,

Бања Лука, има сједиште у сједишту Оперативног подручја, тако да се са руководиоцем те теренске јединице срећем свакодневно, док је друга ТЈ у Бихаћу дислоцирана и контакте углавном остварујемо телефоном и електронском поштом. Међутим, мислим да руководиоци обје ТЈ раде добар посао, и да им не треба свакодневни мониторинг у раду. Све проблеме рјешавамо једноставно и „у ходу“.

Да ли постоји нешто што можете навести као потешкоћу у реализацији радних задатака, а што би се могло ријешити на адекватан начин?

За сада, највећа потешкоћа је, свакако, застој у раду Компаније, који се огледа у немогућности запошљавања нових кадрова и реализације великих инвестиција. Већ од идуће године, због одлазака у пензију, имаћемо проблема са недостатком кадрова, како у трафостаницама, тако и у службама одржавања, што се може одразити на функционисање система и одржавање основне функције преноса електричне енергије, а то је континуитет у снабдијевању. Уложићемо максималне напоре да крајњи потрошачи не осјете дефицит кадрова и инвестиција, али било би добро да у наредном периоду дође до новог запошљавања и изградње/реконструкције нових/старих објеката.

Неопходност у стабилном функционисању електроенергетског система јесте сарадња са свим организационим цјелинама, како у оквиру једног оперативног подручја, тако и шире. С обзиром на дислоцираност Управе и оперативних подручја, како оцјењујете међусобну сарадњу?

Још док сам радио у сједишту Компаније, увјерио сам се да је сарадња међу оперативним подручјима доста добра, бар што се тиче процеса у које сам био укључен. Након првог састанка који смо ми, директори ОП-ова, имали са извршним директором Цвјетком Жепинићем, осјетио сам позитиван приступ раду и рјешавању проблема, уз добру атмосферу. Могао бих похвалити и софтверску платформу DMS (Document Management System), која увелико олакшава проток докумената, задатака и информација на свим нивоима, и вертикално, али и хоризонтално, што значајно поједностављује пословање и комуникацију.



Каква је Ваша сарадња са запосленицима унутар оперативног подручја и са синдикатом?

Још док сам радио у ОП Бања Лука, имао сам добру сарадњу и односе са другим колегама. Данас сам руководио, али се увијек трудим да руковођење схватам више као координацију и сарадњу, а мање као субординацију и командовање. У овом оперативном подручју влада добра атмосфера, запосленици су стручни, одговорни и воле свој посао. Од почетка радног ангажмана у Електропреносу сам члан синдиката, и настојаћу да са синдикалним организацијама развијем коректну сарадњу, јер сам увијек сматрао да послодавци и синдикати треба да буду партнери, а не супротстављене стране. Мислим да могу разумјети проблематику радних односа у оперативном подручју, јер сам и сам био запосленик, који је активно учествовао у раду синдиката. Нема разлога да се то промијени, као што се нећу ни ишчланити из синдиката.

С обзиром на то да је пред нама 2020. година, шта бисте пожељели запосленицима Електропреноса БиХ, Вашим радним колегама?

Запосленицима, које уважавам и доживљавам превасходно као радне колеге, желим, прије свега, здравље, личну и породичну срећу. Када нас прати здравље и срећа, лакше се посветимо и извршавању радних задатака. Свакако, оним радницима који су изложени опасности од високог напона желим да прођу без ризичних ситуација, да раде са пажњом и одговорно, али увијек треба имати и мало среће. Надам се да ће се у наредном периоду и одблокирати рад Компаније, како бисмо могли планирати и реализовати даље кадровско и техничко јачање предузећа, уз одржавање достигнутог нивоа плата.

IZGRADNJA POSLOVNOG OBJEKTA TJ ZENICA

Autor: **Nadzorni tim za realizaciju**

Radi trajnog rješavanja sjedišta TJ Zenica, Kompanija Elektroprenos BiH a.d. Banja Luka donijela je odluku o izgradnji poslovne zgrade TJ Zenica u Zenici. Godine 2016. izvršena je kupovina zemljišta za izgradnju predmetnog objekta od Grada Zenica u neposrednoj blizini TS 110/x Zenica 4



Slika 1. Poslovni objekat TJ Zenica

Radi trajnog rješavanja sjedišta TJ Zenica, Kompanija Elektroprenos BiH a.d. Banja Luka donijela je odluku o izgradnji poslovne zgrade TJ Zenica u Zenici. Godine 2016. izvršena je kupovina zemljišta za izgradnju predmetnog objekta od Grada Zenica u neposrednoj blizini TS 110/x Zenica 4.

Nakon rješavanja imovinskopravnih odnosa za predmetnu lokaciju, Služba za OTP i projektovanje OP Sarajevo izradila je Idejni projekat potreban za pribavljanje Rješenja o urbanističkoj saglasnosti. Idejnim projektom predviđen je

objekat dimenzija 33,55 m x 12,59 m, spratnosti P+2, korisne površine 774,54 m².

Po pribavljanju Rješenja, formirana je komisija za izradu TD za nabavku izgradnje poslovne zgrade TJ Zenica sa odobrenim sredstvima u iznosu od 1.650.000,00 KM. Komisija za JN izradila je TD i ista je objavljena na portalu javnih nabavki, a obuhvatala je izradu Glavnog projekta i ostale dokumentacije, pribavljanje svih saglasnosti i dozvola, sa izgradnjom i opremanjem kancelarijskim namještajem i opremom kompletnog objekta, sa vanjskim uređenjem.

Poslije uspješno provedenog postupka, u septembru 2017. godine potpisan je Ugovor broj JN-OP-70-62/16 sa izvođačem Konzorcij „Uniprojekt komerc inženjering“ d.o.o. Zenica, „E+E+Energy“ d.o.o. Sarajevo i „New Sanatron“ d.o.o. Novi Grad, na iznos od 1.446.934,66 KM.

Nakon uvođenja izvođača u izvršenje naprijed navedenog ugovora, došlo je do nepredviđenih

postupaka i radnji koje su proizvele odgodu početka izvođenja građevinsko-zanatskih radova na samom objektu do 13. 8. 2018. godine.

Rok za realizaciju, a i završetak kompletnog objekta po ugovoru je 365 kalendarskih dana. Iz naprijed navedenih razloga, rok realizacije Ugovora opravdano je produžen do 29. 6. 2019. godine.



Slika 2. Pripremni radovi

KONSTRUKCIJA

Odobrenim Glavnim projektom objekat je u konstruktivnom smislu definisan kao skeletni sistem sa AB pločama i stubovima i trakastim temeljima.



Slika 3. Izvođenje radova

SPRATNOST

Poslovna zgrada je spratnosti prizemlje i dvije etaže. Vertikalna komunikacija je omogućena stubištem i liftom za osobe sa invaliditetom kroz sve etaže.

Svijetla visina prizemlja je 280 cm.

Svijetla visina prvog sprata je 280 cm.

Svijetla visina drugog sprata je 360 cm.

Hodnici ulaza i stubišni prostor – 270 cm.

U prizemlju objekta smješteni su ulazni dio sa vjetrobranskim prostorom, hodnikom, recepcijom, sanitarnim čvorovima, od kojih je jedan za osobe sa invaliditetom, ekonomski dio sa magacinom i radionicom, TK prostorija, kancelarijski prostori za uposlenike radnih ekipa i prostor za higijeničarke.

Na prvom spratu objekta smješteni su hodnik, sanitarni čvorovi, prostor za pušače, prostor za arhiv, kafe-kuhinja, kancelarijski prostori za uposlenike službi, sala za sastanke i kancelarija za rukovodioca TJ Zenica.

Na drugom spratu je ulazni podest, prostor za kotlovnicu i prostor za klima-komoru. Sa podesta je predviđen izlaz na ravni krov objekta.

KROVNA KONSTRUKCIJA

Nosiva krovna konstrukcija izvedena je kao armiranobetonska ploča debljine 15 cm. Krov je izveden kao ravni, neprohodni krov, prekriven hidroizolacijom polyglass-polyprimer 2x plana P d = 4 mm, toplotno izoliran sa XPS 300-L debljine 15 cm, geotekstilno platno 300 g/m², šljunak d = 5,0 cm.

FASADA

Fasada objekta je sistem obješene fasade sa termoizolacionim i reflektirajućim dvostrukim staklom sa nosivom konstrukcijom od termo Al profila. U sistemu fasade su prozori sa otvaranjem oko horizontalne i vertikalne ose u svakom prostoru. Svi armiranobetonski dijelovi, kao i zidani parapet, obloženi su termoizolacijom odgovarajuće debljine koja je predviđena za ovakvu vrstu fasade. Fasada drugog sprata je klasična termoizolaciona fasada sa završnim slojem od silikatno-silikonske žbuke sa granulacijom zrna od 2 mm.



Slika 4. Montaža fasade

PREGRADNI ZIDOVİ

Pregradni zidovi prvog i drugog sprata su sistem suhe gradnje sa zvučnom i termoizolacijom, obloženi obostrano dvostrukim rigips pločama, staklenim mraz stijenkama i zidovima zidanim termo-blokovima malterisani malterom na bazi gipsa. Zidovi sanitarnih čvorova i dijela kafe-kuhinje obloženi su keramičkim pločicama. Pregrade i vrata kabina u sanitarnim čvorovima su od trespe sa detaljima za pričvršćavanje za zid od inoks profila.

STROPOVI

Stropovi objekta su kombinacija spuštenog armstrog stropa i stropa od gips-kartonskih ploča radi smještanja elektroinstalacija (jaka i slaba struja), instalacija grijanja i hlađenja, instalacija PP zaštite itd.

PODOVI

Podovi objekta su u ulaznom dijelu, kao i stepenište, obloženi granitnim kamenim pločama, a u kance-

larijskim prostorima i hodnicima je tekstilna podna obloga. U hodniku, ekonomskom dijelu objekta, sanitarnim čvorovima, radionici, magacinu, prostoriji za pušače, prostoru za higijeničarke i kafe-kuhinji podovi su izvedeni od keramičkih pločica.

Pod u TK prostoriji je dupli antistatik pod.

UNUTRAŠNJA STOLARIJA I BRAVARIJA

Unutrašnja vrata objekta su, u zavisnosti od namjene prostorije, od stakla, MDF-a i PP vrata.

ULAZNA VRATA

Ulazna vrata vjetrobrana su mimokretna, sa senzorom za otvaranje na pokret. Vrata ekonomskog ulaza su od Al profila, zastakljena dvostrukim termoizolacionim staklom sa elektromagnetnim otvaranjem pomoću elektronske kartice. Izlazna vrata na ravni krov su od Al profila, zastakljena dvostrukim termoizolacionim staklom.

ZAŠTITA OD SUNCA

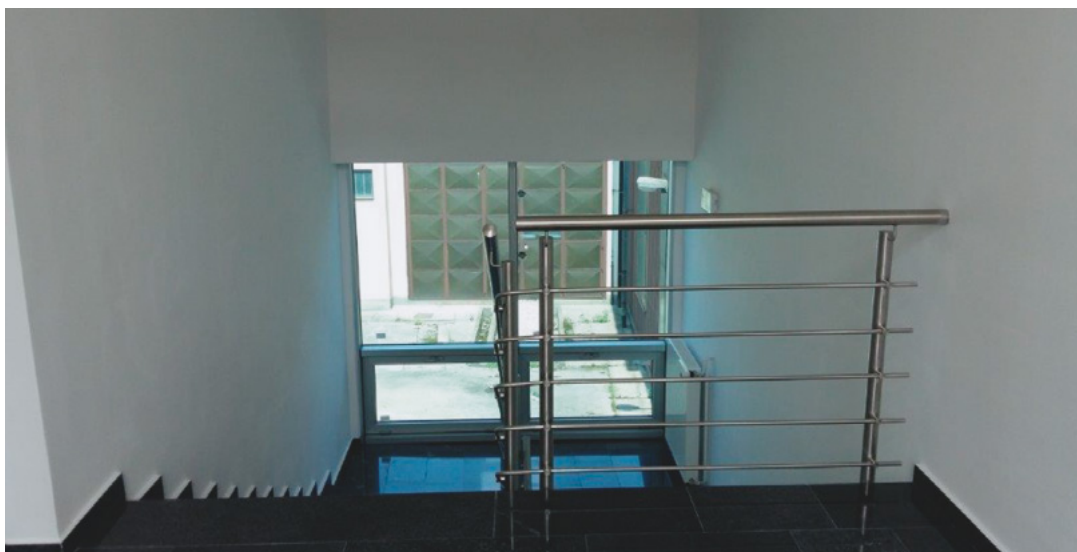
Zaštita od sunca sa unutrašnje strane je izvedena od ROLO platna u boji.

ZAŠTITA OD POŽARA

U skladu sa mjerama zaštite od požara, izvedena je stabilna instalacija za gašenje požara, kao i CO₂ aparati predviđeni projektnom dokumentacijom.

ZAJEDNIČKI PROSTORI

Komunikacija između etaža omogućena je unutrašnjim dvokrakim stepeništem. U prostoru stepeništa izveden je lift za osobe sa invaliditetom. Ograda i rukohvati u stubištu izvedeni su od inoks cijevi. Stepenište, podesti, pretprostor lifta i ulaz u zgradu obloženi su kamenim pločama. Hodnici ispred kancelarijskih prostora obloženi su tekstilnom podnom oblogom.



Slika 5. Unutrašnje stepenište

INSTALACIJE VODOVODA I KANALIZACIJE

Objekat je priključen na gradsku vodovodnu i kanalizacionu mrežu. Unutrašnje instalacije vodovoda i kanalizacije izvedeni su PVC cijevima. Sanitarni čvorovi opremljeni su sanitarnim uređajima i baterijama sa elektromagnetnim otvaranjem.

Osim instalacija vodovoda, izvedena je i unutrašnja sanitarna hidrantska mreža pocinkovanim željeznim cijevima odgovarajućeg profila za ovakvu vrstu instalacija.

Mjerenje potrošnje sanitarne i hidrantske vode je odvojeno, sa posebnim brojilima, smještenim u postojeći vodomjerni šaht izvan ograde objekta.

Priprema tople vode je centralna, sa cirkulacionom pumpom. Zapremina spremnika tople vode je 300 l.

STROPOVI

U objektu je izveden sistem spušenog stropa, kombinacija stropa od gips-kartonskih ploča i spušenog stropa tipa Armstrong.

GRIJANJE I KLIMATIZACIJA

Grijanje i klimatizacija objekta izvedeni su kao sistem sa toplotnim pumpama sa električnom energijom kao osnovnim energentom. U svim prostorijama su postavljeni ugradni stropni fenkijleri koji se regulišu termostatima pojedinačno za svaki prostor. Instalacije grijanja i klimatizacije izvedene su od crnih čeličnih bešavnih cijevi, zaštićeni termoizolacijom namjene za ovakve instalacije. Instalacije sistema za prečišćavanje zraka jesu kanali od pocinčanog lima, obloženi termoizolacijom. Na mjestima prodora ventilacionih kanala iz jednog u drugi požarni sektor u kanalima ventilacije ugrađene su automatske PP klapne za sprečavanje širenja požara.



Slika 6. Toplotne pumpe

ENERGETSKI RAZRED

Projektom je predviđen, a tako je i izgrađen energetski zadovoljavajući objekat sa minimalnim gubitkom toplote i minimalnom potrošnjom energije za grijanje i hlađenje.

VANJSKO UREĐENJE

Lokacija objekta ograđena je panelnom ogradom sa pješačkom i kolskom kapijom na daljinsko otvaranje sa elektromotornim pogonom.

Saobraćajni i parking prostor je asfaltna površina sa horizontalnom saobraćajnom signalizacijom.

Trotoar oko objekta i rampa za osobe sa invaliditetom obloženi su protivkliznim betonskim pločama. Između asfaltnih površina je uređena zelena površina sa hortikulturom.

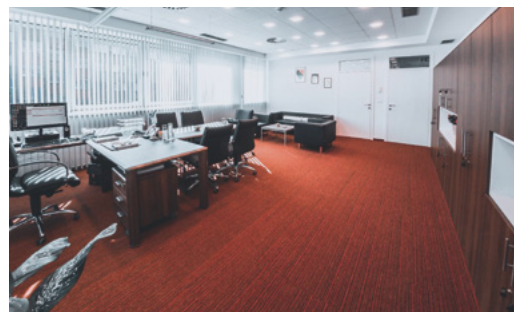
Odvodnja sa cjelokupne asfaltno površine izvedena je sa sabirnim slivnicima koji su povezani preko separatora za prečišćavanje na gradsku kanalizaciju.

OPREMANJE OBJEKTA KANCELARIJSKIM NAMJEŠTAJEM

Objekat je opremljen prvoklasnim kancelarijskim namještajem modernog dizajna.



Slike 7 i 8. Kancelarijski prostor uposlenika TJ Zenica



Slika 9. Kancelarijski prostor rukovodioca TJ Zenica



Slika 10. Sala za sastanke

INSTALACIJE SLABE I JAKE STRUJE

Izgradnju sistema slabe i jake struje vršilo je ekspertsko osoblje firme „New Sanatron“ d.o.o. Novi Grad, inače, član Konzorcija koji je vršio radove na izgradnji poslovnog objekta TJ Zenica, uz konstantno prisustvo članova Nadzornog tima Elektroprijenosa BiH. Širok dijapazon znanja članova Nadzornog tima i osoblja izvođača rezultirao je time da je realizacija izgradnje sistema slabe i jake struje izvođena jednostavno, precizno i gotovo uvijek poštujući Ugovorom zadane rokove.

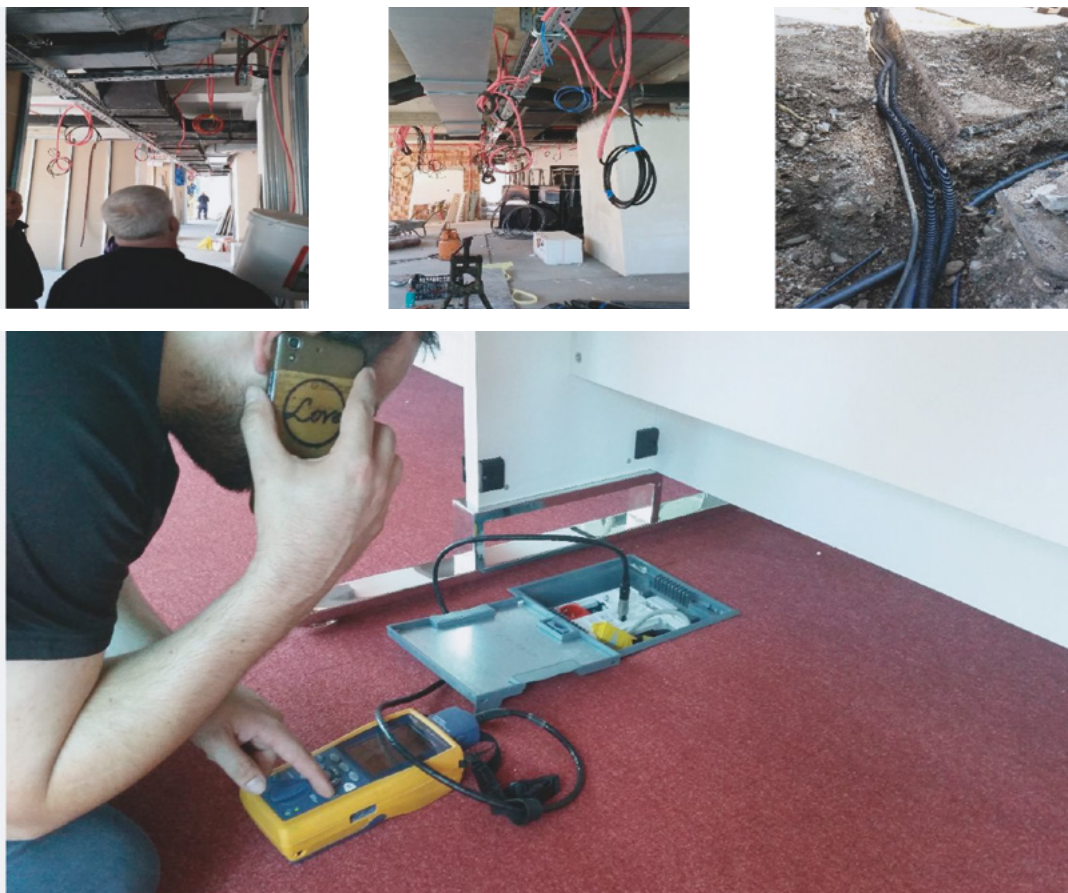
Sistemi slabe struje su zamišljeni na način da poslovni objekat TJ Zenica bude opremljen svim vrhunskim i savremenim tehnologijama, a sve kako bi se svim sadašnjim, a i budućim uposlenicima koji budu koristili ovaj objekat obezbijedila maksimalna fleksibilnost i komfor u obavljanju njihovih svakodnevnih poslovnih zadataka. Također, treba istaći da se prilikom projektovanja veoma velika pažnja posvetila odnosu cijena–kvalitet projektovanog rješenja, na način da se prilikom izgradnje objekta maksimalno iskoristi oprema koju Elektroprijenos BiH već posjeduje, odnosno da se za sisteme za koje je projektantski tim ocijenio da

nisu krucijalni za funkcionisanje samog objekta uradi samo kablovska instalacija, bez nabavljanja skupe opreme (video-nadzor i alarmni sistem).

Sistemi slabe struje koji su izgrađeni za poslovni objekat TJ Zenica obuhvataju:

- kablovski sistem računarske i telefonske mreže sa aktivnom mrežnom opremom,
- sistem video-nadzora,
- sistem kontrole pristupa sa evidencijom radnog vremena,
- alarmni sistem,
- digitalni sat,
- video-interfon,
- sistem vatrodojave,
- međuveza sa TS Zenica 4.

Važno je napomenuti da su prilikom izgradnje sistema slabe struje redovno primjenjivani najviši standardi i preporuke koji važe za ove sisteme, što je, uz korištenje kvalitetne opreme, dovelo do izgradnje sistema slabe struje najviših performansi i zadovoljstva krajnjih korisnika.



Slika 11. Radovi na izgradnji sistema slabe struje

Od instalacija jake struje, planirane su i izvedene sljedeće instalacije u objektu:

- glavni kablovski razvod i razvodni ormari,
- instalacije za napajanje utičnica i tehnoloških potrošača,
- instalacije za osnovnu i panik rasvjetu,
- instalacije vanjske rasvjete,
- instalacije gromobrana i izjednačenja potencijala u objektu.

Ukupna instalirana snaga objekta je 175 kW, a mjerenje potrošnje električne energije vrši se preko poluindirektnog brojila u zasebnom priključno-mjernom ormaru KPMO. Kao rezervno napajanje svih računara i bitnijih potrošača u objektu, instaliran je centralni UPS uređaj sa blokom baterija koji omogućuje neprekidno napajanje u trajanju od 30 minuta. Glavni kablovski razvod izveden je kablovskim regalima montiranim u spušenom stropu i u zidovima. Za napajanje potrošača u objektu korišteni su negorivi kablovi tipa N2XH-Y, čime je značajno smanjeno požarno opterećenje objekta. Na drugom spratu objekta montirani su zasebni razvodni ormari za napajanje mašinske opreme za grijanje, klimatizaciju i ventilaciju objekta.

U fazi izgradnje, posebna pažnja posvećena je povezivanju svih metalnih masa objekta (fasadna konstrukcija, metalna vrata, rukohvati, cijevi grijanja i hlađenja, kablovski regali, ventilacioni kanali...) na uzemljenje.

Ugrađeni instalacioni materijal u objektu (prekidači, utičnice...) jeste modularni program „Mosaic“ francuske firme Legrand, koja je među vodećim svjetskim firmama po kvaliteti opreme.

Za rasvjetu unutar objekta, vanjsku rasvjetu, kao i panik rasvjetu, korištene su LED svjetiljke proizvođača Elmark, koje daju odlično osvjetljenje, uz značajno smanjenu potrošnju energije u odnosu na klasičnu fluo-rasvjetu.

Nakon završetka radova, prema naprijed navedenom ugovoru, izvršen je tehnički prijem objekta i izdata Upotrebna dozvola od strane nadležne službe Grada Zenice.

Ovakav primjer organizacije izvođenja objekata u Elektroprenosu BiH predstavlja primjer dobre organizacije, uz međusobnu koordinaciju rada nadzornog tima, i izvođača radova koji se maksimalno zalagao na kompletnoj izgradnji predmetnog objekta.



Slika 12. Izgled objekta nakon završetka radova

Nadzorni tim za realizaciju projekta:

Mirsad Komarica, dipl. inž. arh., vođa projekta i NO za građevinsko-zanatske radove, unutrašnje uređenje i opremanje objekta kancelarijskim namještajem

Kasim Mahinić, dipl. inž. građ., NO za građevinske radove

Mensur Salihović, dipl. inž. el., NO za elektroinstalacije jake struje

Sead Bećirović, dipl. inž. el., NO za elektroinstalacije slabe struje i IT mreže

Marijan Nedić, dipl. inž. maš., NO za mašinske instalacije

NAŠIH RUKU DJELO: INŽENJERING I REKONSTRUKCIJA TS 110/20 kV PRNJAVOR

Autor: **Slaviša Čekić** dipl. inž. el.,
rukovodilac Službe za održavanje RP, TJ Banja Luka

Opština Prnjavor trenutno se snabdijeva električnom energijom iz TS 110/20 kV Prnjavor, koja sadrži dva transformatora 110/20 kV, sa po 20 MVA instalisane snage. Riječ je o opštini sa relativno naglašenom industrijskom proizvodnjom i potrošnjom po broju stanovnika u odnosu na prosjek u BiH (blizu 20 MVA/ 38.000 ljudi). Imajući u vidu tu činjenicu, kao i stanje instalisane opreme te radni vijek aparata i konfiguraciju samog VN postrojenja, bilo je neophodno provesti rekonstrukciju ovog objekta. S obzirom na to da se u neposrednoj blizini nalazi i infrastruktura auto-puta Banja Luka – Doboј, rekonstruisana TS Prnjavor 110/20 kV obezbjeđuje kontinuitet kvalitetne isporuke električne energije u ovoj regiji u skladu sa dosadašnjom praksom Elektroprenosa.

TS Prnjavor napaja se dvostrano, preko 110 kV dalekovoda Derventa–Prnjavor i preko 110 kV dalekovoda Ukrina–Prnjavor, a do momenta rekonstrukcije to se realizovalo preko dva nekompletna DV polja 110 kV (u DV 110 kV polju Derventa postojao je sabirnički rastavljač i naponski mjerni transformator, a u DV 110 kV polju Ukrina samo sabirnički rastavljač).

Samo VN postrojenje TS 110/20 kV Prnjavor do momenta rekonstrukcije sastojalo se iz sljedećeg:

- jednog sistema sabirnica 110 kV, izvedenih od AlMgSi cijevi (\varnothing 100/88 mm);
- dva nekompletna DV polja 110 kV;
- jednog transformatorskog polja (transformator T20 kruto spojen na transformatorsko polje transformatora T10);



Slika 1. Kruta 110 kV veza trafo polja - prije rekonstrukcije

- dva energetska transformatora: T10 110/21/10,5 kV, 20/20/13,6 MVA, Yy0d5, T20 110/21/10,5 kV, 20/20/14 MVA, YNyn0d5;
- jednog mjernog polja 110 kV.

Nakon rekonstrukcije, VN postrojenje TS 110/20 kV Prnjavor sastoji se iz:

- jednog sistema sabirnica;
- dva kompletna dalekovodna polja 110 kV (DV 110 kV Derventa i DV 110 kV Ukrina);
- dva transformatorska polja 110 kV;
- dva energetska transformatora: T10 110/21/10,5 kV, 20/20/13,6 MVA, Yy0d5, T20 110/21/10,5 kV, 20/20/14 MVA, YNyn0d5;
- mjernog polja 110 kV.



Slika 2. Služba za održavanje DV na montaži krute veze TS Prnjavor sa DV 110 kV Ukrina i DV 110 kV Derventa (1. faza)

Tokom rekonstrukcije, zadržani su:

- svi portali za dalekovodna polja (s tim da je obnovljena antikorozivna zaštita na istim),
- SN rasplet na transformatoru T20,
- postojeći stubovi rasvjete,
- SN postrojenje (uz izmjenu prvobitne šinske primarne veze spojnog polja 20 kV u kablovsku).

Plan rekonstrukcije bio je sljedeći:

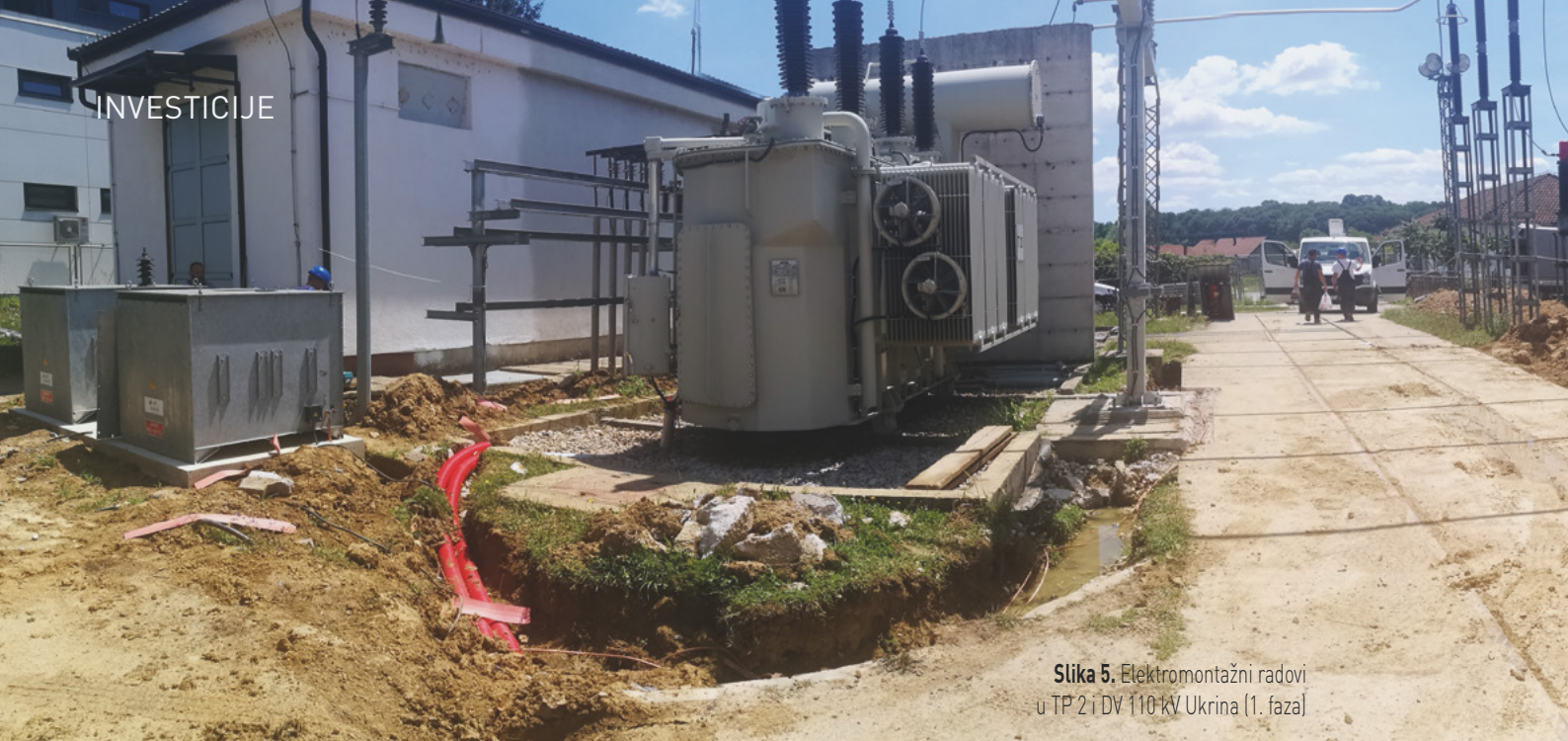
U transformatorskom polju T10 temelji i nosači svih aparata se mijenjaju. Predviđeno je rušenje postojećeg SN raspleta transformatora T10 i izgradnja novog, kao i rušenje postojećih nosača odvodnika prenapona, a na njihovo mjesto postavljanje strujnih mjernih transformatora. Predviđen je novi T-nosač za ugradnju novih odvodnika prenapona ispred transformatora, ali i montaža potpornih izolatora koji će nositi cijevnu vezu preko transportne staze od SMT prema transformatoru.



Slika 3. Služba za održavanje RP na montaži sabirnica 110 kV na nove nosače (1. faza)



Slika 4. Služba za održavanje RP na elektromontažnim radovima na ekvipotencijalizaciji metalnih masa sa novim uzemljivačem TS



Slika 5. Elektromontažni radovi u TP 2 i DV 110 kV Ukrina (1. faza)

U transformatorskom polju T20 predviđena je izgradnja novih temelja i nosača svih aparata. Zadržava se postojeći 20 kV rasplet i predviđeno je zadržavanje temelja T-nosača ispred transformatora.

U DV 110 kV polju Derventa zadržava se samo izlazni portal. Temelji i nosači svih ostalih aparata se mijenjaju ili se izrađuju novi. Potrebno je ukloniti temelje nosača potpornih izolatora, temelje postojećih odvodnika prenapona 110 kV i temelj naponskog transformatora.

Predviđeno je kompletiranje polja DV 110 kV Derventa, uklanjanje postojeće prigušnice i izgradnja novih temelja i nosača svih nedostajućih aparata.

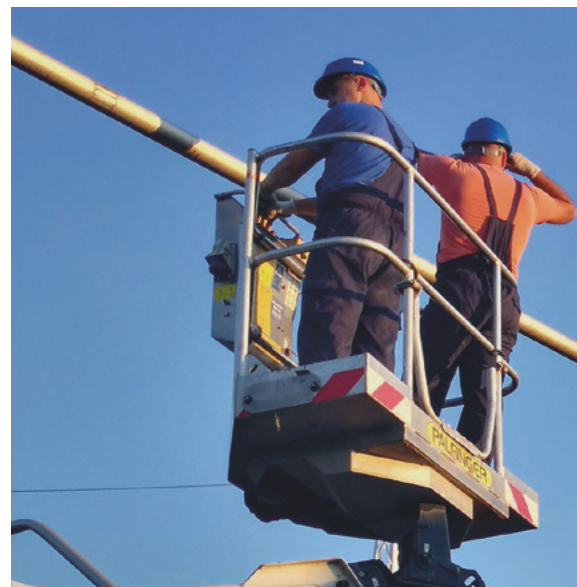
U DV 110 kV polju Ukrina zadržava se samo izlazni portal. Potrebno je ukloniti temelje nosača potpornih izolatora. Predviđeno je kompletiranje polja DV 110 kV Ukrina i izgradnja novih temelja i nosača svih nedostajućih aparata.

Predviđena je izgradnja novih temelja i nosača aparata mjernog polja sa suprotne strane sabirnice u odnosu na postojeću poziciju mjernog polja.

U svim gorenavedenim lokacijama je izvršeno polaganje instalacija sekundarnih krugova u nove kablovske kanale, kao i priključivanje na novopostavljene aparate i ispitivanje istih.



Slika 6. Služba za održavanje RP na montaži centralnog nosača sabirnica 110 kV (kraj 1. faze)



Slika 7. Montaža sabirnica 110 kV na nove nosače (2. faza)



SPECIFIČNOSTI TOKOM REALIZACIJE REKONSTRUKCIJE TS PRNJAVOR

Osnovna odlika ovog projekta elektromontažnih i građevinskih radova na rekonstrukciji TS je ta da je svojim najvećim dijelom realizovan od strane Službi na nivou TJ, a prije svega Službe za održavanje RP – TJ Banja Luka, uz odlično praćenje Službe za održavanje MRT i PN – TJ Banja Luka, kao i pravovremenih asistencija Službe za održavanje dalekovoda TJ Banja Luka. Službe za OTP i projektovanje OP Banja Luka su obavili posao generisanja najvećeg dijela prateće projektne dokumentacije uz aktivnu saradnju prethodno navedenih službi iz TJ Banja Luka. Kako je rok za završetak radova bio limitiran na topliji dio godine, osoblje službi TJ Banja Luka (prvenstveno Službe za održavanje RP, kao i Službe za održavanje MRT i PN) održavali su visok tempo rada na planom predviđenim zadacima. Samim tim su ove

službe u potpunosti ispunile očekivanja koja se tiču efikasnosti i kvaliteta obavljenih radova iako su uslovi rada bili otežani zbog vrste tla i prisustva visokog napona u neposrednoj blizini mjesta rada.

S druge strane, kako je u pitanju totalna rekonstrukcija jednog VN postrojenja trafostanice koja je jedini izvor opskrbe električnom energijom ove opštine, bilo je potrebno pomno isplanirati sve projektom predviđene radove na način da se obezbijedi kontinuitet isporuke sa što manje beznaponskih pauza.

Zbog svega navedenog, rekonstrukcija se obavljala u dvije faze:

- 1. faza** – rekonstrukcija DV 110 kV polja Ukri-na i 110 kV trafo polja transformatora T20,
- 2. faza** – rekonstrukcija DV 110 kV polja Derventa i 110 kV trafo polja transformatora T10.



Slika 8. Elektromontažni radovi na TP 1 i DV 110 kV Derventa [2. faza]



Slika 9. Montaža prekidača 123 kV u TP1 [2. faza]

Zbog preobimnog opisa svih obavljenih radova, isti neću tretirati niti navoditi u ovom tekstu, već ću samo navesti pojedine potencijalno interesantne činjenice.

Kao primjer valja pomenuti da je za potrebe ovih radova bilo neophodno omogućiti pet totalnih zastoja 110 kV i 20 kV sabirnica, koji su planirani po aktuelnoj dinamici radova. Između pomenutih zastoja, snabdijevanje opštine je bilo neprekidno i uredno. Svaki od planiranih zastoja 110 kV postrojenja bio je izveden prema unaprijed pripremljenom, zasebnom i detaljnom programu radova.

Još jedna od specifičnosti bila je i ta da je tokom sveg vremena trajanja rekonstrukcije VN postrojenja napajanje TS bilo realizovano preko tzv. "krute tačke" DV 110 kV Ukrina–Prnjavor i DV 110 kV Prnjavor–Derвента, što je iziskivalo dodatno prepodešenje zaštita na pomenutim dalekovodima u te dvije vezane TS.

Rekonstrukcija VN postrojenja započeta je 21. 3. 2019, dok je puštanje u pogon istog obavljeno 13. 10. 2019.

Dana 29.11.2019. finalizirani su radovi na završnom planiranju i uređenju terena VN postrojenja.



Slika 10. VN postrojenje prije rekonstrukcije



Slika 11. VN postrojenje tokom rekonstrukcije (1. faza)



Slika 12. Završni radovi na uređenju terena

IZGRADNJA DV 110 kV GACKO–NEVESINJE

Autor: **Veselin Milićević**, dipl. inž. el., rukovodilac TJ Trebinje, OP Mostar



ZAŠTO JE POTREBNO IZGRADITI DV 110 kV GACKO–NEVESINJE

Trafostanice TS 110 kV Gacko i TS 110 kV Nevesinje napajaju se radijalno.

Izgradnjom ovog dalekovoda, TS Gacko ima mogućnost dvostranog napajanja, i to: DV 110 kV Bileća–Gacko i DV 110 kV Gacko–Nevesinje.

TS Nevesinje takođe ima mogućnost dvostranog napajanja, i to: DV 110 kV Gacko–Nevesinje i DV 110 kV Mostar 2 – Nevesinje.

TS Bileća izgradnjom ovog dalekovoda ima mogućnost napajanja sa tri 110 kV dalekovoda, i to: DV 110 kV Bileća – Trebinje 1, DV 110 kV Bileća–Nikšić i DV 110 kV Bileća–Gacko.

Ispadom jednog od dalekovoda ne ostaje se bez 110 kV u ovim transformatorskim stanicama.

Često ostajanje bez napona opština Gacko i Nevesinje po nekoliko dana i više.

Izgradnjom ovog dalekovoda, poboljšava se napajanje električnom energijom, povećava pouzdanost napajanja područja Gacka i Nevesinja, te se omogućava priključenje hidroelektrane Ulog na prenosnu mrežu.

PRIPREMNI RADOVI

Nosilac aktivnosti na izradi Glavnog projekta je Elektroprenos a.d. Banja Luka OP Banja Luka.

Prvi izbor trase izvršen je 2004. godine. Izmijenjeni izbor trase izvršen je 2007. godine zbog priključka HE Ulog. Lokacijski uslovi: Uvjerenje br. 15.02-364-519/11 od 13. 7. 2012. godine.

Lokacija predviđena za izgradnju DV 110 kV Gacko–Nevesinje utvrđena je Planom parceli-

INVESTICIJE

zacije i stručnim mišljenjem za izmjenu urbanističkih uslova, kao i Aktom Elektroprenosa BiH br. 07-3-3322/12 od 9. 7. 2012.

Glavni projekat br. 7120/II-2014 je 2014. godine izradio ARS inženjering Banja Luka.

Izvršena je revizija glavnog projekta od strane Instituta za građevinarstvo d.o.o. Banja Luka, Rješenje br. 15.03-361-71-1/15 od 11. 2. 2015. godine.

Finansijska sredstva za izgradnju ovog dalekovoda odobrena su 2014. godine. Pristupilo se izradi tenderske dokumentacije, raspisan je tender. Izabran je najpovoljniji ponuđač, Konzorcijum Elektroenergetika Banja Luka. Članovi Konzorcijuma su: Elnos BL d.o.o., lider konzorcijuma; ARS inženjering d.o.o. Banja Luka; Inving invest

inženjering d.o.o. Prijedor i Kaldera Company d.o.o Beograd, sa kojima je potpisan Ugovor br. JN-OP-37-34/17, od 17. 10. 2017.

Ugovor obuhvata nabavku opreme, izvođenje zemljanih radova (pristupni putevi, temelji stubova), armiranobetonskih radova, montažu čelič-norešetkastih stubova, elektromontažu ovjesne opreme, izolacije, vodiča i optičkog kabla, te pribavljanje svih potrebnih dozvola, atesta za puštanje dalekovoda u redovan rad.

Investitor Elektroprenos a.d. Banja Luka OP Mostar imenovao je Tim za praćenje realizacije projekta.

Imenovani su odgovorni rukovodioci radova izvođača radova, kao i projekt menadžer.

Izvođač je uveden u posao 28. 3. 2018. godine.





Rok završetka radova je jedna godina od uvođenja izvođača u posao i dobijanja građevinske dozvole. Izvršena je prijava radilišta Inspektoratu RS.

Izvođač radova je dostavio dinamički plan. Radovi su počeli na iskolčavanju stubnih mjesta, izradi pristupnih puteva, kopanju temelja za stubove, sječi šume i dinamikom koja je bila predviđena dinamičkim planom. Zbog izuzetno teških vremenskih uslova (vjetar, kiša, snijeg, nemogućnost prilaska stubnom mjestu), izvođač radova je tražio produženje roka završetka radova tri puta, što je odobreno od strane investitora.

Svi radovi prema Ugovoru završeni su u julu mjesecu 2019. godine. Izvršen je interni tehnički prijem i tehnički prijem. Upotrebna dozvola br. 15.03-360-95/19 izdata je 26. 7. 2019. godine.

Podaci o dalekovodu:

- nazivni napon 110 kV;
- provodnici Al/Fe 3 x 240/55 mm²;
- zaštitno uže OPGW-SFPOC/SF-SJ-J-11735,24 SMF-15,40 mm;
- stubovi: čeličnoretkastki tipa „Jela“, nosni stubovi TIP AD6, AD8, ugaonozatezni stubovi TIP AD1, AD3, AD5, 2AD1 i portal;
- temeljni stub: armiranobetonski;
- izolatori: polimerni štapni izolatorski lanac;
- broj stubova 169 kom.;
- prosječan raspon 241,21 m;
- dužina dalekovoda 40.765,26 m;
- najveći raspon 388 m;
- najmanji raspon 57,33 m.

ŠTA SE DOBILA IZGRADNJOM OVOG DALEKOVODA

Povećava se stabilnost elektroenergetskog sistema (mreža 110 kV).

Stabilno napajanje svih opština u Hercegovini, posebno Gacka, Nevesinja i Bileće.

Snabdijevanje konzuma koji se napaja iz 110 kV TS Gacko i TS 110 kV Nevesinje je mnogo bolje, kao i sigurnost rada TE Gacko.



REKONSTRUKCIJA I PROŠIRENJE TS 110/35 kV ZVORNIK – završena investicija

Autori: **Mirsad Arapčić**, dipl. inž. el.,
samostalni inženjer u Službi za RP (TJ Tuzla) – voditelj projekta
Mr Edin Suljić, dipl. inž. el., inženjer saradnik u Službi za RP (TJ Tuzla)
Mr Mia Lešić, dipl. inž. el.,
samostalni inženjer za planiranje, razvoj i investicije (Sektor za Pil)



Slika 1. Početak rekonstrukcije postrojenja 110 kV



Slika 1a. Postrojenje 110 kV nakon rekonstrukcije

TS 110/35 kV Zvornik (TS) izgrađena je 1978. godine, izvedena sa 110 kV vanjskim postrojenjem i 35 kV unutrašnjim postrojenjem. TS se sastojala od sljedećih cjelina:

- razvodnog postrojenja 110 kV,
- transformacije 110/35 kV,
- razvodnog postrojenja 35 kV,
- komandne zgrade.

U TS Zvornik bio je ugrađen jedan energetski transformator 110/35/10 kV, snage 16 MVA, sa izolovanom nultom tačkom na 35 kV.

Postrojenje 110 kV sastojalo se od dva sistema glavnih sabirnica (dvostruko Al/Če uže 360/57 mm², u snopu), te se sastojalo od sljedećih polja:

- pet 110 kV dalekovodnih polja (Glinica I, Glinica II, Srebrenica (Vlasenica), Ugljevik, HE Zvornik);
- jednog 110 kV transformatorskog polja;
- jednog 110 kV spojnog polja;
- dva 110 kV mjerna polja (sistem I i sistem II).

Zbog nemogućnosti održavanja opreme kojoj je istekao životni vijek, kao i potrebe za ugradnjom drugog energetskog transformatora i izgradnjom novog 110 kV dalekovodnog polja Ugljevik, proveden je postupak javne nabavke i potpisan je ugovor br. JN-OP-185-70/15 za nabavku i ugradnju opreme, izradu projektne dokumentacije i radova na rekonstrukciji i proširenju TS 110/x kV Zvornik, sa pribavljanjem potrebnih dozvola i saglasnosti. Ugovor u vrijednosti 4.090.306,12 KM potpisan je



Slika 2. Mirsad Arapčić, voditelj projekta.
Novo postrojenje 35 kV.



Slika 3. Edin Suljić, inž. saradnik u Službi za RP.
Novi transformator TR 2 110/35/10(20) kV.

sa konzorcijumom koji čine članice ETT Energotehnika d.o.o. Banja Luka, Energotehnika Južna Bačka d.o.o. Novi Sad i Siemens d.o.o. Beograd. Ugovor je potpisan 8. 11. 2016. godine.

U okviru ugovora predviđena je:

- izgradnja novog 110 kV transformatorskog polja, nabavka i ugradnja transformatora T20;
- izgradnja novog 110 kV dalekovodnog polja Ugljevik;
- zamjena postojeće opreme u 110 kV spojnom polju, mjernim poljima sistema I i II, dalekovodnim poljima i transformatorskom polju T10;
- zamjena kompletnog postrojenja 35 kV sa dodatkom jedne rezervne odvodne ćelije;
- zamjena opreme pomoćnog napajanja i sistema daljinskog nadzora i upravljanja.

Zbog niza administrativnih problema na koje se nije moglo uticati, odobrenje za građenje pribavljeno je 17. 10. 2018. godine, kada su se i stekli uslovi za izvođenje radova na rekonstrukciji i proširenju TS Zvornik. Uvođenje izvođača radova u posao izvršeno je 22. 11. 2018. godine. Za potrebe izvođenja radova na rekonstrukciji i proširenju TS Zvornik, bilo je neophodno, prvi put od izgradnje TS Zvornik, obezbijediti potpuno beznaponsko stanje sabirnica 110 kV. Međutim, moralo se voditi računa da tokom rekonstrukcije pripadajućeg dalekovodnog polja

u TS Zvornik niti jedan od tih dalekovoda 110 kV ne bude izvan pogona. Zbog navedenih zahtjeva odlučeno je da se rekonstrukcija TS Zvornik izvede u četiri faze:

- I faza: Izgradnja novog 110 kV dalekovodnog polja Ugljevik i novog 110 kV transformatorskog polja T20 i rekonstrukcija 110 kV mjernih polja sistema I i II;
- II faza: Rekonstrukcija 110 kV dalekovodnih polja Glinica I i Tuzla 5;
- III faza: Rekonstrukcija 110 kV spojnog polja, dalekovodnog polja Srebrenica–Vlasenica i transformatorskog polja T10 i rekonstrukcija SN postrojenja 35 kV;
- IV faza: Rekonstrukcija 110 kV dalekovodnih polja Glinica II i HE Zvornik.

Početak izvođenja radova obilježili su izuzetno loši vremenski uslovi, zbog čega je bilo znatno otežano izvođenje radova u VN postrojenju. Za etapno izvođenje radova, te kontinuiran pogon svih 110 kV dalekovoda koji su povezani sa TS Zvornik, bilo je potrebno prvo izgraditi novo dalekovodno polje Ugljevik. Nakon izgradnje 110 kV dalekovodnog polja Ugljevik, bilo je moguće formirati krutu vezu između dalekovoda DV Glinica I – Zvornik i DV Ugljevik–Zvornik, kako bi se mogla vršiti rekonstrukcija DV polja Glinica I. Istovremeno sa rekonstrukcijom 110 kV polja Glinica I, vršena je rekonstrukcija DV polja Tuzla 5, kao polja za budući dalekovod 110 kV Tuzla 5 – Zvornik. Dalji tijek rekonstruk-



Slika 4. (slijeva) Vitimir Pantić, Omer Burgić, Vojislav Mrkaljević i Goran Savić. Komandna prostorija u toku rekonstrukcije.



Slika 4a. Goran Savić, dežurni električar. Komandna prostorija nakon rekonstrukcije.

cije VN postrojenja vršen je na isti način, dakle, nova i rekonstruisana DV polja su se koristila za napajanje dalekovoda čije je polje u toj fazi bilo predmet rekonstrukcije.

Najveća problematika tijekom rekonstrukcije TS Zvornik odrazila se na napajanje Alumine d.o.o. Zvornik, jer u slučaju isključenja oba DV 110 kV Glinica I i Glinica II, Alumina d.o.o. Zvornik bi ostajala bez napajanja naponom 110 kV. Uvažavajući posljedice i štete koje bi mogle nastati ostavljanjem Alumine bez napona 110 kV, pristupilo se sistematičnoj organizaciji beznaponskog

stanja sabirnica 110 kV u TS Zvornik. Uvažavajući zahtjeve Alumine d.o.o., Elektroprenos BiH je u potpunosti promijenio program radova, te obezbijedio mogućnost prekida radova i hitnog uklopa u roku 15 minuta.

Rekonstrukcija i proširenje TS 110/35 kV Zvornik su završeni, te je konačan interni tehnički pregled izvedenih radova izvršen u augustu 2019. godine. Upotrebna dozvola za rekonstruisani objekat izdata je 12. 11. 2019. godine, čime je projekat u potpunosti završen.



Slika 5. Uslovi pri kojima su se izvodili radovi

REKONSTRUKCIJA I PROŠIRENJE TS BIJELJINA 1 – investicija u toku

Autori: mr **Mia Lešić**, dipl. inž. el., samostalni inženjer za planiranje,
razvoj i investicije



Slika 1. TS prije rekonstrukcije

Transformatorska stanica 110/35/10 kV Bijeljina 1 izgrađena je i puštena u pogon 1972. godine. Tadašnja TS 110/35 kV Bijeljina 1 sastojala se od jednog kompletnog 110 kV transformatorskog polja, jednog nekompletnog 110 kV dalekovodnog polja, jednostrukog sistema sabirnica 110 kV i transformatora T1 110/35 kV snage 20 MVA. Do rekonstrukcije TS Bijeljina 1, za koju je ugovor potpisan 2016. godine, izvršena su dva proširenja trafostanice. Prvo proširenje izvršeno je 1979. godine, obuhvatalo je izgradnju 110 kV transformatorskog polja za drugi transformator T2, ugradnju transformatora T2 110/35/10 kV, snage 20 MVA, izgradnju tri dalekovodna polja 110 kV, mjernog polja 110 kV i proširenje sabirnica 110 kV za nova tri DV polja i njihove veze na postojeće sabirnice.

Zbog porasta opterećenja na 10 kV sabirnicama, bilo je potrebno da se ugradi još jedan transfor-

mator. Treći transformator T3 110/10 kV, snage 20 MVA, ugrađen je 1996. godine, na način da se sa 110 kV strane napajao preko 110 kV transformatorskog polja za T2, a 10 kV strana je imala vlastitu ćeliju.

Zbog stalnog porasta opterećenja, starosti i loših eksploatacionih karakteristika opreme u trafostanici, kojoj je istekao životni vijek, neophodnog proširenja SN postrojenja u skladu sa potrebama konzumnog područja, proveden je postupak javne nabavke i potpisan Ugovor br. JN-OP-07-54/16 za nabavku i ugradnju opreme i materijala, izradu projektne dokumentacije i radova na izgradnji TS 110/x kV Bijeljina 1, sa pribavljanjem pripadajućih dozvola. Ugovor je potpisan 7. 9. 2016. godine. Ugovorom je predviđeno da se sva tri energetska transformatora 20 MVA zamijene sa dva transformatora 110/35/10 kV snage 40/40/27 MVA. Također, u



Slika 2. Početak izvođenja radova

cilju osiguravanja TS od poplava, predviđena je izgradnja nove više komandno-pogonske zgrade, kao i rekonstrukcija VN i SN postrojenja, te zamjena opreme zaštite i upravljanja, pomoćnog napajanja i opreme SCADA sistema. Radi izbjegavanja ponovnog plavljenja opreme, predviđena je ugradnja opreme u VN postrojenju sa više postavljenim komandno-pogonskim ormarima, kao i ormarima regulacione preklopke i hlađenja na transformatorima.

Ugovor vrijednosti 5.989.000,00 KM potpisan je sa Konzorcijumom Elektroenergetika, koji čine članice Elnos BL d.o.o. Banja Luka, Kaldera Com-



Slika 3. Prva faza rekonstrukcije

pany d.o.o. Laktaši, Tekton d.o.o. Banja Luka, ARS inženjering d.o.o. Banja Luka i Inving invest inženjering d.o.o. Prijedor. Uvođenje u posao izvršeno je 7. 10. 2016. godine, ali je zbog niza administrativnih problema (problemi sa pribavljanjem lokacijskih uslova zbog nedefinisanosti regulacionog plana Grada Bijeljina) odobrenje za građenje pribavljeno tek 6. 8. 2018. godine.

Kada su građevinski radovi na izgradnji nove komandno-pogonske zgrade dostigli odgovarajući stepen gotovosti, započelo se sa izvođenjem elektromontažnih radova u VN postrojenju. Rekonstrukcija TS Bijeljina 1 vršena je u dvije etape. Izvođenje radova nije bilo moguće bez totalnih zastoja sabirnica 110 kV. S obzirom na veličinu konzuma TS Bijeljina 1, bilo je izuzetno teško obezbijediti totalne zastoje sabirnica 110 kV, i to pet puta. Međutim, uz izuzetnu saradnju sa nadležnom distribucijom Elektro Bijeljina, kao i saradnjom NOS BiH i EMS Srbije vezano za interkonektivno radijalno napajanje TS 110 kV Janja, uspješno se provodila procedura zastoja.

Prva faza rekonstrukcije, nakon izgradnje komandno-pogonske zgrade, obuhvatala je sanaciju VN polja: DV polja 110 kV Janja i DV polja 110 kV Bijeljina 2, transformatorskog polja 110 kV T10 sa pripadajućim transformatorom i mjernog polja 110 kV. Paralelno sa radovima na rekonstrukciji VN postrojenja, nastavljeni su i završni radovi na novoj komandno-pogonskoj zgradi, odnosno montažom ćelija u SN postrojenju 10 kV i 35 kV.

Uslov za početak radova na prvoj fazi rekonstrukcije TS Bijeljina 1 bilo je formiranje krute veze između dalekovoda 110 kV Bijeljina 1 – Bijeljina 2 i dalekovoda 110 kV Bijeljina 1 – Bijeljina 3. S obzirom na to da je prva faza obuhvatala i sanaciju DV polja 110 kV Janja, formiranjem ove krute veze TS Bijeljina 1 se napajala samo preko DV polja 110 kV Bijeljina 3. Ova faza je bila izuzetno nepouzdana za napajanje sabirnica 110 kV, jer je usljed prolaznih kvarova, bilo na DV 110 kV Bijeljina 1 – Bijeljina 2 ili DV 110 kV Bijeljina 1 – Bijeljina 3, kompletna TS ostala bez napajanja. Za vrijeme trajanja prve faze, zabilježena su dva totalna zastoja TS Bijeljina 1 usljed prolaznih kvarova na predmetnim DV.

Nakon puštanja u rad novog transformatora T10, 110/35/10 kV, snage 40 MVA, sa pripadajućim poljima 110, 35 i 10 kV, te radova na DV

poljima 110 kV Janja i Bijeljina 2, započeli su radovi na prebacivanju 35 i 10 kV odvoda iz stare pogonske zgrade u novu komandno-pogonsku zgradu, kao i radovi na rekonstrukciji 110 kV DV polja Bijeljina 3. Kada je od strane ZEDP Elektro Bijeljina završen prelazak svim 35 i 10 kV odvodima na nova postojenja, započela je i sanacija 110 kV transformatorskog polja T20, druga faza rekonstrukcije, koja je obuhvatila zamjenu VN opreme i pripadajućeg transformatora. Puštanje transformatora T20 u rad izvršeno je 29. 10. 2019. godine.

Za ugradnju u TS Bijeljina 1 isporučena je i ugrađena oprema različitih proizvođača, kao što su Končar, ABB, EKP Elker, Tyco Electronics, Siemens, Kaldera i drugi.

Upoređujući karakteristike novougrađenih transformatora T10 i T20 u TS Bijeljina 1, prenosnog odnosa 110/35/10 kV, snage 40/40/27 MVA, sa karakteristikama transformatora T20 u TS Bijeljina 3, prenosnog odnosa 110/35/10 kV, snage 40/27/27 MVA, uključujući napone kratkog spoja na sva tri transformatora, zaključilo se da se nesmetano može vršiti paralelovanje

transformatora u TS Bijeljina 1 i TS Bijeljina 3 preko distributivnih vodova 35 kV koji povezuju ove dvije TS 110 kV, i to:

- TS 110 kV Bijeljina 1 – DV 35 kV TS 35/10 kV Bijeljina II – TS 110 kV Bijeljina 3 i
- TS 110 kV Bijeljina 1 – DV 35 kV TS 35/10 kV Bijeljina IV – DV 35 kV TS 35/10 kV Bijeljina III – TS 110 kV Bijeljina 3.

Nakon provjere ufazovanosti u ćelijama DV 35 kV Bijeljina II i DV 35 kV Bijeljina IV sa naponom na sabirnicama 35 kV u TS 110 kV Bijeljina 1, zaključeno je sljedeće. Redoslijed faza je bio uredan na DV 35 kV za TS 35/10 kV Bijeljina II, dok je na DV 35 kV za TS 35/10 kV Bijeljina IV – TS 35/10 kV Bijeljina III bilo neophodno izvršiti zamjenu faza u ćeliji DV 35 kV Bijeljina IV u TS 110 kV Bijeljina 1.

Na ovaj način omogućeno je da se distributivne TS 35/10 kV Bijeljina II, TS 35/10 kV Bijeljina III i TS 35/10 kV Bijeljina IV nesmetano, bez pravljenja beznaponske pauze, prebacuju na napajanje ili iz TS 110 kV Bijeljina 1 ili iz TS 110 kV Bijeljina 3, što je bio dugogodišnji problem Poslovnice Bijeljina.



Slika 4. Mia Lešić (nadzorni organ) i Svetislav Terzić (gl. ruk. radova)

REKONSTRUKCIJA TS TESLIĆ

Autori: **Elmir Huseinbašić**, dipl. inž. el., rukovodilac Službe za MRT i PN

Opština Teslić napaja se iz transformatorske stanice (TS) TS 110/35/10 kV Teslić, koja je izgrađena 1976. godine. U trafostanici postoje dva transformatora 110/35 kV, a trafostanica je sa dva dalekovoda 110 kV povezana sa TS Stanari i TS Doboj 1. Zbog zastarjelosti opreme i boljeg, sigurnijeg i kvalitetnijeg napajanja potrošača, planom investicija za 2015. i 2016. godinu planirana je rekonstrukcija i proširenje TS 110/x kV Teslić.

Planom je predviđeno da se izvrše sljedeći radovi:

- zamjena primarne i sekundarne opreme u DV polju 110 kV Stanari,
- zamjena primarne i sekundarne opreme u DV polju 110 kV Doboj 1,
- ugradnja novog energetskog transformatora 110/35/10 kV, 40 MVA,
- zamjena primarne i sekundarne opreme u Tr polju 110 kV TR1,
- zamjena primarne i sekundarne opreme u Tr polju 110 kV TR2 (prekidač i rastavljač),
- zamjena primarne i sekundarne opreme u MP 110 kV,
- zamjena zaštitno-upravljačkih releja u 35 kV postrojenju,

- izgradnja nove 10 kV pogonske zgrade sa ukupno 23 SN ćelije.

Ugovor za nabavku rekonstrukcije i proširenja TS 110/x kV Teslić, JN-OP-103-51/16, vrijednosti 2.164.426,97 EUR, potpisan je 13. 11. 2017. godine sa konzorcijumom (grupom ponuđača) sastavljenim od: Elektromontaža d.o.o. Kraljevo, Braća Mičić d.o.o. Modriča, Džena d.o.o. Gradačac, IPSA Institut Sarajevo, Kaldera Company d.o.o. Laktaši.

Sa potpisivanjem Ugovora pristupilo se projektovanju, a građevinska dozvola dobijena je 22. 8. 2018. godine. Poslije pravosnažnosti iste, pristupa se izvođenju radova na kabliranju dva 35 kV dalekovoda (Žarkovina i Klupe). Izvođenje ovih radova je bilo neophodno radi lokacije nove pogonske 10 kV zgrade koja je planirana ispod ovih dalekovoda zbog nedostatka prostora u krugu TS. Cjelokupne radove na kabliranju 35 kV dalekovoda izvodile su ekipe TJ Doboj.

Samo izvođenje radova na rekonstrukciji i proširenju TS 110/x kV Teslić započinje 24. 10. 2018, kada su se stekli svi uslovi za neometano i sigurno izvođenje radova.

Specifičnost ove rekonstrukcije bila je u tome što je trebalo da se radovi izvode, ali ujedno se moralo obezbijediti kontinuirano napajanje konzuma



Slika 1. Stara komandna prostorija



Slika 1a. Nova komandna prostorija



Slika 2. Postrojenje 110 kV prije rekonstrukcije



Slika 2a. Postrojenje 110 kV nakon rekonstrukcije



Slika 3. Demontaža stare primarne opreme u postrojenju 110 kV

iz ove trafostanice, pošto je kompletno područje opštine Teslić napajano samo iz ove TS. Zbog toga su se sva isključenja i prekidi u napajanju morali raditi u koordinaciji sa ZEDP Elektro Doboj.

Ekipe TJ Doboj napravile su krutu vezu između DV 110 kV Teslić–Stanari i DV 110 kV Teslić – Doboj 1.

U prvoj fazi rekonstrukcije izvršena je demontaža stare opreme iz DV polja 110 kV Stanari, te montirana nova i primarna i sekundarna oprema, zajedno sa novim ormarom za zaštitu i upravljanje na ovom polju, kao i ugradnja novih NMT u MP 110 kV, te ugradnja novog prekidača i rastavljača

u 110 kV polju TR2. Sukcesivno su vršene zamjene zaštitnih releja na 35 kV postrojenju, kao i izgradnja nove pogonske zgrade 10 kV postrojenja.

Poslije puštanja u rad ovih polja, pristupa se demontaži opreme u preostalim 110 kV poljima, kao i demontaži starog TR1 110/35 kV.

Nakon izgradnje nove pogonske zgrade 10 kV postrojenja, svi 10 kV odvođi prebačeni su na novo postrojenje.

Puštanjem u rad novog energetskog transformatora TR 1 110/35/10 kV, 40 MVA cjelokupna trafostanica je vraćena u normalan pogonski rad.



Slika 4. Izgradnja novog postrojenja 10 kV



Slika 4a i b. Novo postrojenje 10 kV

Završni radovi su obuhvatali radove hidromontažne faze (ugradnja separatora i upojnog bunara), kao i saobraćajnog dijela (asfaltiranje saobraćajnica), čime su se stekli uslovi za obavljanje završnog ITP-a, pošto su svi radovi predviđeni Ugovorom završeni.

U vrijeme pisanja ovog članka, započeo je konačni tehnički pregled Ugovorom predviđenih radova od strane komisije koju formira nadležno ministarstvo vlade RS. Poslije završenog tehničkog pregleda pribavljena je i upotrebna dozvola.



Slika 5. TS Teslić

IZMJEŠTANJE DALEKOVODA 220 kV U KRUGU TE TUZLA

Kompanija Elektroprenos – Elektroprijenos a.d. Banja Luka 7. 11. 2019. godine potpisala je ugovor sa konzorcijem Energoinvest d.d. Sarajevo i UMEL Dalekovodmontaža d.o.o. Tuzla za izmještanje dalekovoda 220 kV u krugu TE Tuzla.

Izmještanje dalekovoda u krugu TE Tuzla radi se na zahtjev JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo, kako bi se sa lokacije na kojoj je planirana izgradnja Bloka 7 TE Tuzla uklonili odnosno izmjestili postojeći dalekovodi 220 kV naponskog nivoa. Predmet izmještanja su tri dalekovoda kojima je TE Tuzla direktno

povezana sa TS 400/220/110 kV Tuzla 4 (Ljubače). Planirano je da se trase tri jednosistemska dalekovoda zamijene sa dva dvosistemska dalekovoda 2 x 400 kV koja su na predmetnoj dionici u krugu TE Tuzla maksimalno primaknuta, uvažavajući sva prostorna ograničenja. Na jedan od ovih sistema će, između ostalog, biti priključen i budući Blok 7.

Rok za završetak radova je 685 kalendarskih dana od dana obostranog potpisivanja Ugovora, odnosno do 22. 9. 2021. godine, a vrijednost ugovora je 4.145.806,92 KM bez PDV-a.

SANACIJA STUBA BR. 89 NA DV 220 kV TE TUZLA – TS GRADAČAC

Autori: **Irma Begić**, dipl. inž. el., samostalni inženjer za razvodna postrojenja,
Sektor za tehničke poslove, OP Tuzla
Almir Tokić, dipl. inž. el., samostalni inženjer za dalekovode,
Sektor za tehničke poslove, OP Tuzla

Postojeći dalekovod 220 kV TE Tuzla – TS Gradačac izgrađen je davne 1965. godine prema projektnoj dokumentaciji koju je izradio Energoinvest Sarajevo na čeličnorešetkastim stubovima sa tri vodiča Al-Fe 360/57 mm², te zemnim užetom Č III 95 mm². Na ovom DV, 2003. godine izvršena je zamjena zemnog užeta Č III 95 mm² OPGW kablom 86,74 mm², prema projektu koji je uradio Energoinvest inženjering za dalekovode.

Dana 6. 6. 2019. godine, u 00:15 h, došlo je do obostranog ispada DV 220 kV TE Tuzla – Gradačac, djelovanje distantne zaštite u sve tri faze, zemlja. Prilikom pokušaja uključanja, došlo je do ponovnog ispada i nemogućnosti uključanja. Obilaskom trase dalekovoda utvrđeno je da je došlo do pada kompletne konstrukcije stuba na SM 89 (tipa NN4 rezne visine 26,75 m), te se od

tada DV 220 kV TE Tuzla – TS Gradačac nalazio van pogona.

Naime, nakon obilnih padavina i elementarnih nepogoda u prethodnom periodu, došlo je do erozije zemljišta oko riječnog korita rijeke Tinja, što je ugrozilo temelje SM 89, koji se nalazio na parceli br. 1401 – K.O. Špionica Srednja, Općina Srebrenik.



Slika 1. Stub broj 89 u koritu rijeke Tinje

Istog dana izvršena je demontaža i uklanjanje SM 89, te demontaža vodiča prema zateznom SM 87, dok su se vodiči u polju prema zateznom stubu broj 102 propisno ankerisali. Treba napomenuti da je kompletna konstrukcija stuba 89 pala u korito rijeke Tinje. Ekipe Službe održavanja TJ Tuzla i TJ Doboj imale su jako težak pristup stubu te su, zahvaljujući svojoj spretnosti i iskustvu, uspjele za kratko vrijeme ukloniti stub iz rijeke, a samim tim i osigurati dalekovod od eventualno veće štete (ugroženost preostalog dijela trase).

DV 220 kV TE Tuzla – TS Gradačac ima izuzetan značaj u napajanju ne samo BiH nego i cijele regije, te je njegova neraspoloživost značajno ugrozila pouzdanost EES-a. Naime, iz TE Tuzla izlaze dva dalekovoda 220 kV za Republiku Hrvatsku, i to:

- jedan direktno za DV 220 kV TE Tuzla – Đakovo;

- drugi, DV 220 kV TE Tuzla – Gradačac, ima ulaz na sabirnice 220 kV u TS Gradačac, a izlaz preko DV 220 kV Gradačac–Đakovo za TS 220/110 kV Đakovo.

Samim tim, DV 220 kV TE Tuzla – Gradačac predstavlja glavni dalekovod za napajanje sabirnica 220 kV u TS 220/110/35/10 kV Gradačac, dok je uz DV 220 kV TE Tuzla – Đakovo neophodan i za napajanje TS 220/110 kV Đakovo (Republika Hrvatska).

Neraspoloživost istog dovodi do radijalnog napajanja TS 220/110 kV Đakovo (Republika Hrvatska), kao i TS Gradačac po naponu 220 kV iz TS Đakovo.

U TS Gradačac, preko transformatora 220/110 kV, snage 150 MVA, prenosi se snaga u vrijednosti od cca 130 MVA za napajanje sabirnica 110 kV.

Za eventualni slučaj ispada preostalog DV 220 kV TE Tuzla – Đakovo, TS Gradačac i TS Đakovo bi ostale bez 220 kV napona, što značajno ugrožava napajanje 110 kV mreže cijelog sjevernoistočnog dijela BiH, kao i mreže 110 kV na području Slavonije (Republika Hrvatska).

U isto vrijeme, izvodila se i rekonstrukcija DV polja 110 kV Janja u TS 110/35/10 kV Bijeljina 1, odnosno neraspoloživost DV 110 kV Bijeljina 1 – Janja dodatno je smanjila pouzdanost sistema jer se onemogućila podrška u napajanju sjeveroistočnog dijela 110 kV mreže BiH iz Republike Srbije. Dodatna otežavajuća činjenica je da se istovremeno radila i sanacija DV 110 kV Slavonski Brod – Slavonski Brod 2, čime je bilo onemogućeno i napajanje mreže 110 kV u BiH iz Republike Hrvatske po DV 110 kV S. Brod – B. Brod.

Planske aktivnosti na području OP Tuzla, OP Sarajevo, OP Banja Luka, kao i radovi u mreži 110 kV susjedne Republike Hrvatske i Republike Srbije bile su uvjetovane raspoloživošću DV 220 kV TE Tuzla – Gradačac, što je dovelo do otkazivanja i pomjeranja svih predviđenih planskih aktivnosti.

Zbog izuzetne važnosti ovog dalekovoda, tražilo se rješenje koje će se najbrže realizovati. Razmišljalo se u pravcu kupovine nove konstrukcije stubnih mjesta, kao i kompletne pripadajuće opreme. Međutim, u istom vremenskom periodu, u OP Mostar vršila se demontaža dionice dalekovoda 220 kV zbog izgradnje auto-cesta na tom području. Odlučeno je da se dva nosna stuba tipa N8, visine 33 m i 28 m, nakon demontaže dovezu



Slika 2. Radovi na demontaži konstrukcije stuba broj 89 iz korita rijeke Tinje



Slika 3. Radovi na demontaži vodiča stuba broj 89

u OP Tuzla te da se ugrade na lokaciji udaljavajući se od korita rijeke Tinje. Planirano je da se zadrži sva postojeća spojna i ovjesna oprema, s ciljem smanjenja perioda potrebnog do puštanja dalekovoda u pogon. Uporedo sa ovim, izvršeno je sporazumno rješavanje lokacija sa vlasnicima parcela za nova stubna mjesta.

Pristupilo se provođenju javne nabavke radova na sanaciji stuba br. 89 na DV 220 kV TE Tuzla – TS Gradačac. Kao izvođač radova izabran je UMEL Dalekovodmontaža d.o.o. Tuzla, sa ponudom od 91.328,40 KM.

Nakon izrade elaborata sanacije, pristupilo se izvođenju radova. Kako bi se sanirao dio ugrožene trase na predmetnoj lokaciji, usvojen je prijedlog da se ukine postojeće (ugroženo) SM 89, te da se ugrade dva nosna stuba tipa N8 sa obje strane korita rijeke Tinje. Ovim rješenjem, novi stubovi bi bili dislocirani od korita rijeke i nalazili bi se na stabilnom tlu, što je izuzetno važno jer je prostor oko korita rijeke i dalje izložen eroziji tla. Elaboratom je pokazano da će za dva nova stuba biti dovoljne rezne visine od 24 m, kako bi se ispoštovao Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV ("Službeni list SFRJ" br. 65/88, "Službeni list RBiH" br. 2/92). Ostatak konstrukcije iskorišten je za izradu anker-nog dijela stuba.

Nakon montaže stubova, ovjesne i spojne opreme, te dovođenja faznih vodiča i OPGW-a na projektovani provjes, izvršena je i antikoroziivna zaštita stubova, kao i mjerenje slabljenja na optičkom spojnom putu.



Slika 4. Novoizgrađeno stubno mjesto broj 89

S radovima na sanaciji ugroženog stubnog mjesta započeto je 16. 8. 2019. godine, a DV 220 kV TE Tuzla – TS Gradačac pušten je pod napon 25. 9. 2019. godine.

SLUŽBA ZA ODRŽAVANJE RAZVODNIH POSTROJENJA, TJ SARAJEVO, OP SARAJEVO

Autori: **Mehmed Hadžić**, dipl. inž. el., rukovodilac TJ Sarajevo
Nedim Imamović, dipl. inž. el., samostalni inženjer za RP

Nekada su ljudi vjerovali da je Zemlja ravna ploča koju na leđima nose četiri slona. Danas i mala djeca znaju da je Zemlja okruglo nebesko tijelo, ali, kada je u pitanju Elektroprenos i njegova osnovna djelatnost, nije netačno kazati da njegove temelje u svakodnevnom radu čine „četiri stupa“ (ne slona), a to su centri upravljanja sa osobljem u objektima i službe održavanja dalekovoda, rasklopnih postrojenja i mjernorelejne tehnike i pomoćnih napajanja.

Isticanje „stupova“ nema za namjeru zanemariti niti potcijeniti ulogu i ostalih službi koje se na ovaj ili onaj način mogu uklopiti djelatnošću u jednu od navedenih četiri, ali „stupovi“ su klasika.

Služba za održavanje rasklopnih postrojenja Terenske jedinice Sarajevo vodi tradiciju još od samih početaka Elektroprenosa. U svom dugogodišnjem postojanju, uvijek se zvala Služba za (održavanje) RP, te je, pored redovnog održava-

nja postrojenja, koje je vrlo rano, osim zakonom, normatizirano i uređeno granskim standardima, bila učesnik mnogih događanja u razvoju Elektroprenosa i rada sistema.

Razvoj Elektroprenosa je praćen i razvojem preduzeća za proizvodnju elektroopreme čiji su se aparati i oprema ugrađivali u postrojenjima (pored dalekovoda) koja su na neki način bila poligoni u kojima su se pratile i dokazivale mogućnosti u eksploataciji. Istovremeno, proizvodne



Rad na rastavljaču (prije 48 godina)



Zamjena pola prekidača HPGE 11 – TS Pale (2016. godina)

hale i postrojenja prilikom montaže i popravki opreme i aparata, bili su učionice u kojima su zaposlenici Službe za RP, a i ostali, sticali potrebna znanja i iskustvo, tako da se za taj period može kazati „zajedno smo rasli...“. U tom periodu, kroz

službu za RP prošlo je mnogo zaposlenika, a neki se spominju i danas: Tura, Asim, Abaz, Karameha, Nebojša, Čopa..., a neki koje su oni učili poslu i danas su u „pogonu“, ali sve rjeđe imaju priliku da svoje bogato iskustvo prenose na mlađe.



Na -15° C: Da li je nivo ulja na minimumu ili maksimumu



Na +39° C: mikropukotine, starost izolatora i... havarija

Ono što karakteriše objekte i mrežu koja je u nadležnosti službe za razvodna postrojenja terenske jedinice Sarajevo jesu metalom oklopljena postrojenja (MOP) i kablovska mreža (donedavno jedino u TJ Sarajevo). Početkom proizvodnje MOP-a u Energoinvestu, jedno od prvih postrojenja je ugrađeno u TS Sarajavo 5 i TS Sarajevo 14. To su u tom trenutku bila veoma moderna i pouzdana postrojenja, koja su i danas u pogonu zahvaljujući i Službi za RP, koja je ugradnjom istih napravila novi iskorak i dodala svom portfoliju i njihovo održavanje.

Novo iskustvo Služba je stekla u vrijeme kada je trebalo obezbijediti Sarajevo nezavisno napajanje električnom energijom u uslovima blokade u periodu 1992–1995. Izgradnja 110 kV kablovske veze RP Pratače – TS Sarajevo 14 maksimalno je uključila zaposlenike službe. Obavljena je obuka (i u tim uslovima) i uspješno izvršena izrada nekoliko desetina kablovskih spojnica, što „normalnih“ što spojnica za preplitanje plaševa (cross-bounding).



MOP u TS Sarajevo 11



Dijagnostika u TS Sarajevo 20

PREDSTAVLJAMO



Sanacija havarije u TS Sarajevo 5 može započeti

Kasnije iskustvo u eksploataciji potvrdilo je dobar kvalitet izvedenih radova i kvarovi koji su se kasnije dešavali nisu bili proizvod „loše“ izrade spojnice niti završetaka. Iskustvo stečeno tada, za tu tehnologiju, u dobroj mjeri se prenijelo sa obučavanih na „mlađe“, tako da su, nakon odlaska



Kada se mora, i Siemensov MOP se demontira (ali ne preporučuje se bez obuke)

u penziju zvanično obučenih, svi poslovi na ovim kablovskim spojnica i završnicama rađeni od strane zaposlenika Službe za RP, i na taj su način postignute velike uštede. Unatoč ovim pozitivnim iskustvima, nažalost, nanovo se ne organizuje obuka u oblasti novih tehnologija i materijala.



Priprema za sanaciju kvara na kablu 110 kV RP Pratače – TS Sarajevo 14 nakon devastacije trase

Veoma veliki i u dobroj mjeri važan distributivni konzum napaja se iz objekata koji su u nadležnosti TJ Sarajevo. Samim tim, na Službi za održavanje RP je veliki obim posla redovnog održavanja i, skupa sa drugim službama, obaveza dovođenja rasklopne opreme u stanje rada sa velikom pouzdanošću i raspoloživošću. Ta je obaveza, do sada, u suradnji sa drugim službama, uveliko ispunjena, i otklanjanju nedostataka se pristupa odmah i bez odgađanja.



Spojница otkopana i sanacija može započeti

U „agendi“ obavljenog posla Službe je i veliki broj sanacija, rekonstrukcija i izgradnje objekata, pogotovu u periodu nakon 1996. godine. Vrlo veliki broj aparata, polja i drugih dijelova VN i SN postrojenja je saniran, zamijenjen i ugrađena je nova oprema. Svi objekti na području Sarajeva su morali da budu sanirani zbog znatnih oštećenja i u tom poslu vrlo veliki udio je imala i Služba za održavanje RP, tada u okviru Pogona Sarajevo.



„Bajpas“ urađen: potrošači prespavali intervenciju

Nakon otpočinjanja ciklusa investicija 2014. godine, bez obzira na to da li se radovi izvode od strane „trećih lica“ ili sopstvenim snagama, učešće Službe za RP je neminovno. Bez obzira na rad „trećih lica“, često su bili u poziciji glavnog i odgovornog rukovodioca radova ili u funkciji pripreme radilišta. Učešćem u realizaciji poslova na sanaciji, rekonstrukciji i sanaciji, zaposlenici



Prenapon uz suradnju sa vlagom može izazvati preskok

Službe za RP, skupa sa ostalim zaposlenicima OP/TJ Sarajevo značajno su pomagali izvođačima radova svojom stručnošću i iskustvom koje su stekli dugogodišnjim radom u izgradnji, radu i održavanju EEO, a koje je neophodno imati pri realizaciji poslova u „živim“ postrojenjima.



Ispitivanje transformatora u fabrici (ETRA)



Kvalitet rada Službe doprinosi i očuvanju okoliša

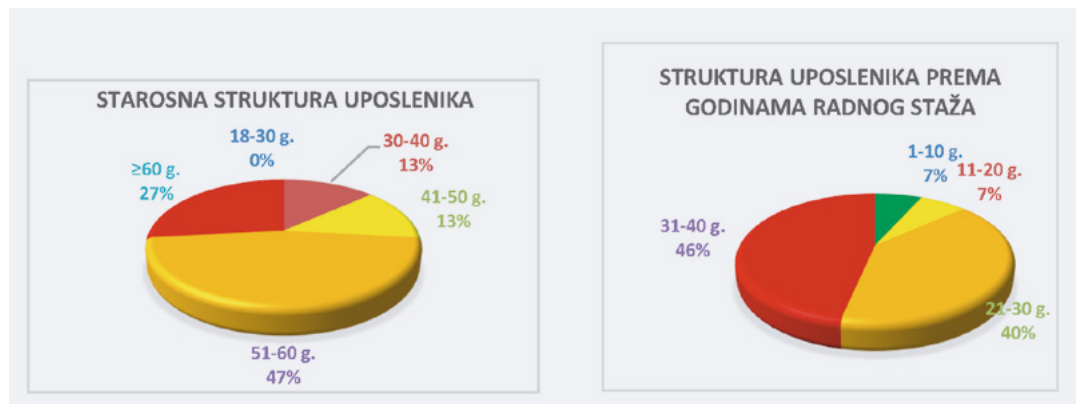
PREDSTAVLJAMO

Služba za održavanje razvodnih postrojenja u TJ Sarajevo trenutno ima 15 zaposlenika. Ovaj broj je dostignut nakon prerasporeda zaposlenika Službe za izgradnju. Iza ovih zaposlenika stoji veliko iskustvo i – može se bez pretjerivanja kazati – uspjeh u poslovima. Nažalost, Služba ima veoma velik zbroj (prosjeak) godina.

Taj zbroj je velik i u godinama starosti i u radnom stažu i osjeti se u svakodnevnom radu, uprkos veoma profesionalnom odnosu zaposlenika prema poslu i drugim obavezama.

Vrlo malo je zaposlenika novozaposleno, a to je ono što će, ukoliko se pristup „obnovi“ Službe ne

bude mijenjao u budućnosti, proizvesti negativne posljedice po održavanje razvodnih postrojenja. Za uspješan rad u Službi za održavanje RP potrebno je duže vremena, a kao prvo za prilagođavanje radu u „živom“ postrojenju, gdje je napon tik uz mjesto rada. Drugo je da zbog mnoštva aparata i raznih tipova i proizvođača opreme treba mnogo vremena za osposobljavanje, jer kada se dođe na lice mjesta, u najvećem broju slučajeva treba u što kraćem roku otklanjati kvarove, odnosno obavljati rutinske zahvate održavanja, a za to treba biti opremljen znanjem i iskustvom.



Služba za održavanje RP – TJ Sarajevo (2019) – ulaz u postrojenje 110 kV TS 110/35/20/10 kV Sarajevo 1 (1954)
Esad Kršo (vodeći monter), Ervin Sijarić (samostalni bravar), Nedim Imamović (samostalni inženjer), Nusret Bećirović (vodeći bravar), Sedid Ivković (poslovođa), Emir Mundžehasić (tehničar), Rasim Hulić (bravar), Selim Musić (vodeći monter), Sabahudin Memić (vodeći monter), Vehbija Imamović (poslovođa), Edin Hodžić (monter), Husein Hajdarević (samostalni bravar), Ismet Nuraj (monter), Refik Jamak (samostalni bravar), Almedin Podgorica (monter)

SLUŽBA ZA ODRŽAVANJE DALEKOVODA, TJ BIHAĆ, OP BANJA LUKA

Autor: **Nihad Mustafić**, dipl. inž. el., samostalni inženjer za održavanje DV u TJ Bihać

Služba za održavanje dalekovoda TJ Bihać obavlja poslove na održavanju dalekovoda u skladu sa Pravilnikom o održavanju elemenata prijenosne mreže, te na drugim investicionim poslovima i potrebama Terenske jedinice i Operativnog područja.

TJ Bihać nalazi se u sklopu OP Banja Luka, te u svojoj nadležnosti ima 21 dalekovod dužine 430 km, od toga 68 km naponskog nivoa 220 kV i 362 km naponskog nivoa 110 kV, te oko 1500 stubova. Četiri dalekovoda u TJ Bihać graniče sa Republikom Hrvatskom, te dio trase prelazi u Republiku Hrvatsku i u nadležnosti je Hrvatskog prijenosnog operativnog sustava (HOPS-a).

Služba za održavanje DV u TJ Bihać zapošljava pet uposlenika:

1. Nihad Mustafić, samostalni inženjer za DV;
2. Šemsudin Julardžija, poslovođa za DV;
3. Šerif Osmić, vodeći monter;
4. Rifet Čelebić, vodeći monter;
5. Muhamed Hrnjić, monter.



Slika 1. Zaposlenici Službe za održavanje DV
(M. Hrnjić, Š. Julardžija, N. Mustafić, Š. Osmić)

Od 2017. godine, u Službi za održavanje DV uposlen je samo jedan radnik (samostalni inženjer za DV), te bi fokus trebalo staviti na upošljavanje mlađeg kadra, kako bi kolege, prije odlaska u penziju, svojim iskustvom kvalitetno obučile nove radnike.

Služba za održavanje dalekovoda u TJ Bihać obavlja poslove na održavanju dalekovoda u skladu sa Pravilnikom o održavanju elemenata prijenosne mreže (pregled i remont DV), intervencijama u slučaju ispada i havarija na DV, nadzor na izvođenju investicionih radova, kao što su prokres trase, AKZ, sanacije i rekonstrukcije DV, te po potrebi, ispomoć drugim službama.

Nakon redovnih aktivnosti godišnjeg pregleda i utvrđivanja nedostataka na dalekovodu, zavisno od stepena oštećenja, pristupa se interventnom otklanjanju kvara, kao što su sječa rastinja koje ugrožava sigurnosno odstojanje dalekovoda, popunjavanje nedostajućih izolatorskih članaka, sanacija uzemljenja, popravak oštećenog provodnika, popunjavanje nedostajućih elemenata konstrukcije stuba, postavljanje nedostajućih tablica upozorenja i sve

druge poslove za potrebe kompanije i obezbjeđenje sigurnosti i ispravnosti dalekovoda.

Pored redovnih aktivnosti pregleda i remonta dalekovoda, prethodne godine imali smo i nadzor na prokresu trase dalekovoda, te je u toku realizacija novog ugovora za prokres trase (Ugovor JN-OP-791-24/2019). Treba napomenuti da se prokres trase DV u TJ Bihać vrši sistematski te da nemamo kritičnih mjesta za interventnu sječu, već se sve radi prema planu prosjeke trase dalekovoda.

NEKE OD ZNAČAJNIJIH INTERVENCIJA U PROTEKLOM PERIODU U TJ BIHAĆ

1. Intervencija na sanaciji SM 142 na DV 110 kV Prijedor 2 – Bosanska Krupa

Dana 24. 10. 2017. godine dobili smo dojavu od DC Elektroprivrede da je došlo do oštećenja stuba na DV 110 kV Prijedor 2 – Bosanska Krupa. Nakon izlaska na teren, ustanovljen je prelom i deformacija pojasnika konzolnog dijela stuba br. 142 (nosivi stub „I₆“, visine 18,70 m do donje konzole) (slika 2).

Nakon rasterećenja stuba (spuštanje provodnika i zaštitnog užeta), pristupilo se demontaži oštećenog dijela stuba, te se nakon isporuke oštećenih pojasnika, dijagonala i konzola pristupilo ponovnoj montaži (pletanju) stuba te vraćanju dalekovoda u ispravno stanje (slika 3).



Slika 2. Oštećenje stuba br. 142 „I₆“ na DV 110 kV Prijedor 2 – Bosanska Krupa



Slika 3. Sanacija stuba br. 142 „I₆“ na DV 110 kV Prijedor 2 – Bosanska Krupa



Slika 4. Sanacija prelomljenog polimernog izolatora na DV 110 kV Bosanska Krupa - Bihać, SM 150

2. Intervencija na sanaciji SM 150 na DV 110 kV Bosanska Krupa – Bihać 1

Nakon obavijesti od DC Banja Luka (14. 11. 2017) da je došlo do ispada DV 110 kV Bosanska Krupa – Bihać 1, Služba za održavanje DV izašla je na teren

te je ustanovljeno da se na provodnicima i zaštitnom užetu nalaze velike količine dodatnog tereta (snijega). Također je uočeno pucanje polimernog izolatora na SM 150 (nosivi stub „14“, visine 20,80 m do donje konzole), nakon čega je isti zamijenjen (slika 4).

3. Intervencija usljed snježnih padavina

Usljed vremenskih nepogoda (velike količine snijega) koje su zadesile USK u februaru 2018, došlo je do ispada velikog broja dalekovoda na području u nadležnosti TJ Bihać. Bez napajanja je ostalo sedam dalekovoda koji su napajali glavne trafostanice u Bihaću, Cazinu i Velikoj Kladuši.

Pristupilo se otklanjanju kvarova na prioritarnim dalekovodima. U prvom danu, Služba za održavanje DV uspjela je otkloniti nedostatke i uključiti pet dalekovoda, čime je obezbijeđeno napajanje glavnih trafostanica u svim gradovima koji su ostali bez napajanja. Narednog dana uključena su i preostala dva dalekovoda, te se situacija normalizovala. Kvarovi koji su se pojavljivali nastupili su usljed dodatnog tereta, a to su kvarovi kao što su međufazni spoj, spoj faza–zemlja (kontakt faze sa šumom) i slično (slika 5).



Slika 5. Snijeg na fazama DV, februar 2018.



Treba napomenuti da je Služba, i pored malog broja uposlenika na rješavanju problema na dalekovodima usljed ispada i havarija, zahvaljujući iskustvu i odgovornosti prema poslu, uspjela otkloniti sve nedostatke u najkraćem roku, te obezbijediti sigurno napajanje svih trafostanica u TJ Bihać.

4. Intervencija na sanaciji OPGW užeta

Dana 25. 1. 2019, usljed snažnih udara vjeta i vremenskih neprilika (ledena kiša) u mjestu Gorjevac, došlo je do ispada DV 110 kV Bihać 1 – Kulen Vakuf. Pregledom trase, kvar je lociran u rasponu SM 57–58 (na dužini 16,3 km od TS Bihać, tj. 21,1 km od EVP K. Vakuf), te je ustanovljen prekid OPGW užeta (slika 6).

Konsultacijom sa kolegama iz Sektora za upravljanje, Službe za telekomunikacije, kao i kolegama iz DV službe TJ Banja Luka, te detaljnom analizom OPGW užeta (DAB 24E9 AA/ACS 25/25 mm²) koje će se ugraditi umjesto prekinutog OPGW užeta (DAB 1x24 E9/125 0,36F3,5 + 0,23H18 AY/ACS 28/28) u rasponu

SM 57–58, zaključeno je da isto odgovara svojim karakteristikama, te da se može ugraditi.

Također, detaljno je analiziran poprečni profil raspona SM 57–58 na DV 110 kV Bihać 1 – Kulen Vakuf sa svim detaljnim proračunima i planom sanacije. S obzirom na smanjen broj ljudi u Službi za DV u TJ Bihać (četiri montera), za sanaciju je angažovana i DV ekipa iz TJ Banja Luka, kako bi se kvalitetno, brzo i efikasno izvršila sanacija OPGW užeta.

Radovi na sanaciji trajali su tri dana (od 19. do 20. 2. 2019), a izvršeni su sljedeći radovi:

- 19. 2. 2019. – razvlačenje OPGW užeta i formiranje spustova i provjesa;
- 20. 2. 2019. – uvođenje OPGW u spojne kutije, splajsovanje SM 57 i geodetska kontrola OPGW užeta i svih provodnika u rasponu SM 57–58;
- 21. 2. 2019. – uvođenje OPGW u spojne kutije, splajsovanje SM 58.



Slika 6. Rasponi prekida OPGW između dva nosiva stuba i mjesto prekida OPGW



Slika 7. Zajednička fotografija kolega iz OP Banja Luka poslije sanacije DV

5. Intervencija na zatezanju zateznih polja SM 95–104 na DV 110 kV Bosanski Petrovac – Ključ

Prilikom redovnog godišnjeg pregleda dalekovo-
da, uočen je nešto veći ugib provodnika u raspo-
nu SM 98–99 na DV 110 kV Bosanski Petrovac
– Ključ. Izvršena je kontrola ugiba geodetskim
instrumentom kompletnog zateznog polja, te se
pokazalo da ugibi nisu u skladu sa projektnom
dokumentacijom.

Nakon izvršenih svih pripremnih radova, pristupi-
lo se sanaciji i vraćanju provodnika na projekto-

vanu vrijednost. S obzirom na to da je u sanaciji
bilo obuhvaćeno zatezno polje od 10 stubova,
radi brže sanacije i kvalitetnijeg rada, bio je an-
gažovan veći broj radnika iz Službe za održavanje
TJ Banja Luka i TJ Bihać.

Ovim se pokazala spremnost za specifične inter-
vencije i sanacije na dalekovodima u OP Banja
Luka, kao i dobra saradnja službi za DV u TJ Banja
Luka i TJ Bihać na rješavanju specifičnih problema
na dalekovodima.



Slika 8. Mjerenje i kontrola provjesa

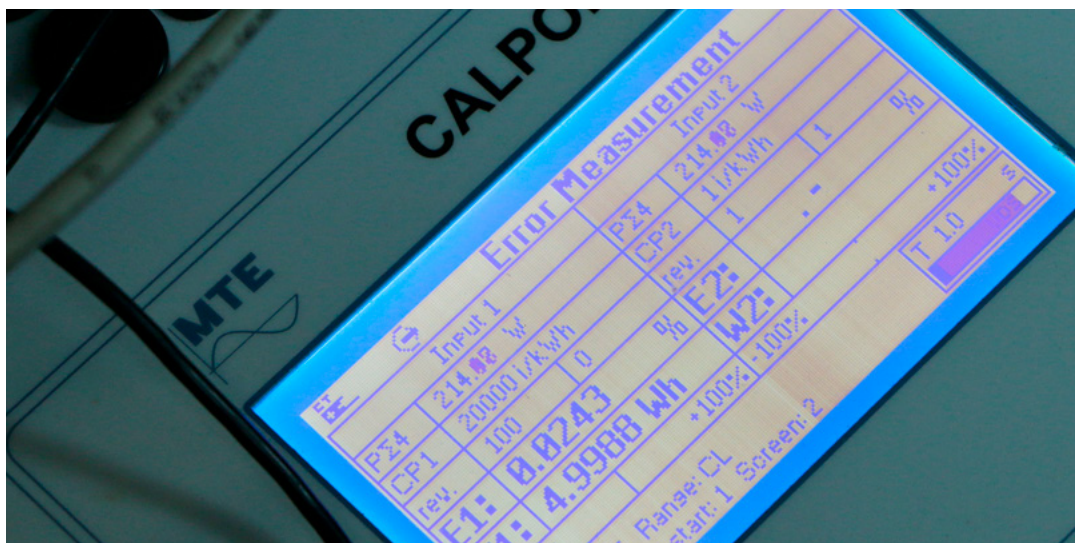
SLUŽBA ZA OBRAČUNSKO MJERENJE OP MOSTAR

Autor: **Zvonimir Martinović**, dipl. ing. el.,
rukovoditelj Službe za obračunsko mjerenje OP Mostar

Poslove Službe za obračunsko mjerenje trenutno obavljaju djelatnici Zvonimir Martinović – rukovoditelj Službe, Marijo Martinović – vodeći ispitivač i Nedjeljko Jelčić – samostalni ispitivač. Kako Služba ima manje djelatnika nego što je predviđeno, za složenije poslove imamo pomoć od drugih službi OP Mostar (Služba za SCADA i Služba za održavanje MRT i PN).

Služba za obračunsko mjerenje odgovorna je za instalaciju i održavanje mjerne opreme u objektima koji opskrbljuju konzum JP Elektroprivreda HZ H-B d.d. Mostar. Također, Služba je odgovorna za dokumentaciju vezanu za obračunsko mjerenje električne energije i izradu Registra mjerenja za pojedine objekte. Obračun električne energije Služba vrši sukladno zadanim rokovima. Nakon usuglašenih količina električne energije s JP Elektroprivreda HZ H-B, podaci se dostavljaju u Direkciju DRIOS – Elektroprijenos BiH u Banju Luku.

Od bitnijih događaja iz domena Službe može se istaknuti značajnija zamjena opreme u prethodnom razdoblju. U 2016. godini izvršena je zamjena postojećeg sustava daljinskog očitavanja brojila AMR, tj. sustava SEP2W proizvođača Iskraemeco sustavom Advance proizvođača Landis+Gyr. Još 2006. godine nabavljeno je 30 multifunkcijskih brojila, a 2016. godine izvršena je nabavka 74 multifunkcijska brojila. OP Sarajevo i OP Tuzla su osigurali nabavku multifunkcijskih brojila za objekte u središnjoj Bosni i Posavini. S ovim projektom na svim obračunskim mjernim



Ispitni uređaj MTE Calport 200 za provjeru klase točnosti mjernih uređaja

mjestima na mjestima razgraničenja su ugrađena multifunkcijska brojila. Sva brojila su postupno ugrađena 2017. godine, uz koordinaciju sa DC OP Mostar, kako bi se ugradnja uklopila u planove isključenja, te kako ne bi došlo do nepotrebnih beznaponskih pauza. Zamjena postojećih brojila novim brojlama izvršena je uz nazočnost svih odgovornih strana, te su izrađeni i zapisnici o mjernim mjestima potpisani od odgovornih strana. Na objektima gdje je bilo potrebno, potpisani su i novi registri mjerenja. Trenutno u bazi podataka imamo 131 multifunkcijsko brojilo. Bez obzira na direktni način prikupljanja podataka iz multifunkcijskih brojila, i dalje prikupljamo podatke iz registratora podataka POREG 2P koji nam služe kao back-up. Ugradnjom multifunkcijskih brojila dobivene su dodatne funkcionalnosti koje do sada nisu bile moguće, kao što je npr. daljinski prikaz vektorske slike mjernog mjesta.

Služba jednom godišnje izvršava kontrolu svih mjernih mjesta u svojoj nadležnosti. Također, Služba je odgovorna i za redovitu zamjenu brojila radi isteka baždarnog roka. Svaki radni dan se

provjerava prikupljanje podataka u AMR, kao i validnost podataka, kako bi svi podaci potrebni za obračun bili dostupni JP EP HZ H-B i NOS. Ako nastupi prekid u komunikaciji s mjernim uređajem, Služba za OM izlazi na teren i rješava problem. Služba vrši razne analize podataka obračunskog mjerenja na dnevnoj i mjesečnoj bazi. Izradom dnevnih izvješća koja se dostavljaju automatski e-mailom lako se mogu uočiti nepravilnosti u konzumu pojedinih objekata. Također je pripremljeno automatizirano izvješće o naponima na svim mjernim mjestima, kako bi se lakše mogle uočiti nepravilnosti vezane za mjerenje napona.

U slučaju nekih nepravilnosti u mjerenju, Služba izlazi na teren zajedno s predstavnicima drugih odgovornih strana, te otklanjaju kvar i izrađuju zajednički zapisnik.

Dok su se prikupljali podaci samo iz registratora podataka, jedini podaci koje smo imali bile su vrijednosti 15 minutnih podataka, a sada očitavanjem multifunkcijskih brojila imamo i 15 minutne podatke, kao i stanja brojčanika, te vrijednosti struja i napona. Podatke prikupljamo velikim di-



Oprema obračunskog mjernog mjesta (registrator podataka POREG 2P i nova multifunkcijska brojila Landis+Gyr)

PREDSTAVLJAMO

jelom optičkim putem, a iz malog broja objekata putem GSM mobilne mreže. U svrhu smanjenja troškova, ostvarili smo konekcije vlastitim putem i iz drugih OP, gdje je to bilo moguće, kao npr. iz TS Busovača, TS Jajce 1, TS Jajce 2, TS Odžak i TS Orašje.

Novi sustav Advance donio je dosta prednosti, kao npr. očitavanje zadnjeg dana u mjesecu u ponoć, automatsko slanje izvješća, razni alarmi itd. Izradili smo dnevna izvješća o konzumu, kao i ostvarene vrhove u TS koji se svako jutro automatski dostavljaju e-mailom. Na zahtjev korisnika, može se automatski dostavljati dnevno izvješće o satnoj potrošnji. Zahvaljujući novom sustavu Advance, smanjilo se vrijeme potrebno za obračun mjesečnih podataka, a smanjila se i mogućnost pogreške.

Svi mjerni uređaji se sinkroniziraju s vremenom servera u COM-u (Centru obračunskog mjerenja), a sam server se sinkronizira s vremenom servera u Banjoj Luci.

Sustav ima brojna poboljšanja, među kojima se ističe upotreba web-servisa za razmjenu podataka s ostalim sudionicima EES-a. Web-servisi predstavljaju poboljšanje u smislu transparentnosti pristupa podacima prema vanjskim AMR sustavima trećih strana, koji imaju mogućnost izravnog pristupa do validnih podataka, a s druge strane osiguravaju nemogućnost utjecanja na podatke u vlasništvu OP Mostar.

Novi AMR sustav ima visok stupanj pouzdanosti očitavanja i sigurnosti podataka zbog korištenja vlastite komunikacijske infrastrukture. Implementacijom nove hardwareske platforme i modernog aplikativnog rješenja, ostvaren je veliki napredak u osuvremenjivanju cijelog sustava, a posebno na polju sigurnosti, dodatnih funkcionalnosti i sigurne pohrane podataka obračunskog mjerenja.



Djelatnici Službe za OM (Nedjeljko Jelčić, Zvonimir Martinović i Marijo Martinović)

SLUŽBA ZA SPECIJALNA MJERENJA – OPERATIVNO PODRUČJE TUZLA

Autor: mr **Tarik Rahmanović**, dipl. inž. el., samostalni inženjer za specijalna mjerenja

Služba za specijalna mjerenja u Operativnom području Tuzla postoji od 2008. godine. U djelokrug rada Službe spadaju specijalistička mjerenja i ispitivanja visokonaponske opreme, koja uključuju:

- ispitivanje energetskih i mjernih transformatora;
- ispitivanje rasklopnih aparata;
- ispitivanje odvodnika prenapona;
- mjerenje napona koraka, dodira i otpora uzemljivača;
- kontrolu galvanske povezanosti aparata na glavni uzemljivač;
- termovizijsku kontrolu postrojenja;
- mjerenje specifičnog otpora tla;
- ispitivanje niskonaponske instalacije u objektima;
- ispitivanje gromobranske instalacije;
- mjerenje impedanse i k-faktora dalekovoda.

Pored navedenih rutinskih mjerenja, koja spadaju u stalne aktivnosti rada Službe, osoblje također aktivno učestvuje u realizaciji investicijskih projekata izgradnje i rekonstrukcije energetskih objekata, izradi tehničkih specifikacija visokonaponskih aparata i mjerne opreme, prijemnim ispitivanjima visokonaponske opreme, kao i defektaži kvarova.

U skladu sa potrebama rada Službe, izrađena je baza podataka koja obuhvata detaljne tehničke specifikacije postojeće opreme zajedno sa pridruženim historijatom prethodnih ispitivanja, na osnovu čega se može vršiti detaljna analiza životnog vijeka visokonaponske opreme. Ažuriranje baze vrši se na svakodnevnoj osnovi.

Služba za specijalna mjerenja – OP Tuzla broji tri zaposlenika, i to:

1. Mirsad Vehabović – rukovodilac Službe za specijalna mjerenja,



Karlo Vilušić i Mirsad Vehabović. TS Modriča



2. Tarik Rahmanović – samostalni inženjer za specijalna mjerenja,
3. Karlo Vilušić – tehničar za specijalna mjerenja.

Mjerenja na energetskim transformatorima uključuju rutinska ispitivanja: mjerenje otpora izolacije i faktora apsorpcije i polarizacije istosmjernim naponom, mjerenje kapaciteta i faktora dielektričnih gubitaka izolacije, mjerenje otpora namotaja, prenosnog odnosa i rasipnih reaktansi, provjeru napona kratkog spoja te snimanje oscilograma struje komutacije regulacione preklopke radi provjere stanja kontakata u samom mehanizmu. Ispitivanja mjernih transformatora uključuju ispitivanja izolacije i provjeru prenosnih odnosa.

Ispitivanje rasklopnih aparata uključuje provjeru sinhronizma prekidača, mjerenje prelaznog otpora, kao i snimanje oscilograma struje prilikom prorade prekidača.

Usvojena metodologija provjere stanja odvodnika prenapona svodi se na mjerenje aktivne



komponente struje odvodnje, uz kompenzaciju rezultata trećim harmonikom iz mreže, kao i analizu termalne slike raspodjele temperature.

Mjerenje parametara uzemljivača uključuje mjerenje napona koraka, dodira i otpora uzemljivača, snimanje raspodjele potencijala u okolini postrojenja, povezanosti visokonaponskih aparata na glavni uzemljivač objekta, kao i mjerenje otpora tla.

Termovizijska kontrola postrojenja sastoji se od snimanja raspodjele temperatura na svim strujnim krugovima unutar postrojenja (gdje je to moguće) radi otkrivanja toplih tačaka radi otkrivanja loših kontakata i drugih kvarova koji su uzrok neuobičajenog porasta temperature.

Ispitivanje niskonaponske instalacije u objektima sastoji se od mjerenja otpora strujne petlje, a provjera stanja gromobranske instalacije sastoji se od ispitivanja povezanosti gromobranskih spustova na uzemljivač i provjeru neprekinutosti krovne instalacije.

Električna mjerenja na dalekovodima sastoje se od mjerenja stvarnih električnih parametara aktivne i reaktivne komponente direktne i nulte impedanse, a u svrhu određivanja k-faktora koji su potrebni za precizno podešenje distantne zaštite.



Tarik R., Mirsad V., Karlo V.



STRUČNI RADOVI

PROCJENA ŽIVOTNE DOBI METAL-OKSIDNIH ODVODNIKA PRENAPONA U ELEKTROPRENOSU BIH, OP TUZLA

LIFE AGE ASSESMENT OF METAL-OXIDE SURGE ARRESTERS IN ELEKTROPRENOS BIH, OP TUZLA

Tarik Rahmanović, dipl. ing. el. Elektroprenos BiH, OP Tuzla
Bosna i Hercegovina tarik.rahmanovic@elprenos.ba

Mirsad Vehabović, dipl. ing. el. Elektroprenos BiH, OP Tuzla
Bosna i Hercegovina mirsad.vehabovic@elprenos.ba

Dževad Imširović, dipl. ing. el. Elektroprenos BiH, OP Tuzla
Bosna i Hercegovina dzevad.imsirovic@elprenos.ba

SAŽETAK

Osim u stanju u kome odvodnik prenapona djeluje kao limitator prenapona, odvodnik prenapona treba da se ponaša kao izolator čija je struja odvodnje vrlo mala. Izolaciona svojstva odvodnika prenapona su osnova za procjenu stanja odvodnika i polazna tačka bilo kojeg dijagnostičkog metoda. Odvodnici prenapona, pored stanja prorade koja utiče na degradaciju izolacionih svojstava, vremenom, usljed starenja izolacije, mijenjaju svoju proradnu karakteristiku i, samim tim, postaju neadekvatni s aspekta održavanja sigurnosti opreme u elektroenergetskom sistemu.

U Elektroprenosu BiH, OP Tuzla, nalazi se preko 230 metal-oksidnih odvodnika prenapona (110, 220 i 400 kV) smještenih u transformatorskim poljima čije je stanje praćeno od 2000. god. pa do danas. Odvodnici prenapona ispitivani su metodom mjerenja aktivne komponente struje odvodnje uz kompenzaciju trećeg harmonika. Sva mjerenja su dokumentovana u odgovarajućim bazama podataka na osnovu kojih je izvršena statistička analiza koja ima za cilj određivanje krive starenja odvodnika prenapona u OP Tuzla.

Ključne riječi: odvodnici prenapona, struja odvodnje, životna dob, kriva starenja.

SUMMARY

The surge arrester should behave as an insulator whose leakage current is very low, except in the situation where the surge arrester acts as a limiter of overvoltage. The insulation properties of the surge arrester are the basis for assessing the condition of the arrester and the starting point of any diagnostic method. Due to the aging of the insulation, surge arresters change their operational characteristic during time and become inadequate from the aspect of power system maintenance.

In Elektroprenos BiH, OP Tuzla, there are more than 230 metal-oxide surge arresters (110, 220 and 400 kV) located in the transformer fields whose status has been monitored from 2000 to today. Surge arrester are tested by measuring the active leakage current by analyzing the third harmonic with compensation. All measurements are documented in appropriate database and statistical analysis has been carried out with the aim to determine the aging of the surge arresters in OP Tuzla.

Keywords: surge arresters, leakage current, life age, aging curve

1. UVOD

Prema Pareto principu (pravilo 80/20), gdje 20% komponenti zahtijeva 80% resursa održavanja bilo kojeg sistema, metal-oksadni odvodnici prenapona spadaju u drugu grupu i skoro da ne zahtijevaju održavanje. U svrhu dijagnostike metal-oksadnih odvodnika prenapona (MOOP), koristi se više metoda i različitih uređaja. Prema [3], relevantni metodi za procjenu stanja odvodnika prenapona su:

- indikatori kvara,
- korištenje diskonektora,
- brojači prorada,
- metodi zasnovani na mjerenju temperature,
- metodi bazirani na mjerenju struje odvodnje:
 - o mjerenje faktora dielektričnih gubitaka i disipacije snage korištenjem singularnog naponskog izvora,
 - o mjerenje ukupne struje odvodnje,
 - o metodi mjerenja i procjene aktivne komponente struje odvodnje,
 - o metodi zasnovani na harmonijskoj analizi struje odvodnje.

Metodi zasnovani na harmonijskoj analizi struje odvodnje su najpouzdaniji iz razloga što su pojave koje se mjere ovim metodama u direktnoj vezi sa degradacijom izolacionih svojstava odvodnika prenapona i najpouzdanije su s aspekta kvalitativne procjene stanja odvodnika.

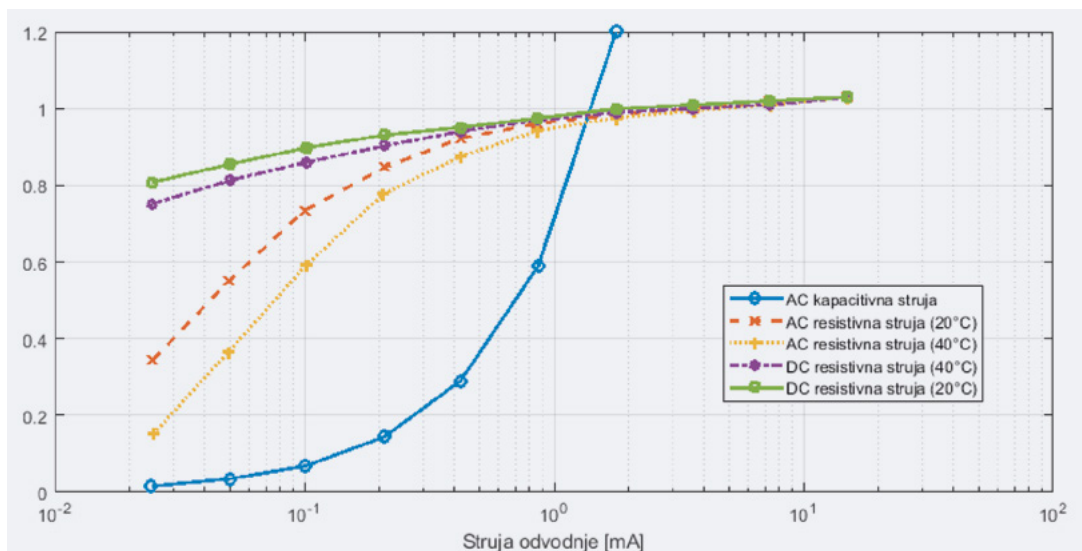
Na osnovu dužeg praćenja stanja odvodnika, moguće je formirati bazu podataka mjerenja te izvršiti statističku analizu koja će dati grubu procjenu stanja odvodnika prenapona u OP Tuzla te opisati uobičajeno starenje koje bi moglo biti korisno s aspekta održavanja elemenata elektroenergetskog sistema i planiranja rezervnih dijelova.

2. METOD MJERENJA AKTIVNE KOMPONENTE STRUJE ODVODNJE UZ POMOĆ ANALIZE TREĆEG HARMONIKA UZ KOMPENZACIJU

2.1. Opis metoda

Ovaj metod spada u grupu indirektnih metoda procjene aktivne komponente struje odvodnje iz razloga što se ne vrši direktno mjerenje aktivne i reaktivne komponente, već kao ulazne parametre koristi ukupnu struju odvodnje i treći harmonik te struje uz kompenzaciju trećim harmonikom iz sistema.

Ukupna struja odvodnje može se podijeliti na kapacitivnu i aktivnu komponentu, gdje je dominantna kapacitivna, koja nastaje kao rezultat dielektrične permeabilnosti metal-oksadnih pločica naslaganih u stub. Kapacitivna komponenta se ne može koristiti za procjenu stanja odvodnika jer nema utjecaj na promjenu strujnonaponske karakteristike odvodnika.



Slika 1. Tipična u-i karakteristika metal-oksidnog odvodnika prenapona

Aktivna komponenta je vrlo osjetljiv indikator u promjeni strujnonaponske karakteristike (u-i karakteristike) (slika 1) odvodnika prenapona i zbog toga se može koristiti kao alat za dijagnostiku. Potrebno je naglasiti da je vrijednost aktivne komponente struje odvodnje parametar vrlo ovisan o temperaturi i narinutom naponu (posebno u regiji propuštanja struje na u-i karakteristici), te se stoga koriste koeficijenti za svođenje struje na referentne vrijednosti temperature i napona (20° C i 0,7 Ur), a određuju se eksperimentalnim putem u laboratorijskim uslovima. Kako bi rezultati bili komparabilni, važno je poznavati temperaturu i radni napon u trenutku mjerenja. Iz praktičnih razloga, na osnovu funkcija $k_t = f(t)$ i $k_u = f(U/U_r)$, rezultati mjerenja se svode na 0,4–0,9 Ur (u našem slučaju 0,7) i temperaturu ambijenta 20° C.

Problematika mjerenja aktivne komponente struje odvodnje ne dozvoljava mjerenje struje i napona na kraju (dozemni spoj) odvodnika, iz razloga što se napon kroz odvodnik ne raspoređuje uniformno i postoji i amplitudna i fazna devijacija napona kroz odvodnik. Ova prepreka uveliko otežava mjerenje aktivne komponente struje odvodnje te se zbog toga pribjegava drugim metodama procjene aktivne komponente u ukupnoj struji odvodnje.

Nelinearna u-i karakteristika odvodnika unosi harmonijske komponente u struju odvodnje bez obzira na to što je odvodnik energiziran sinusnim naponom. Harmonijski sadržaj ovisi o amplitudi i stepenu nelinearnosti aktivnog otpora odvodnika (koji je vrlo osjetljiv na promjenu temperature i narinutog napona). S obzirom na to da je udio trećeg harmonika najveći i kreće se do 40% aktivne struje odvodnje, treći harmonik je vrlo pogodan za procjenu udjela aktivne struje u ukupnoj struji odvodnje. Metod baziran na činjenici da treći harmonik struje odvodnje nastaje zbog nelinearnosti strujnonaponske karakteristike vrlo je pogodan iz razloga što nije potrebno poznavati talasni oblik referentnog napona. U gornjem dijelu u-i karakteristike, treći harmonik je najveći u udjelu aktivne struje. Procjena aktivne komponente na osnovu trećeg harmonika bazira se na eksperimentalnim podacima isporučenim od strane proizvođača odvodnika dobijenim u laboratorijskim uslovima.

Međutim, sama nelinearnost karakteristike nije jedini izvor harmonijskih komponenti, jer narinuti napon na odvodniku nije idealan te i sam sadrži više harmonike koji će se provući kroz odvodnik preko struje odvodnje. Stoga je potrebno izvršiti kompenzaciju udjela harmonika iz sistema kako bi se povećala tačnost mjerenja. Idealan slučaj bi bio kada bi se vršilo direktno mjerenje napona sistema i harmonijska analiza, te iz aktivne komponente struje odvodnje odbila struja izazvana harmonici- ma iz sistema. Zbog problematike direktnog mjerenja sistemskog napona (naponski transformatori i sami unose harmonijske komponente te nije pogodno koristiti njihove izlaze) pogodno je koristiti udio trećeg harmonika u električnom polju oko vodiča, za šta se koristi odgovarajuća sonda. Kompen- zacija izvršena na ovakav način će dodatno povećati tačnost mjerenja, ali zbog same činjenice da će

mjerenje električnog polja u okolini odvodnika biti zaprljano poljem ostalih vodiča čiji je fazni pomjeraj 120° , potrebno je izvršiti dodatne kompenzacije rezultata mjerenja (na osnovu prostorne raspodjele električnog polja u okolini trofaznog sistema). Šum iz okoline nije moguće eliminisati, ali njegov utjecaj će biti neznatan (osim ako se u okolini odvodnika ne nalazi jak izvor električnog polja koji će narušiti preciznu kompenzaciju).

2.2. Kriterij ocjene stanja

Kriterij ocjene stanja na osnovu aktivne komponente struje odvodnje bazira se na detekciji izobličenja u-i karakteristike. Nijedan standard ne definiše precizan kriterij opisan brojnim vrijednostima struje odvodnje, nego se pozivaju na trend rasta aktivne komponente struje odvodnje. Kriterij trenda se bazira na činjenici da prilikom uzastopnih mjerenja prilikom dužeg vremenskog intervala ne smije doći do značajnog ili naglog porasta struje odvodnje. Nagli skok struje ukazuje na degradaciju izolacije odvodnika i potrebno je tretirati takav odvodnik.

Aktivna komponenta struje odvodnje je prema [3] reda 2%–20% kapacitivne struje, što odgovara 10–600 μA . U tom slučaju, kapacitivna komponenta može da se kreće od 83% do 98% ukupne struje, što odgovara 0,5–3 mA. Navedene granice predstavljaju grub dijapazon uobičajenog ponašanja odvodnika prenapona i izvan ovih granica odvodnik prenapona je sigurno pretrpio degradaciju izolacije, što treba utvrditi dodatnim ispitivanjima (provjerom trenda ili analizom termovizijske slike jer degradiran odvodnik će se dodatno zagrijavati).

Neki proizvođači opreme uz dokumentaciju dostavljaju i preporuke ocjene stanja, gdje se obično navodi gornja granica otporne komponente 0,5 mA, kapacitivne 1 mA i ukupne 3mA struje curenja, uz napomenu da prekoračenje ovih vrijednosti ne znači i loš odvodnik, nego je potrebno izvršiti i dodatna ispitivanja.

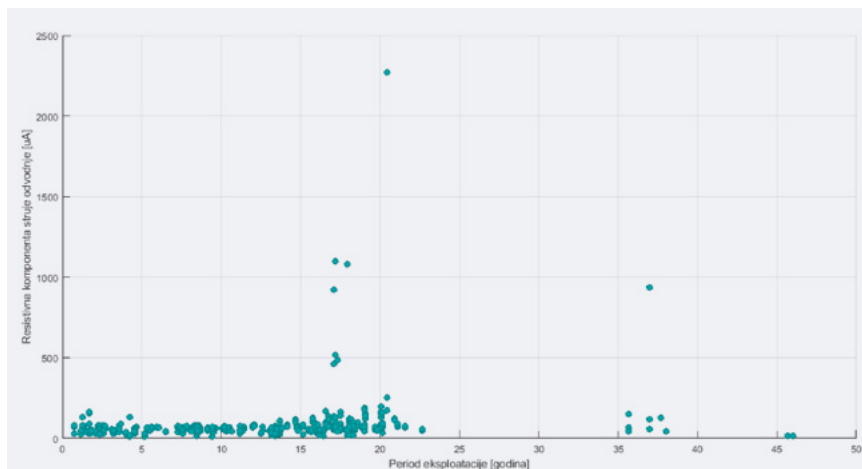
3. ODVODNICI PRENAPONA U OP TUZLA

U Elektroprenosu BiH, OP Tuzla, nalazi se preko 230 metal-oksidnih odvodnika prenapona (110, 220 i 400 kV), smještenih u transformatorskim poljima čije je stanje praćeno od 2000. godine pa do danas.

Tabela 1. Tipovi odvodnika prenapona u OP Tuzla

Proizvođač	Tip	Naponski nivo (kV)	Količina	Srednja vrijednost starosti (godina)
ABB	EXLIM	110	18	19,8
	PEXLIM	110	18	8,67
Alstom	PSC 96 YL	110	3	20
	PSC 96 Y	110	3	24
Bowthorpe	PCA	110	9	2,67
Energoinvest	3EL2	110	1	37
	VH-3	110	3	27
MINEL	HMM	400	3	37
	VOP 6e	110	3	42
Ohio Brass	PVN	110	116	15,04
	PVN	220	3	21
	VH3	220	6	22
	VH4	220	6	22
	VH4	400	6	17
Siemens	3EL2	110	30	6,7
Srednja vrijednost starosti svih odvodnika:				15,065

Iz tabele 1. vidi se da u OP Tuzla najviše ima 110 kV odvodnika, i to proizvođača Ohio Brass tipa PVN. S obzirom na to da se rezultati mjerenja omske komponente struje odvodnje svode i naponskim i temperaturnim koeficijentima, uz malu pogrešku se rezultati mogu komparirati i statistički obrađivati jer kriteriji ocjene stanja navedeni u prethodnom poglavlju vrijede za sve odvodnike bilo kojeg naponskog nivoa. Ovakav pristup omogućava da se izvrši prikaz svih mjerenja na jednom grafu.



Slika 2. Podaci mjerenja uz normalizaciju vremena

Na slici 2. može se vidjeti prikaz svih mjerenja metal-oksidnih odvodnika prenapona gdje je apscisa normalizovana na način da se svako mjerenje posmatra relativnim brojem godina od puštanja u pogon. Ovakav pristup daje mogućnost praćenja stanja odvodnika i komparacije sa drugim odvodnicima, što čini sve uzorke mjerenja jednake težine. Graf na slici 2. sadrži 532 uzorka.

Još se na grafu može uočiti da postoji određeni broj metal-oksidnih odvodnika prenapona koji su stariji od 35 godina. To su odvodnici koji su nabavljeni u periodu 1974–1984. i svi su u izvedbi sa porculanskim kućištem. Iako imaju relativno dobre vrijednosti omske komponente struje odvodnje, trenutno su u lošem stanju i u procesu su zamjene te se u nastavku analize neće uzeti u razmatranje.

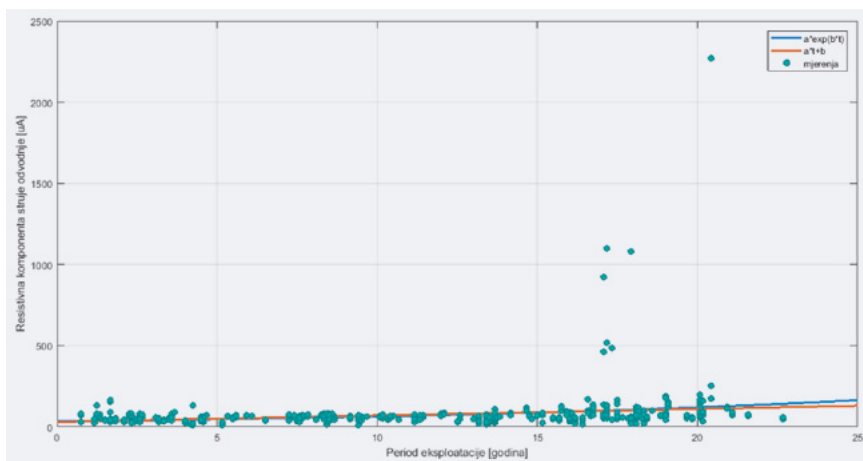
U periodu od 1997. do 2005. izvršena je kompletna zamjena odvodnika prenapona starijih izvedbi (katodni i odvodnici sa iskrištem) i od 2005. su u opticaju samo metal-oksidni odvodnici prenapona.

4. ODREĐIVANJE KRIVE STARENJA ODVODNIKA PRENAPONA

Prema [4], očekivani vijek trajanja metal-oksidnih odvodnika prenapona je 40 godina. S obzirom na to da je statistička analiza sprovedena na odvodnicima starosti do 20 godina, moguće je izvršiti aproksimaciju krive starenja na poznatom intervalu koja bi bila prezentacija ponašanja generalnog modela odvodnika prenapona. Takva kriva se može iskoristiti i izvan intervala kako bi se predvidjelo ponašanje odvodnika u budućnosti.

4.1. Aproksimacija krive starenja

Aproksimacija krive starenja modelom neke funkcije na osnovu skupa uzoraka podrazumijeva unaprijed poznavanje funkcije kojom se vrši aproksimacija. Ovaj pristup je poželjan kada je u pitanju problem generaliziranja i gdje je potrebno odrediti opće ponašanje neke pojave.



Slika 3. Krive starenja određene aproksimacijom, eksponencijalnom i linearnom funkcijom

Na slici 3. mogu se vidjeti uzorci zajedno sa aproksimator krivama (aproksimatorima). Ukoliko se pretpostavi da proces starenja teče po eksponencijalnom zakonu:

$$f(t) = A \cdot e^{B \cdot t}$$

za konkretan problem se dobija da je $A = 34,37$ i $B = 0,0628$. Funkcija data sa (1) u 40. godini daje rezultat $423,85 \mu\text{A}$, dok se granična vrijednost od $500 \mu\text{A}$ dobija u 42. godini. U 20. godini, generalni model odvodnika ima aktivnu komponentu struje odvodnje $120,7 \mu\text{A}$.

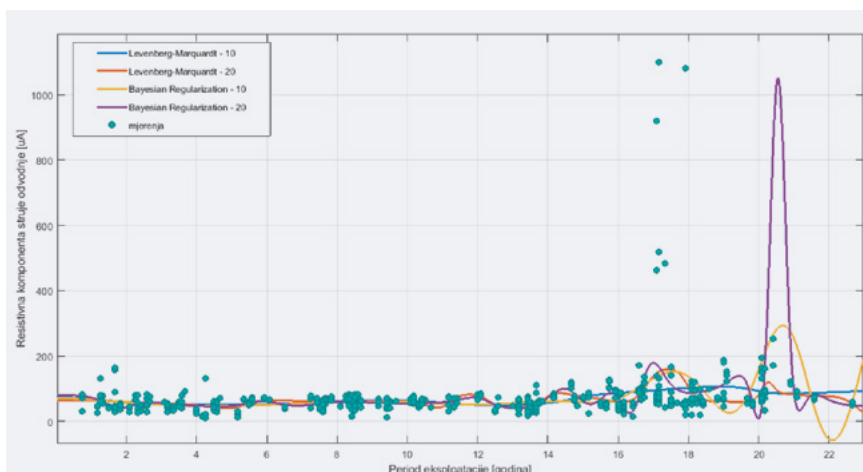
Također je izvršena aproksimacija linearnim pravcem, metodom najmanjih kvadrata, gdje se dobija funkcija

$$f(t) = 4,011 \cdot t + 30,17$$

Također je izvršena aproksimacija linearnim pravcem, metodom najmanjih kvadrata, gdje se dobija funkcija koja daje da u 40. godini generalni model odvodnika ima aktivnu komponentu struje odvodnje $190,59 \mu\text{A}$, dok se granična vrijednost od $500 \mu\text{A}$ dobija u 118. godini.

4.2. Aproksimacija krive starenja pomoću algoritma neuronskih mreža

Algoritmi aproksimacije bazirani na neuronskim mrežama vrlo su pogodni za višedimenzionalne probleme i probleme kod kojih nije poznato uobičajeno ponašanje neke pojave. Neuronska mreža se na osnovu ulaza i poznatih izlaza trenira i prilagođava datom problemu, što na kraju rezultira generalnim modelom koji opisuje ponašanje pojave koja se posmatra. Takav model je dobar s aspekta predikcije novih situacija za koje je mreža već pripremljena.



Slika 4. Krive starenja određene metodom neuronskih mreža sa 10 i 20 čvorova

Na slici 4. je prikaz aproksimator krivih dobijenih metodom neuronskih mreža, gdje su korištena dva algoritma treniranja mreže. Prvi je Levenberg-Marquardt (LMA) algoritam, a drugi Bayesian Regularization, svaki sa 10 i 20 neurona. Ovakav pristup nije povoljan za ekstrapolaciju, ali generalni model opisan aproksimatorima može nešto reći o procesu starenja. Može se zaključiti da u prvih 12 godina aproksimatori daju približno iste rezultate. Međutim, nakon 12. godine, aproksimatori počinju da osciluju, što ukazuje na nesigurnost mreže da predvidi ponašanje starenja generalnog modela odvodnika prenapona. Poslije 20. godine pojavljuju se neprigušene oscilacije, što onemogućuje bilo kakvu preciznu ekstrapolaciju.

ZAKLJUČAK

S obzirom na to da je očekivani vijek trajanja metal-oksidnih odvodnika 40 godina, sprovedena analiza potvrđuje da u periodu od 20 godina nije došlo do značajnog povećanja broja degradiranih odvodnika prenapona, ali se na osnovu aproksimiranih krivih starenja mogu izvesti i neki bitni zaključci.

Aproksimativne krive dobivene metodama mašinskog učenja, tj. neuronskim mrežama, počinju da povećano osciluju nakon 12. godine (bez obzira na metod treniranja mreže ili broj čvorova), što ukazuje na nesigurnost u predviđanju ponašanja starenja odvodnika prenapona, a što potvrđuje i određeni broj degradiranih i odstranjenih odvodnika iz sistema nakon 15. godine.

Bez obzira na vijek trajanja od 40 godina, sprovedena analiza pokazuje da je realno očekivati prve kvarove odvodnika nakon 12. godine te se na osnovu ovih zaključaka mogu preporučiti određene mjere u održavanju, što uključuje povećan nadzor i učestalije ispitivanje.

Interni pravilnik o održavanju električne opreme u Elektroprenosu BiH nalaže da se svaki odvodnik (110 kV i više) ispituje svake tri godine. Na osnovu krivih starenja, mogu se preporučiti neke promjene u održavanju odvodnika, a to bi bio, npr., smanjen nadzor u prvih 10 godina, a povećan nadzor nakon 20 godina. U periodu od 10 do 20 godina potrebno je vršiti periodična ispitivanja zbog mogućnosti nastanka kvara na određenom broju uzoraka.

LITERATURA

- [1] Ibrahim A. Metwally, Online condition Monitoring of Surge Arresters Based on Third-Harmonic Analysis of Leakage Current, IEEE, Vol. 24, No. 4, 2017.
- [2] I. Uglešić, Tehnika visokog napona, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2002.
- [3] IEC 60099-5 Surge arresters – Part 5: Selection and application recommendations, januar 2018.
- [4] D. Bajs, Metoda i kriterij u revitalizaciji elektroenergetske prijenosne mreže, doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu, 2007.

FUNKCIJE NADZORA NUMERIČKE ZAŠTITE SABIRNICA

SUPERVISORY FUNCTION OF NUMERICAL BUSBAR PROTECTION

Mr sc. **Sead Arnautalić**, Elektroprenos BiH
– Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina sead.arnautalic@elprenos.ba

Mirsad Hadžić, Elektroprenos BiH – Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina
mirsad.hadzic@elprenos.ba

SAŽETAK

Za zaštitne uređaje sigurnost se definiše kao sposobnost uređaja da ne djeluje na isklop pri kvarovima van zone štice. S obzirom na to da su kod zaštite sabirnica zona štice čitava postrojenja, onda je sigurnost, odnosno smanjenje mogućnosti neželjenog djelovanja, posebno značajna. Principijelno mnogo veća šteta može nastati od neželjenog djelovanja zaštite sabirnica nego od njenog zatajenja. U elektroenergetskom sistemu BiH numerička distribuirana zaštita sabirnica je instalisana u većim 400 kV i 220 kV postrojenjima. Instalirane distribuirane zaštite sabirnica imaju funkciju nadzora, čime se obezbjeđuje njihova sigurnost u radu. U radu je kratko predstavljena distribuirana zaštita sabirnica. Opisane su funkcije nadzora distribuirane zaštite sabirnica: samonadzor centralne jedinice i jedinica polja, nadzor mjernih veličina, položaja prekidača i rastavljača, isklonih krugova, krugova pomoćnog napajanja i drugih značajnih dijelova sistema.

Ključne riječi: numerička zaštita, distribuirana zaštita sabirnica, sigurnost djelovanja zaštitnog uređaja, samonadzor zaštitnog uređaja, funkcije nadzora.

SUMMARY

For protection devices, safety is defined as the ability of the device to not function to faults beyond the protection zone. Since protection zone of busbar protection are entire plants, safety, ie the reduction of the possibility of undesired operation, is of particular significance. Principally, much more damage can arise from the unwanted action of the busbar protection than from its failure. In the transmission system of Bosnia and Herzegovina, numerical distributed busbar protection is installed in larger 400 kV and 220 kV plants. Installed distributed busbar protection has a monitoring function that ensures their safety in operation. In this paper, distributed busbar protection is briefly presented. The functions of the control of the distributed busbar protection are described: self-control of the central unit and field units, monitoring of measuring values, position of circuit breakers and disconnectors, tripping coils, auxiliary power circuits and other key parts of the system.

Keywords: numeric protection, distributed busbar protection, safety of the protection device operation, self-monitoring of the protective device, monitoring function.

1. UVOD

Raspoloživost zaštitnog uređaja predstavlja kompromis između dva faktora: osjetljivosti i sigurnosti. Za zaštitne uređaje osjetljivost se definiše kao sposobnost uređaja da djeluje na isklon pri kvarovima unutar zone šticećenja, dok sigurnost predstavlja sposobnost uređaja da ne djeluje na isklon pri kvarovima van zone šticećenja. S obzirom na to da su kod zaštite sabirnica zona šticećenja čitava postrojenja, onda je sigurnost, odnosno smanjenje mogućnosti neželjenog djelovanja, posebno značajna. Principijelno mnogo veća šteta može nastati od neželjenog djelovanja zaštite sabirnica nego od njenog zatajenja. Numerički releji mogu sami sebe nadzirati. Proces nadzora predstavlja izvršavanje programa releja s unaprijed datim nizom podataka i poređenje rezultata s rezultatima očekivanim kod ispravnog rada uređaja. Ako se pokaže da je odziv releja različit od očekivanog, detektuje se greška uređaja i šalje signal upozorenja operatoru. Samonadzor kontinuirano prikuplja podatke o stanju zaštitnog uređaja. Ova se karakteristika dodatno proširuje programiranjem releja da nadzire periferne uređaje (npr. nadzor mjernih veličina, položaja prekidača i rastavljača, isklonih krugova, krugova pomoćnog napajanja i dr.). Na ovaj način se povećava sveukupna raspoloživost smanjenjem broja potencijalnih zatajenja sa jedne strane, a sa druge strane izbjegava se neželjeno djelovanje zaštite.

U nastavku rada je kratko predstavljena numerička distribuirana zaštita sabirnica. Zatim su opisane funkcije nadzora distribuirane zaštite sabirnica: samonadzor centralne jedinice i jedinica polja, nadzor mjernih veličina, položaja prekidača i rastavljača, isklonih krugova, krugova pomoćnog napajanja i dr. Na kraju rada dat je zaključak.

2. NUMERIČKA DISTRIBUIRANA ZAŠTITA SABIRNICA

U elektroenergetskom sistemu BiH numerička distribuirana zaštita sabirnica je instalisana u većim 400 kV i 220 kV postrojenjima. U TS 400/220/110 kV Tuzla 4 na 400 kV i 220 kV sabirnicama instalisana je zaštita sabirnica 7SS52 proizvođača Siemens. Sistem zaštite sastoji se od centralne jedinice i potrebnog broja jedinica polja koji su međusobno povezani optičkim kablovima. Pored osnovne zaštite sabirnica, u ovaj sistem je uključena i zaštita od otkaza prekidača.

Svi zadaci zaštite, od prikupljanja mjernih veličina do izdavanja izvršnog naloga prekidaču, isključivo se obavljaju digitalno.

U jedinici polja (dalekovodno, transformatorsko ili spojno polje) vremenski se sinkronizirano mjere struje, čije se vrijednosti digitaliziraju, pretprocesiraju i šalju centralnoj jedinici. Nominalna ulazna struja je 1 A, što odgovara sekundarnim vrijednostima strujnih mjernih transformatora. Puna galvanska i niskokapacitivna odvojenost mjernih ulaza osigurava se mjernim pretvaračima. Smetnje se prigušuju filterima koji se optimiziraju za procesiranje mjerenih veličina, uzimajući u obzir frekventni opseg i brzinu procesiranja.

2.1. Jedinica polja

Jedinica polja sakuplja informacije o položaju rastavljača i binarne signale na nivou polja, procesira funkcije zaštite od otkaza prekidača i vrši zadatke samonadzora.

Snažni izvršni releji naloge isklopa šalju direktno na prekidač. Na jedinici polja se podešavaju LED indikatori, a mjerne veličine se prikazuju na displeju.

Svaka jedinica polja ima svoj modul pomoćnog napajanja, koji omogućava pouzdano napajanje iz različitih izvora.

2.2. Centralna jedinica

Centralna jedinica učitava vremenski sinkronizovane izmjerene struje iz jedinica polja i obrađuje ih zajedno sa binarnim informacijama zaštitne funkcije (diferencijalna zaštita, zaštita od otkaza prekidača). Rezultate proračuna centralna jedinica ciklično šalje jedinicama polja, koje vrše logičku obradu signala.

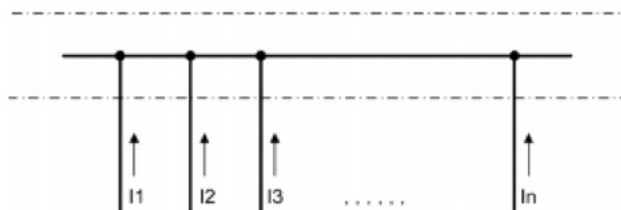
I na centralnoj jedinici se mogu podešavati LED indikatori, dok se na displeju mogu prikazivati događaji, parametri ili mjerne veličine. Naravno, poremećaji se mogu iščitati iz centralne jedinice radi kasnije analize.

Takođe, i centralna jedinica ima svoj modul pomoćnog napajanja koji omogućava pouzdano napajanje iz različitih izvora.

2.3. Princip rada zaštite sabirnica

2.3.1. Osnovni princip

Mjerni princip zasniva se na prvom Kirchoffovom zakonu. Vektorski zbir svih struja koje ulaze u jedan čvor mora biti jednak nuli. Za AC veličine ovaj zakon vrijedi za trenutne vrijednosti. Prema tome, vektorska suma svih struja koje ulaze na jedne sabirnice, u svakom trenutku, mora biti jednaka nuli.



Slika 1. Sabirnice sa n priključaka

Ako pretpostavimo da priključcima na sabirnice teku struje I_1 , I_2 , ..., I_n , sljedeća jednačina vrijedi u normalnom stanju:

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = 0$$

U slučaju da ova jednačina nije zadovoljena, mora postojati neka druga, nedozvoljena staza, kojom teče struja. Ovo znači da postoji kvar u području sabirnica.

Ovaj zakon je superioran, kao osnova zaštite sabirnica, u odnosu na bilo koji drugi poznati način mjerenja. Samo jedna veličina karakterizira postojanje kvara. Ova veličina je suma struja. Može se formirati u bilo kojem trenutku. Suma struja ostaje nula sve dok se, zbog pojave kvara, ne pojavi provodna staza čija se struja ne mjeri.

Naprijed navedeno razmatranje odnosi se isključivo na primarne vrijednosti struja. Mjerne veličine struja se u sistem zaštite sabirnica uvode preko strujnih mjernih transformatora. Strujni mjerni transformatori su osnovni dio čitavog sistema zaštite sabirnica. Njihova fizička lokacija označava granice zone štićene sistemom zaštite sabirnica.

Stoga, kada nema kvara, vrijedi sljedeća jednačina:

$$I_{1sec} + I_{2sec} + \dots + I_{nsec} = 0$$

S obzirom na to da je određena greška mjernih transformatora neizbježna, bilo bi jako pogrešno da zaštita npr. djeluje kod vanjskih kvarova. Zbog toga sistem zaštite koristi nekoliko mjernih metoda poznatih iz principa rada diferencijalnih zaštita.

Izuzetno je važan stalni nadzor mjernih veličina kako bi se na vrijeme detektovala greška u mjerenju i blokiralo neželjeno djelovanje sabirničke zaštite.

3. FUNKCIJE NADZORA

Sistem zaštite sabirnica sadrži brojne funkcije nadzora koje obezbjeđuju visoku raspoloživost sistema i sigurnost od neželjenog djelovanja, uz male zahtjeve za održavanjem.

3.1. Opis funkcije

Kompletan sistem se ciklično nadzire, od mjernih ulaza, preko protoka podataka između centralne jedinice i jedinica polja, do isklonih namotaja.

Kontinuirano se nadziru programske sekvence svakog procesorskog modula. Kvar procesora ili pogreška u programskoj sekvenci uzrokuje automatski reset procesorskog sistema.

Provode se i dodatni testovi vjerodostojnosti rada i određene programske rutine kako bi se greške u procesiranju programa pouzdano otkrile. Kada se utvrde pogreške u radu, i u ovom slučaju se automatski resetuje procesorski sistem.

Nakon tri neuspješna restarta, kompletan sistem zaštite stavlja se van pogona.

U ovom slučaju, pali se crvena „error“ LED lampica na pogođenoj centralnoj jedinici ili jedinici polja. Naravno, signal da je sistem van funkcije šalje se na SCADA sistem.

3.2. Selektivno blokiranje zone šticećenja

U slučaju pogreške u radu sistema zaštite sabirnica, samo one zone šticećenja ili, ako je moguće, samo pojedine faze pogođenog dijela sistema se blokiraju, dok ostatak sistema ostaje u normalnom radu.

3.3. Greška jedinice polja

Sve serijske veze između jedinice polja i centralne jedinice kontinuirano se nadziru u centralnoj jedinici. Greška ili poremećaj u radu jedinice polja proizvodi alarm, ali ne i reset cijelog sistema.

Ako je veza u kvaru, blokira se zona šticećenja, na koju je priključena jedinica polja.

3.4. Nadzor mjernih veličina

Analogni ulazi u jedinice polja ciklično se nadziru, sve od ulaznih pretvarača do digitalizacije. Ovo se čini formiranjem sume struja i provođenjem sljedećeg testa vjerodostojnosti:

$$\Delta I = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} + I_E$$

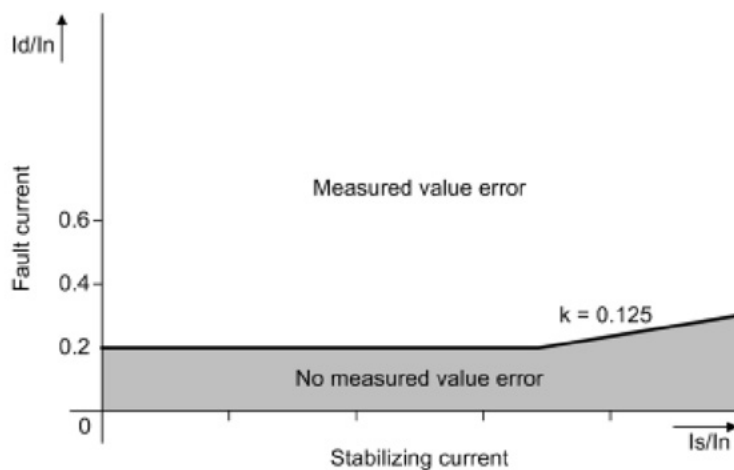
$$\Sigma |I| = |I_{L1}| + |I_{L2}| + |I_{L3}| + |I_E|$$

Nadzor mjernih veličina šalje signal greške ako je:

$$|\Delta I| > 0.2I / I_N$$

$$|\Delta I| > k \cdot \Sigma |I|$$

Karakteristika pobude prikazana je na slici 2.



Slika 2. Karakteristika pobude nadzora mjernih veličina

3.5. Greške rastavljača

Rastavljači se nadziru uzimajući u obzir njihovo vrijeme hoda, vjerodostojnost položajne signalizacije i pomoćni napon. Ukoliko se detektuje greška rastavljača (npr. međupoložaj), blokira se rad one zone na koju je polje sa rastavljačem u greški priključeno.

3.6. Nadzor pomoćnog napajanja i referentnih napona

Procesor jedinice polja nadzire referentni napon za određivanje mjernih veličina, kao i pomoćni napon. Zaštita se blokira ako naponi variraju izvan prihvatljivih granica.

Pomoćni napon centralne jedinice nadzire sam pretvarač. Greška ili prekid pomoćnog napajanja automatski stavlja pogođeni uređaj van funkcije. Ovaj status se obznanjuje NC pomoćnim kontaktom. Tranzijentni propadi pomoćnog napona kraći od 50 ms ne utiču na rad jedinice.

Greška u pomoćnom napajanju jedinice polja izaziva selektivno blokiranje sistema zaštite.

3.7. Nadzor isklonih izlaza jedinice polja

Isklonni izlazi jedinice polja nadziru se pomoću dva isklonna i jednim otpuštajućim kanalom. Kontrola isklonnih izlaznih kanala provodi se kao dio samodijagnostike kroz ciklični test.

3.8. Nadzor baterija

Centralna jedinica i jedinice polja opremljene su baterijama koje obezbjeđuju da se statusi LED signalizacije, datum i vrijeme, pregledi kvarova sačuvaju u slučaju kvara pomoćnog napajanja. Ukoliko napon baterije padne ispod određenog praga, signalizira se alarm.

3.9. Nadzor u modu održavanja

Kada se polje održava (redovni pregledi, remont i sl.), jedinica polja se stavlja u mod održavanja i tada se ne provjerava položaj i vjerodostojnost položajne signalizacije rastavljača.

3.10. Ciklični test

Kao dio samodijagnostike, funkcionalnost zaštite se provjerava na osnovu replike položaja rastavljača. Ciklični test, kada ne postoji kvar, sastoji se u debalansiranju struja spojene jedinice polja. Nadzire se reakcija spojene jedinice polja. Kako se ovaj test provodi na isti način kako se dešava kod stvanog kvara, koristeći iste prenosne kanale mjernih veličina i iste isklonne komande, on je potpuno siguran i pouzdan.

Ovaj test ne utiče na zaštitne funkcije. Test se provodi samo ako nema pobude zaštite. Ako se detektuje pogreška, identičan test se ponavlja dva puta, nakon čega se sistem resetuje. Ako pogreška ostane, uređaj se blokira.

3.11. Nadzor vanjskih krugova strujnog mjernog transformatora

Prekidi ili kratki spojevi u sekundarnim krugovima strujnih mjernih transformatora, kao i pogreške u povezivanju ili konfiguraciji zaštite sabirnica automatski se detektuju i prijavljuju sistemu. Za ovu svrhu se formiraju diferencijalne struje.

Diferencijalna struja svakog mjernog sistema se pojedinačno nadzire. Ako nema kvara, diferencijalna struja svakog mjernog sistema je približno nula. Nadzor diferencijalne struje daje alarm ako vrijednost diferencijalne struje premaši podešeni prag u vremenu dužem od podešenog. I ovom slučaju se blokira pogođeni dio zaštitnog sistema.

3.12. Nadzor signalizacije položaja rastavljača

Položaj rastavljača je dvobitna informacija i može biti „Otvoren“, „Zatvoren“ i „Međupoložaj“. Kada rastavljač mijenja položaj iz npr. „Otvoren“, potrebno je neko vrijeme da dostigne položaj „Zatvoren“. U toku vremena hoda rastavljača, sistem zaštite uzima da je rastavljač u položaju „Zatvoren“. Ako i nakon podešenog vremena hoda rastavljača sistem zaštite ne dobije potvrdu položaja rastavljača, nadzor

položaja rastavljača kreira alarm. Položajna signalizacija rastavljača može biti pogrešna ili nedostupna i u slučaju nedostatka pomoćnog napajanja (ovaj slučaj se jednostavno detektuje kada nedostaje signalizacija sa dva ili više rastavljača) ili prekida vodiča u signalnim krugovima rastavljača.

3.13. Nadzor signalizacije položaja prekidača

U sistem zaštite (u jedinicu polja) uvode se tri signala:

- prekidač uključen,
- prekidač isključen,
- izdata komanda za uključenje.

Ako su položaji prekidača „uključen“ ili „isključen“ konstantno nevjerodostojni u periodu dužem od podešenog, alarmira se greška.

4. ZAKLJUČAK

Sigurnost predstavlja sposobnost zaštitnog uređaja da ne djeluje na isklop pri kvarovima van zone štice. S obzirom na to da su kod zaštite sabirnica zona štice čitava postrojenja, onda je sigurnost, odnosno smanjenje mogućnosti neželjenog djelovanja, posebno značajna. Principijelno mnogo veća šteta može nastati od neželjenog djelovanja zaštite sabirnica nego od njenog zatajenja. Numerički releji mogu sami sebe nadzirati. Samonadzor kontinuirano prikuplja podatke o stanju zaštitnog uređaja. Ova se karakteristika dodatno proširuje programiranjem releja da nadzire periferne uređaje (npr. nadzor mjernih veličina, položaja prekidača i rastavljača, isklopnih krugova, krugova pomoćnog napajanja i dr.). Na ovaj način se povećava sveukupna raspoloživost smanjenjem broja potencijalnih zatajenja sa jedne strane, a sa druge strane izbjegava se neželjeno djelovanje zaštite. Ukoliko nadzor detektuje neki nedostatak u sistemu zaštite sabirnica, sistem se djelimično ili kompletno blokira. Sabirnička zaštita je relativno nova zaštita u prenosnom sistemu BiH. Njen jednostavan kriterij i brzo djelovanje bez vremenske zadržke je značajno unapređenje sistema relejne zaštite. Ovo omogućava vrlo efikasno i brzo izolovanje kvarova na sabirnicama koji su prije u pravilu bili izolovani u drugom stepenu djelovanja distantnih zaštita susjednih postrojenja. Nedostatak kod primjene je, pored kompleksnosti sistema, i potreba za pouzdanim mjernim transformatorima, signalnim uređajima i komunikacionim kanalima. Ovo je posebno vidljivo kada se sistem zaštite instalira na relativno stara primarna postrojenja. Sve to može dovesti do čestih blokiranja rada usljed nepouzdanosti položajne signalizacije rastavljača, greške u mjernim veličinama struje ili prekida komunikacionih kanala.

LITERATURA

[1] Siemens, SIPROTEC 7SS52xx Manual.

PRIMJENA PROPISA O NEJONIZIRAJUĆEM ZRAČENJU U BIH NA PRENOSNIM DALEKOVODIMA, UTJECAJ NA ODRŽAVANJE, PROJEKTOVANJE I IZGRADNJU

APPLICATION OF REGULATIONS OF NON-IONIZING RADIATION IN B&H ON TRANSMISSION LINES, IMPACT ON MAINTENANCE, DESIGN AND CONSTRUCTION

Dževad Imširović, Elektroprenos – Elektroprijenos BiH a.d. Banja Luka
– Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina, dzevad.imsirovic@elmprenos.ba

Almir Tokić, Elektroprenos – Elektroprijenos BiH a.d. Banja Luka
– Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina

Amelina Kunosić, Elektroprenos – Elektroprijenos BiH a.d. Banja Luka
– Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina

SAŽETAK

U radu će biti obrađeni propisi o nejonizirajućem zračenju u BiH primijenjeni na prenosne nadzemne vodove, kao izvore nejonizirajućeg zračenja, uz analizu korelacije sa drugim tehničkim propisima za nadzemne vodove, te sagledavanje uticaja ovih propisa na održavanje prenosnih vodova. Značajno pitanje predstavlja doprinos ovih propisa u projektovanju i izgradnji novih vodova, što su izazovi koji se nameću u budućnosti, uvažavajući propisane granice izlaganja nejonizirajućem zračenju.

Ključne riječi: nadzemni vod (DV), nejonizirajuće zračenje, zona opasnog zračenja, propisane granice izlaganja nejonizirajućem zračenju, okolinska dozvola.

SUMMARY

The paper describes regulations of non-ionizing radiation in B&H applied to overhead transmission lines as sources of non-ionizing radiation, along with a correlation analysis with other technical regulations for overhead power lines, and consideration of the impact of these regulations on the maintenance of overhead transmission lines. A significant issue is the contribution of these regulations in the design and construction of new lines, which are challenges that arise in the future, accepting prescribed limits of exposure to non-ionizing radiation.

Keywords: overhead power line, non-ionizing radiation, hazardous radiation zone, prescribed limits of exposure to non-ionizing radiation.

1. UVOD

Kada govorimo o prenosnim dalekovodima i elektromagnetnom polju u prostoru oko dalekovoda kao izvoru nejonizirajućih zračenja, i eventualnom štetnom uticaju po zdravlje ljudi u tom prostoru, podsjetimo se da je ovim pitanjima u posljednjih tridesetak godina posvećena velika pažnja naučne i stručne javnosti interdisciplinarnog karaktera, kako elektrotehničkih tako i medicinskih, ekoloških i drugih oblasti. Dakle, u prostoru oko prenosnih dalekovoda postoje električno i magnetno polje ekstremno niskih učestanosti, i u vezi s time razmatra se njihov uticaj na profesionalne osobe koji više sati dnevno rade u blizini energetskih objekata, kao i na opštu populaciju koja je stalno nastanjena u njihovoj blizini. Kako su ova pitanja zaokupljala stručnu javnost, istovremeno su zaintrigirala široku populaciju u blizini čijih stambenih objekata prolaze dalekovodi.

U početku je najveća pažnja bila usmjerena od strane Svjetske zdravstvene organizacije (World Health Organization – WHO), a kasnije i od formirane Međunarodne komisije za zaštitu od nejonizirajućeg zračenja (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNRP), kao i drugih organizacija i tijela koje su donosile pravilnike i preporuke u kojima se, pored ostaloga, utvrđuju i granične vrijednosti jačina električnog i magnetnog polja ekstremno niskih učestanosti. Evropska komisija je također aktivno radila u oblasti zaštite od nejonizirajućih zračenja, te donijela niz preporuka i normi, a Savjet Evropske unije usvojio je Preporuku 1999/519/EC i direktive 2004/1/EC i 2004/40/EC, koje limitiraju izloženost elektromagnetnim poljima za opštu populaciju i profesionalnu izloženost. Vrijednosti u njima bazirane su na preporukama ICNIRP-a iz 1998. godine.

Tabela 1. Preporučene granične vrijednosti jačina električnog i magnetnog polja

Index		Područje povećane osjetljivosti (opšta populacija)		Područje profesionalne izloženosti (profesionalno osoblje)	
		E [kV/m]	B [μT]	E [kV/m]	B [μT]
	ICNIRP	5	100	10	500
	IEEE	5	904	---	---
	CENELEC 1995	10	604	300	1600
	Preporuka 1999/519 EC i Direktiva 2004/1// EC	5	100	10	500

Ove direktive bile su okidač da većina zemalja Evrope uvede regulative na nacionalnom nivou. Važno je napomenuti da u ovom radu interpretiramo samo dio regulative koja se odnosi na elektromagnetna polja ekstremno niskih učestanosti ($f = 50$ Hz), dok ona propisuje ograničenja za mnogo širi dijapazon učestanosti elektromagnetnih polja, pošto je intenziviranje rada u ovoj oblasti u tom periodu bilo prvenstveno izazvano ekspanzijom mobilne telefonije, medicinske opreme i sličnih novih izvora nejonizirajućeg zračenja kojima je stanovništvo bilo izloženo u svakodnevnom životu.

Iako se sagledavanjem višedecenijskog naučnog istraživanja, laboratorijskih nalaza, velikog broja naučnih studija može zaključiti da ne postoje dokazi o direktnoj povezanosti izloženosti elektromagnetnom polju niskih učestanosti i štetnog djelovanja na zdravlje ljudi, odnosno povećanju stepena pojave određenih oboljenja, uvođenje strožih mjera zaštite od elektromagnetnih polja i određivanje graničnih vrijednosti urađeno je po „principu opreznosti“, odnosno s ciljem da se preduzimanjem razumnih akcija kada postoje dovoljni naučni dokazi (ali ne i apsolutni dokazi) da bi pasivnost mogla eventualno dovesti do štetnog djelovanja, iste preduprije, i gdje akcija može biti provedena po razumno prihvatljivim troškovima. Tako su, nakon donošenja pomenutih direktiva, pojedine zemlje EU ili one koje su bile u fazi približavanja, kroz nacionalnu zakonsku regulativu postavile granice koje su čak strože od onih u tim direktivama.

U tabeli 2. dajemo granične vrijednosti jačina električnih i magnetnih polja nekih evropskih zemalja, krenuvši od zemalja u okruženju, pa do najrazvijenijih evropskih zemalja.

Tabela 2. Granične vrijednosti jačina električnih i magnetnih polja u nekim zemljama

Index		Područje povećane osjetljivosti (opšta populacija)		Područje profesionalne izloženosti (profesionalno osoblje)	
		E [kV/m]	B [μ T]	E [kV/m]	B [μ T]
	Slovenija	0,5	10	10	100
	Hrvatska	2	40	5	100
	Srbija	2	40	5	100
	Crna Gora	1,25	50	5	200
	Slovačka	20	300	---	---
	Češka Rep.	5	100	10	500
	Mađarska	5	100	10	500
	Danska	5	100	10	500
	Portugal	5	100	---	---
	Španija	5	100	10	500
	Italija	5	100	10	500
	Ujedinjeno Kraljevstvo	5	100	10	500
	Francuska	5	100	10	500
	Njemačka	5	100	6,66	424,4

Prvo što se može primijetiti jeste da su zemlje iz okruženja propisale granične vrijednosti jačine električnih i magnetnih polja i 3–4 puta niže od istih propisanih pomenutim preporukama i direktivama, odnosno vrijednosti koje su propisale i najrazvijenije evropske zemlje.

2. ZAKONSKA REGULATIVA BiH U OBLASTI NEJONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA PRENOSNIH VODOVA

Zakonska regulativa koja uređuje načela i mjere zaštite od djelovanja nejonizirajućih zračenja u svrhu zaštite zdravlja ljudi i zaštite životne sredine, kada su u pitanju elektromagnetna polja ekstremno niskih frekvencija kao izvori nejonizirajućeg zračenja, odnosno time prenosni vodovi i trafostanice, nije jedinstveno propisana na nivou Bosne i Hercegovine, a ista treba da se provodi u okviru zakona o zaštiti okoliša.

Međutim, kada su u pitanju niži nivoi vlasti: entiteti i Distrikt Brčko, situacija je veoma različita. U entitetu Federacija BiH nema zakonske regulative. U Distriktu Brčko kroz prostorni plan kao zakonski akt

uvode se zaštitni pojasevi dalekovoda u kojima se zabranjuje gradnja objekata za stalan, odnosno duži boravak ljudi (iznad četiri sata dnevno) ako vrijednosti električnog i magnetnog polja premašuju propisane vrijednosti, date u tabeli 3. Propisane širine zaštitnih pojaseva za prenosne vodove naponskih nivoa 110 kV, 220 kV i 400 kV su 35 m, 50 m i 75 m, respektivno. U entitetu Republika Srpska otišlo se najdalje u ovoj problematici, tako da su doneseni Zakon o zaštiti od nejonizirajućih zračenja („Službeni glasnik RS“ br. 36/19) u maju ove godine, čime je prestao da važi ranije doneseni Zakon iz 2005. godine, kao i prateći dokumenti: Pravilnik o izvorima nejonizirajućih zračenja od posebnog interesa i Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja do 300 GHz („Službeni glasnik RS“ br. 112/05) iz 2005 godine, koji su na snazi, ali sa izmjenom Zakona može se očekivati i izmjena ovih dokumenata. Kroz ovaj zakon i pravilnike prenosni vodovi se proglašavaju za izvore nejonizirajućih zračenja od posebnog interesa, a to je onaj stacionarni izvor čije elektromagnetno polje u području povećane osjetljivosti, ili u području profesionalne izloženosti, doseže barem 10% iznosa graničnog nivoa zadatog za tu frekvenciju (tabela 3). Za takve izvore propisuju se obaveze izrade procjene uticaja na životnu sredinu, kada prenosni vodovi prolaze kroz područja povećane osjetljivosti, zatim obaveze ispitivanja nejonizirajućih zračenja izvora periodično svake tri godine, pri čemu se prvo ispitivanje vrši kod postojećih, novoizgrađenih i rekonstruisanih objekata, zatim obaveze ispitivanja tehničke ispravnosti izvora nejonizirajućih zračenja i niz drugih obaveza. Također se propisuju granične vrijednosti referentnih veličina: jačine električnog polja, jačine magnetnog polja i gustine magnetskog fluksa, i to za područje profesionalnog izlaganja i područje povećane osjetljivosti koje se ne smiju prekoračivati, a date su u tabeli 3.

Tabela 3. Usvojene granične vrijednosti električnog i magnetnog polja u BiH

Bosna i Hercegovina	Područje povećane osjetljivosti (opšta populacija)		Područje profesionalne izloženosti (profesionalno osoblje)	
	E [kV/m]	B [μ T]	E [kV/m]	B [μ T]
Federacija BiH	---	---	---	---
Republika Srpska	2	40	5	100
Distrikt Brčko	0,5	0,2	-	-

Područja povećane osjetljivosti su prema ovom zakonu površine urbanih i ruralnih naselja sa izgrađenim stambenim, poslovnim i javnim objektima (upravno-administrativni, socijalno-zdravstveni, obrazovno-odgojni, objekti za trgovinu i ugostiteljstvo, objekti kulture, objekti za sport i rekreaciju), neizgrađene površine naselja koje su dokumentima prostornog uređenja planirane za izgradnju i izgrađene površine izvan naselja koje posjeduju neku od ovih navedenih namjena.

Područja profesionalnog izlaganja su područja radnih mjesta gdje radnici u svoje radno vrijeme rade neposredno sa izvorima nejonizirajućeg zračenja ili uz njih, a njihova izloženost elektromagnetnim poljima mora biti kontrolirana, dok sigurnosna područja moraju biti jasno definirana i opisana odgovarajućim referentnim dozimetrijskim fizičkim veličinama.

Na području povećane osjetljivosti, nivoi elektromagnetnih polja ne smiju prelaziti navedene granične vrijednosti, pri čemu se za postojeće prenosne vodove dopušta prekoračenje graničnih nivoa elektromagnetnog polja od maksimalno 10%. U slučaju da postojeći izvor elektromagnetnog polja, odnosno prenosni vod ne zadovoljava ovaj uslov, predviđaju se mjere rekonstrukcije, smanjenja upotrebe ili čak prestanak rada stacionarnog izvora, dok navedeni uslovi ne budu zadovoljeni, pri čemu se ostavlja rok za rekonstrukciju izvora elektromagnetnog zračenja najduže u trajanju od godinu dana od dana ispitivanja nivoa nejonizirajućih zračenja kojim je utvrđeno da su vrijednosti prekoračene. Za donošenje i provođenje ovih mjera nadležni su Ministarstvo zdravlja i socijalne zaštite entiteta RS. Inspekcijски nadzor nad primjenom odredbi ovog zakona i propisa donesenih na osnovu njega obavlja zdravstveni inspektor.

3. ISKUSTVA ELEKTROPRENOSA BIH U PRIMJENI REGULATIVE U OBLASTI NEJONIZIRAJUĆIH ZRAČENJA

Kada govorimo o iskustvima Elektroprenosa BiH u primjeni zakonske regulative o zaštiti od nejonizirajućih zračenja, na osnovu izloženog jasno je da se radi o kompleksnom pitanju, različitim pristupima, počevši od različitih propisanih graničnih vrijednosti nivoa elektromagnetnog polja, koje će u narednom periodu morati biti znatno više u žiži kako Elektroprenosa BiH, NOS BiH, tako i naučne zajednice i nadležnih ministarstava, pri čemu bi osim ministarstava zdravlja i zaštite okoliša aktivnu ulogu trebalo da uzmu i ministarstva energije i ministarstva prostornog planiranja, u smislu uravnoteženja pristupa i donošenja zakona na nivou BiH, kao i eventualnih izmjena postojećih, donesenih na nižim nivoima vlasti.

O iskustvima Elektroprenosa BiH u primjeni zakonske regulative u oblasti nejonizirajućeg zračenja možemo govoriti kako u aktivnostima održavanja postojećih vodova, tako i rekonstrukcijama, te i izgradnji novih objekata, koja će opet biti utoliko kompleksnija kada vodovi prolaze kroz oba entiteta i/ili Distrikt Brčko, pošto će tada, između ostalog, biti potrebno pribavljati okolinske dozvole na dvije, odnosno tri adrese.

Međutim, kada govorimo o obavezama Elektroprenosa BiH, one prvenstveno proističu iz Zakona o prenosu, regulatoru i operatoru sistema električne energije u Bosni i Hercegovini, i člana 6.3, kojim je propisano uspostavljanje zona sigurnosti, kao i da „veličina zone sigurnosti, kao i zabrane ograničenja, koji će biti na snazi u zoni sigurnosti, odrediti će se pravilima ili standardima koje usvoji NOS ili odobri DERK“. Na temelju toga je donesen Pravilnik o zonama sigurnosti nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 110 kV do 400 kV, iz 2008. godine, kojim se uspostavljaju zone sigurnosti u kojima je „zabranjeno podizati zgrade ili instalacije, saditi rastinje (drveće) ili vršiti aktivnosti koje ugrožavaju sigurnost i neprekidan rad elektroenergetskih objekata, sigurnost života i imovine“. Širine propisanih zona sigurnosti su horizontalne ravnine i za prenosne vodove naponskih nivoa 110 kV, 220 kV i 400 kV iznose: 20 m, 30 m i 40 m, respektivno, i one treba, pored ostalog, da uvažavaju i sigurnost života ljudi, pa time i propisane norme iz zakona i pravilnika koji to uređuju, pri čemu mislimo na razmatranu zakonsku regulativu o zaštiti od nejonizirajućih zračenja. Također, druga važna činjenica je da su svi prenosni dalekovodi projektovani, građeni i za iste su pribavljene upotrebne dozvole na temelju Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV [4], kojim se u naseljenim mjestima, odnosno područjima povećane osjetljivosti, propisuje da sigurnosne visine i udaljenosti za naponske nivoe 110 kV, 220 kV i 400 kV iznose: 7 m, 7,75 m i 9 m, respektivno. Na temelju ovoga nameće se pitanje: kako i da li usvojene granične vrijednosti električnog i magnetnog polja (tamo gdje su utvrđene) u područjima povećane osjetljivosti i profesionalne izloženosti koreliraju sa propisanim sigurnosnim visinama i udaljenostima i širinama zona sigurnosti?!

U proteklom periodu, Elektroprenos BiH, a time i OP Tuzla, provodili su procedure pribavljanja okolinskih dozvola (u entitetu RS pribavlja se odobrenje za upotrebu od strane Ministarstva zdravlja i zaštite okoliša) za sve prenosne dalekovode, uvažavajući entitetske propise iz zaštite okoliša i zaštite od nejonizirajućih zračenja za elektromagnetna polja niskih učestanosti. Sukladno propisanim procedurama koje u entitetu Federacija BiH ne zahtijevaju mjerenja, pošto nema utvrđenih graničnih vrijednosti za električna i magnetna polja, dok su u entitetu RS prema usvojenom Zakonu o zaštiti od nejonizirajućih zračenja i pratećim pravilnicima vršena prva ispitivanja nejonizirajućeg zračenja postojećih dalekovoda, kao i periodična ispitivanja (svake tri godine) u područjima povećane osjetljivosti, pri čemu nisu izmjerena prekoračenja graničnih vrijednosti električnog i magnetnog polja, i za sve prenosne vodove su uredno pribavljene okolinske dozvole, odnosno odobrenje za upotrebu, i iste se obnavljaju. Prvo i periodično ispitivanje izvora nejonizirajućeg (elektromagnetnog) zračenja, odnosno prenosnih vodova, obavilo se u područjima povećane osjetljivosti, konkretno u stambenim zonama, zonama sa bolnicama, školama, dječjim ustanovama, igralištima, rekreacionim, administrativnim, trgovačkim i zabavnim centrima, osim u zonama javnih puteva ili željezničkih pruga u ovim zonama. Pri tome se vodilo računa da se prva i periodična mjerenja obavljaju na onim mjestima gdje se očekuju najviši nivoi elektromagnetnog polja, i to na tri mjesta u području profesionalnog izlaganja i na tri mjesta u području povećane osjetljivosti. Ona se provode na postojećim prenosnim vodovima.

Analizom rezultata provedenih mjerenja može se zaključiti da su najveće vrijednosti intenziteta električnog polja i magnetne indukcije izmjerene na mjestu ukrštanja pojedinih dalekovoda različitog na-

ponskog nivoa, što su i očekivani rezultati. Tako su najveće vrijednosti jačine električnog polja izmjerene kod objekata u blizini ukrštanja sa prenosnim dvosistemskim dalekovodima iznosile 1131,34 V/m i magnetnog fluksa 355,44 nT (podaci iz Izvještaja o ispitivanju nivoa nejonizirajućeg zračenja niskih frekvencija na DV 110 kV Dobož 3 – Skugrić – Lončari), odnosno u blizini 400 kV dalekovoda, izmjerene vrijednosti su 1890 V/m, 1160 nT, respektivno (podaci iz Izvještaja o ispitivanju nivoa nejonizirajućeg zračenja niskih frekvencija na DV 400 kV Ugljevik–Ernestinovo).

Kod izgradnje novih prenosnih vodova, kao i rekonstrukcije postojećih, u postupku pribavljanja odobrenja za građenje, u prvom koraku se susrećemo sa pribavljanjem okolinske dozvole i izradom studije uticaja na okoliš, u oba entiteta, s tom razlikom što se u entitetu RS dodatno pribavlja odobrenje Ministarstva zdravlja i zaštite okoliša na temelju procjene uticaja izvora nejonizirajućeg zračenja, odnosno prenosnog voda, na životnu sredinu uz uslov da nivo izlaganja ne prelazi propisane granice, te su obavezna prva mjerenja nivoa elektromagnetnih polja u okolini prenosnih vodova u roku od 30 dana od puštanja u rad, uz prilaganje dijagrama dnevnih i nedjeljnih opterećenja, pošto prenosni vodovi uobičajeno rade sa snagom manjom od nazivne.

Uvažavajući ove i druge zahtjeve, te uzimajući u obzir entitetske propise iz oblasti zaštite okoliša, Elektroprenos BiH, kao državna kompanija, koja posluje na teritoriju oba entiteta i Distrikta Brčko, mogla bi imati nepremostive pravne i zakonske prepreke u postupku izgradnje i rekonstrukcije prenosnih vodova naponskog nivoa 110 kV, 220 kV i 400 kV, kada imamo situaciju da pojedini prenosni vodovi prolaze kroz oba entiteta i Distrikt Brčko, pa bi praktično trebalo da se imaju i različiti projektni zadaci za isti objekat na pojedinim dionicama. To bismo imali ako bi poštivanje zakonske regulative iz oblasti zaštite od nejonizirajućeg zračenja zahtijevalo eventualno povećanje sigurnosnih visina i udaljenosti ili širine zona sigurnosti u naseljenim mjestima, odnosno u blizini zgrada, što bi, u stvari, bilo u područjima povećane osjetljivosti.

Interesantno je da su u protekle dvije godine Elektroprenos BiH i NOS BiH pripremili izmjene Pravilnika o zonama sigurnosti nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 110 kV do 400 kV i postupak usvajanja je u toku, a sve u svrhu boljeg i preciznijeg definisanja kada se objekti u izuzetnim slučajevima mogu graditi u zonama sigurnosti. Prema ovom izmijenjenom Pravilniku, „u području zone sigurnosti industrijski objekti, građevinski objekti i stambena naselja mogu se graditi samo u izuzetnim slučajevima ograničenja prostora za građenje i uz Saglasnost za izgradnju objekata od strane Elektroprenosa“, čemu će prethoditi obaveza izrade Elaborata o zadovoljenju tehničkih uslova, kojim se provjeravaju uslovi iz Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV. Dakle, ove izmjene neće uvažavati zahtjeve koji bi proisticali iz entitetske zakonske regulative u oblasti zaštite od nejonizirajućih zračenja, koje bi, nasuprot tome, trebalo da razmatraju pitanja eventualnih proširenja zona sigurnosti, u kojima bi, kao u područjima povećane osjetljivosti, bio izričito zabranjen boravak ljudi, ili bi iste trebalo rekonstruisati na veće sigurnosne visine i udaljenosti. Ovakav pristup je odabran jer nema zakonske regulative iz oblasti zaštite od nejonizirajućih zračenja na nivou BiH, pa se tako nije moglo operirati referentnim graničnim vrijednostima jačina električnog polja i magnetnog polja, te sagledavanjem uslova zadovoljavanja istih.

4. ISKUSTVA DRUGIH U PRIMJENI REGULATIVE U OBLASTI NEJONIZIRAJUĆIH ZRAČENJA

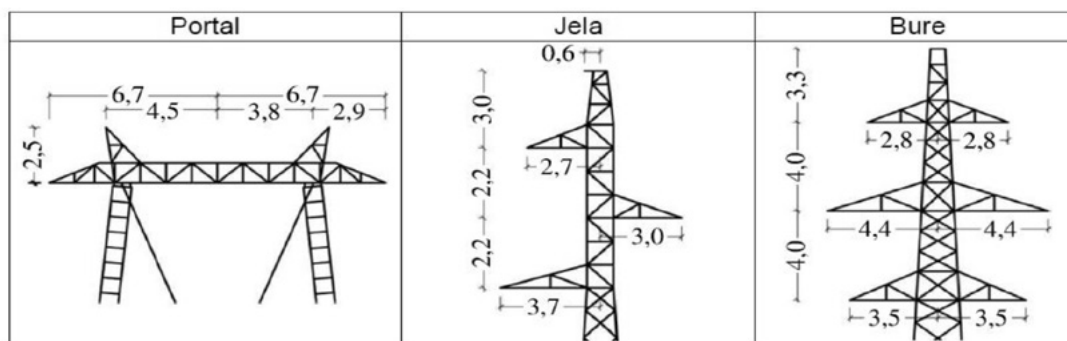
Kada govorimo o iskustvima drugih u primjeni regulative u oblasti nejonizirajućih zračenja, tu prvenstveno mislimo na zemlje okruženja, s obzirom na to da su njihovim nacionalnim regulativama propisane granične vrijednosti električnih i magnetnih polja u područjima povećane osjetljivosti (opšta populacija) dva do tri puta strože od predloženih od strane ICNRP-a, Evropske unije, i vrijednosti koje su usvojile i vodeće – najrazvijenije zemlje EU (tabela 2), i pošto je ista praksa preuzeta u dijelovima BiH (tabela 3). Prema iskustvima susjednih zemalja – Srbije i Crne Gore, može se zaključiti da kod donošenja predmetne regulative, s obzirom na to da je prisutan pristup istog tretmana prenosnih objekata koji će se graditi i postojećih, nisu se sagledavale reperkusije propisanih graničnih vrijednosti na mogućnost njihovog zadovoljenja kod postojećih prenosnih dalekovoda, već se sa ozbiljnim analizama

i studijama krenulo kasnije. Također, odgovor na pitanje zbog čega se višestruko pooštavaju granične vrijednosti, ostaje nepoznat, osim što se to može sagledavati u povećanoj brizi za zdravlje ljudi i povećanju društvene svijesti. Propisane granice izlaganja stanovništva elektromagnetnim poljima se obavezno moraju poštovati, kako kod projektovanja i izgradnje novih prenosnih vodova, tako i kod zahtjeva za gradnju stambenih objekata u blizini postojećih vodova.

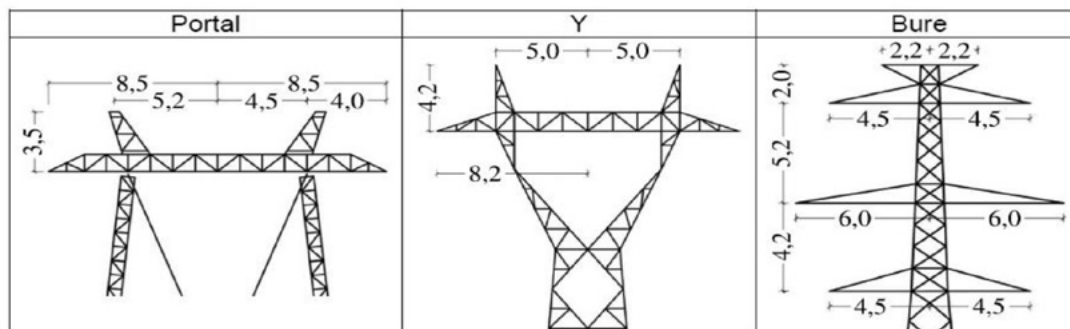
Za sagledavanje usaglašenosti nivoa polja u okolini nadzemnih vodova sa propisanim granicama izlaganja stanovništva u područjima povećane osjetljivosti, neophodno je provesti analizu koja će dati odgovore u kojim slučajevima može doći do prekoračenja tih vrijednosti, kao i kolika je zona oko nadzemnog voda u kojoj se mogu javiti prekoračenja. Takve analize za tipove primijenjenih stubova na prenosnim vodovima u većem obimu tipa studije nisu rađene za Elektroprijenos BiH. S obzirom na to da je za potrebe Elektromreža Srbije urađena takva studija i analize [9], ukazaćemo na neke najznačajnije rezultate. Prvi korak je proračun najvećih vrijednosti jačine električnog polja i magnetne indukcije u zoni ispod nadzemnog voda i njihovo upoređivanje sa propisanim graničnim vrijednostima u područjima povećane osjetljivosti. Za električno polje, značajni ulazni podaci su nazivni napon i geometrija same glave stuba, dati za različite naponske nivoe na slikama 1, 2. i 3, koje se inače malo razlikuju za različite familije stubova istih naponskih nivoe. Za magnetnu indukciju, koju prvenstveno određuje struja opterećenja, promatra se kratkotrajna dozvoljena struja koja može da teče kroz provodnike nadzemnog voda u ograničenom vremenskom periodu i koja može da zagrijava provodnike na kratkotrajno dozvoljenu temperaturu od 80° C. Istovremeno se proračunavaju električno polje i magnetno polje na visini 1 m iznad površine horizontalnog, ravnog tla, za najmanju projektovanu visinu faznih provodnika, koja, sukladno Pravilniku [4], za naponske nivoe 110 kV, 220 kV i 400 kV iznose 7 m, 7,75 m i 9 m, respektivno. Proračun se provodi uz određene aproksimacije, tako da:

- nadzemni vod je modelovan skupom beskonačnih dugih, pravih provodnika koji su međusobno paralelni i paralelni sa površinom zemlje i nalaze se iznad ravnog tla;
- uvažen je tačan broj i raspored provodnika i njihove geometrijske karakteristike;
- zanemarene su struje indukovane u zaštitnim užadima, naponske i strujne nesimetrije, harmonici, kao i uticaj stranih objekata koji mogu dovesti do peturbacije polja.

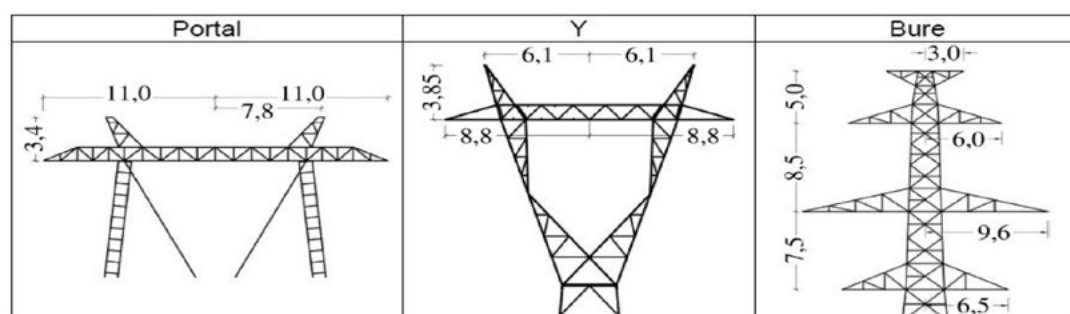
Proračun za nadzemne vodove kod kojih su primijenjeni stubovi koji su prikazani na slikama 1, 2. i 3. sproveden je duž lateralnog profila (profil normalan na osu voda) koji se nalazi na visini od 1 m iznad tla. Proračun je sproveden za nadzemne vodove naponskih nivoe 110 kV, 220 kV i 400 kV standardnih promjera faznih vodiča, dužina izolatorskih lanaca, a u cilju dobijanja najvećih vrijednosti magnetne indukcije pretpostavljeno je da su vodovi opterećeni kratkotrajno dozvoljenom strujom u zimskom periodu, čije vrijednosti iznose 880 A, 1370 A i 2740 A, respektivno, u cilju dobijanja najvećih vrijednosti električnih i magnetnih polja.



Slika 1. Glave stubova nadzemnih vodova naponskog nivoa 110 kV



Slika 2. Glave stubova nadzemnih vodova naponskog nivoa 220 kV



Slika 3. Glave stubova nadzemnih vodova naponskog nivoa 400 kV

Pretpostavljeno je da su visine faznih provodnika iznad tla jednake minimalno dopuštenim sigurnosnim visinama u naseljenim mjestima, prema Pravilniku [4].

U Tabeli 4. je za svaki analizirani nadzemni vod data najveća vrijednost jačine električnog polja (E_{max}) i magnetske indukcije (B_{max}) dobijena proračunom duž lateralnog profila. Analizom rezultata proračuna, uz naznačene aproksimacije modela i načina proračuna, može se zaključiti da preporučene granične vrijednosti u područjima povećane osjetljivosti za jačine električnog polja (5 kV/m) i magnetne indukcije (100 μ T) ne mogu biti prekoračene na prenosnim vodovima tipične konfiguracije naponskih nivoa 110 kV i 220 kV, uz poštivanje minimalno dopuštenih sigurnosnih visina i udaljenosti. Također, analiza rezultata pokazuje da je evidentno da do prekoračenja graničnih vrijednosti, ako su i niže postavljene, prvo dolazi za vrijednosti električnog polja kod posmatranih visina faznih provodnika iznad zemlje. Referentni nivo jačine električnog polja za područja povećane osjetljivosti (ili za opštu javnu izloženost) od 5 kV/m može biti prekoračen samo kod prenosnih vodova naponskog nivoa 400 kV.

Tabela 4. Najveće izračunate vrijednosti jačine električnog polja i magnetne indukcije

Naponski nivo	110 kV		220 kV		400 kV	
	E_{max} [kV/m]	B_{max} [μ T]	E_{max} [kV/m]	B_{max} [μ T]	E_{max} [kV/m]	B_{max} [μ T]
Portal	1,90	30,04	3,75	42,33	7,78	72,06
Jela	1,53	18,63	---	---	---	---
Y	---	---	3,72	42,14	7,31	69,96
Bure (048-048)	2,23	18,78	3,91	25,35	8,37	47,72
Bure (048-840)	1,34	18,48	2,60	25,42	6,50	50,13

Stoga je bilo korisno izvršiti određivanje minimalnih visina faznih provodnika (h_{ref}) pri kojima ne dolazi do prekoračenja referentnih nivoa jačine električnog polja i magnetne indukcije na prenosnim vodovima date konfiguracije naponskog nivoa 400 kV (tabela 5). Ove visine je potrebno poštovati prilikom projektovanja i izgradnje novih prenosnih vodova u područjima povećane osjetljivosti, kao i u situacijama kada prenosni vod prelazi preko stambenih objekata, pri čemu je korisno provoditi proračun za svaki konkretni problem u trasi novih vodova. Također, korištenjem rezultata ove studije i prezentiranih rezultata [9] nameće se zaključak da mjerenje jačine električnog polja i magnetne indukcije nije potrebno vršiti u rasponima na kojima je visina provodnika veća od referentne visine (h_{ref}), pod uslovom da u zoni sigurnosti neposredno ispod voda nema stambenih objekata koji, pored prizemlja, imaju i jedan ili više spratova.

Tabela 5. Najveće izračunate vrijednosti jačine električnog polja i magnetne indukcije analiziranih vodova naponskog nivoa 400 kV pri različitim visinama faznih provodnika

h [m]	Portal		Y		Bure (048-048)		Bure (048-048)	
	E_{max} [kV/m]	B_{max} [μ T]	E_{max} [kV/m]	B_{max} [μ T]	E_{max} [kV/m]	B_{max} [μ T]	E_{max} [kV/m]	B_{max} [μ T]
9	7,78	72,06	7,31	69,96	8,37	47,72	6,50	50,13
10	6,62	63,26	6,18	60,54	7,46	42,08	5,39	42,91
12	4,97	49,82	4,58	46,36	6,22	34,06	3,83	31,83
14	3,88	40,07	3,53	36,39	5,32	28,	2,84	24,08
16	3,11	32,77	2,80	29,16	4,56	24,66	2,17	18,58
18	2,55	27,18	2,28	23,79	3,94	21,56	1,69	14,61
20	2,12	22,84	1,88	19,72	3,42	18,91	1,35	11,67
21	1,95	21,03	1,72	18,05	3,20	17,74	1,21	10,50

Primjenom prezentiranih računskih rezultata, uz uvažavanje aproksimacija kod modela i proračuna nadzemnih prenosnih vodova, kao i činjenice preuzetih vrijednosti kratkotrajno dozvoljenih strujnih opterećenja u zimskom periodu (podaci EMS-a), na konkretne prenosne vodove naponskog nivoa 400 kV u vlasništvu Elektroprenosa BiH (jednosistemske vodove sa stubovima tipa Y i Portal), nameće se zaključak da bi hipotetički sigurnosne visine i udaljenosti u područjima povećane osjetljivosti gdje se to zahtijeva (naseljena mjesta) trebalo podizati sa 9 m na cca 12 m, da bi se zadovoljila granična vrijednost jačine električnog polja od 5 kV/m, odnosno eventualno na cca 21 m, da bi se zadovoljila granična vrijednost jačine električnog polja od 2 kV/m, uz takve uslove proračuna. Sukladno tome bi se povećale i širine zona sigurnosti. Naravno, ovdje smo samo dali primjenu rezultata konkretnog proračuna, pri čemu bi obavezno trebalo provoditi proračune i mjerenja za konkretne uslove na prenosnim vodovima, da bi se uvažile specifičnosti i razlike samog tipa stubova (glava stuba, međufazni razmaci...), strujna ograničenja na konkretnim vodovima, i drugo.

5. ZAKLJUČAK

Nadzemni prenosni vodovi zbog svoje dužine, rasprostranjenosti i neminovnosti primicanja stambenim naseljima predstavljaju veoma značajne izvore elektromagnetnih polja ekstremno niskih frekvencija. Uvođenje zakonske regulative u oblasti zaštite od izvora nejonizirajućeg zračenja treba promatrati u smislu povećanja društvene, ekološke odgovornosti i povećanog stepena brige o zdravlju stanovništva u područjima povećane osjetljivosti, tako i zdravlju uposlenika u područjima profesionalne izloženosti. U narednom periodu treba intenzivirati aktivnosti na donošenju zakonske regulative na državnom nivou, koja bi bila usklađena sa preporukama ICNRP-a i EU direktivama, a sa kojom bi se usaglašavale regulative na nižim nivoima vlasti. Na temelju izloženog u radu, nameće se više zaključaka i preporuka. Evo nekih:

- Potrebno je uskladiti granične vrijednosti jačina električnog polja i magnetne indukcije izvora nejonizirajućih zračenja sa preporučenim vrijednostima iz EU direktiva i ICNRP-a (5 kV/m, 100 μ T), odnosno sa praksom najrazvijenijih EU zemalja, umjesto propisivanja vrijednosti koje su nekoliko puta manje.
- Zakonska regulativa iz oblasti nejonizirajućeg zračenja ne bi trebalo da ima karakter retroaktivne primjene i izjednačavanja uslova za postojeće objekte i objekte koje se grade, i tu je potrebno praviti distinkciju, kako u propisivanju graničnih vrijednosti, tako i svih proisteklih obaveza iz regulative. Naime, propisane granične vrijednosti za nove prenosne vodove, kao izvore nejonizirajućih zračenja, ne treba zahtijevati kod postojećih prenosnih vodova, građenih uz drugačije uslove, uz nametanje eventualnih dodatnih obaveza rekonstrukcije postojećih prenosnih vodova, te mogućnost zabrane rada istih, čime se u konačnici može prouzročiti veća društvena šteta od koristi.
- Kad se za postojeće prenosne vodove, na primjer, za prenosne vodove napona 110 kV i/ili 220 kV, utvrdi (proračunom, studijama neovisnih, certificiranih pravnih subjekata) da se ne mogu dostići propisane granične vrijednosti (npr. 2 kV/m, 40 μ T i/ili 5 kV/m, 100 μ T), pošto se radi o konstantnim i predvidim veličinama, treba razmotriti opravdanost ponavljanja periodičnih mjerenja, i iste ukinuti, pošto se prave nepotrebni troškovi, a rezultati ne mogu biti drugačiji ako nije došlo do izmjene uslova korištenja, odnosno rekonstrukcije, što se onda i zakonski tretira kao novi objekat.
- Zakonska regulativa iz oblasti nejonizirajućih zračenja od prenosnih vodova najviše se reflektuje na prenosne vodove naponskog nivoa 400 kV, te treba voditi računa da se maksimalističkim pristupom u određivanju graničnih vrijednosti, proširenjem područja povećane osjetljivosti, zabranama i ograničenjima u njima (umjesto jednog izbalansiranog pristupa sa diferenciranjem uslova u tim zonama), ne prouzroči ne samo enormno povećanje troškova gradnje novih prenosnih vodova napona 400 kV i održavanja postojećih, nego da se uopšte ne dovede u pitanje mogućnost gradnje novih vodova 400 kV, kako zbog tih uslova tako i zbog ograničenja u njihovom prostornom razmještanju (sve više u prostornim planovima imamo područja povećane osjetljivosti).

LITERATURA

- [1] ICNRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) (published in: Health physics 74(4): 494–522; 1998).
- [2] Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council (of 29 April 2004).
- [3] Zakon o prenosu, regulatoru i operatoru sistema električne energije u Bosni i Hercegovini („Službeni glasnik BiH“ br. 7/02 i 13/03).
- [4] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV („Službeni glasnik BiH“ br. 72/08, „Službeni list SFRJ“ br. 65/88).
- [5] Pravilnik o zonama sigurnosti nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 110 kV do 400 kV („Službeni glasnik BiH“ br. 23/08).
- [6] Zakon o zaštiti od nejonizirajućih zračenja („Službeni glasnik RS“ br. 36/19).
- [7] Pravilnik o izvorima nejonizirajućih zračenja od posebnog interesa („Službeni glasnik RS“ br. 112/05).
- [8] Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja do 300 GHz („Službeni glasnik RS“ br. 112/05).
- [9] M. Grbić, A. Pavlović, Uticaj granica izlaganja stanovništva električnom i magnetnom polju na projektovanje i izgradnju prenosnih nadzemnih vodova, VI savjetovanje CG KO CIGRE, Bečići, maj 2019.
- [10] N. Curović, G. Todorović, Primena Zakona o zaštiti od elektromagnetnog zračenja – iskustva i preporuke, VI savjetovanje CG KO CIGRE, Bečići, maj 2019.

POGONSKI DOGAĐAJI I OTKLANJANJE NEDOSTATAKA NA DALEKOVODIMA U ELEKTROPRENOSU BIH – OP SARAJEVO

Mr **Haris Zaimović**, dipl. inž. el., Elektroprenos BiH a.d. Banja Luka, OP Sarajevo

Maja Antić, dipl. inž. el., Elektroprenos BiH a.d. Banja Luka, OP Sarajevo

Salim Džananović, dipl. inž. el., Elektroprenos BiH a.d. Banja Luka, OP Sarajevo

Mr **Mirza Matoruga**, dipl. inž. el., Elektroprenos BiH a.d. Banja Luka, OP Sarajevo

1. UVOD

Aktivnosti u službama za održavanje dalekovoda OP Sarajevo obavljaju se za potrebe investicionog održavanja i investicija. Radovi na dalekovodima obavljaju se prema godišnjim, mjesečnim i sedmičnim planovima. Realizacija Plana investicionog održavanja na godišnjem nivou je $\geq 97,5\%$ što je u skladu sa postavljenim ciljevima. U skladu sa Pravilnikom o održavanju dalekovoda, izrađuju se godišnji, mjesečni i sedmični planovi rada službe. Prema ovim planovima, vrše se pregledi i remont dalekovoda. Nakon obavljenih aktivnosti, sačinjavaju se izvještaji na propisanim obrascima. Ukoliko stepen oštećenja ili ugroženosti dalekovoda ne zahtijevaju hitnu intervenciju, aktivnosti se planiraju i izvode planski. Ako se radi o havariji, većem stepenu oštećenja i ugroženosti, pristupa se hitnoj intervenciji. U Elektroprenosu BiH poseban značaj se daje preventivnom održavanju. Za svaki havarijski i značajniji pogonski događaj izvrši se kvalitetan i detaljan pregled, priprema i sanacija. U toku i nakon izvršene sanacije, vrši se priprema i sačinjavaju se Inicijalni i na kraju Finalni izvještaj o pogonskom događaju.

Kompanija Elektroprenos Bosne i Hercegovine a.d. Banja Luka – Operativno područje Sarajevo ima u svom sastavu tri terenske jedinice: Sarajevo, Višegrad i Zenica. U radu su obrađeni po jedan pogonski događaj iz svake terenske jedinice i način kako su nedostaci otklonjeni.

TJ Sarajevo: Izmjena vrhova gornjih i donjih konzola na stubu SM 15 DV 110 kV TS Sarajevo 15 – TS Sarajevo 14, čime je eliminisano „zgodno“ mjesto gdje su ptice pravile gnijezda i gdje su se dešavali preskoci.

TJ Višegrad: Pronalaženje i otklanjanje uzroka višestrukih i višegodišnjih ispada DV 400 (220) kV HE Piva – TS Sarajevo 20. Zamjena izolatorskog lanca na kojem je od 17 članaka bilo 12 progorgjelih, i to neki i po dva puta, a da nije bilo nikakvih tragova koji su se mogli uočiti pri pregledu sa zemlje.

TJ Zenica: Oštećenje OPGW užeta u mostu na zateznom prolaznom ovješenu usljed djelovanja atmosferskog prenapona, a čemu je prethodilo oštećenje brikne OPGW-a koje je uzrokovalo da dođe do tačkastog dodira OPGW užeta sa konstrukcijom stuba.

2. IZMJENA VRHOVA GORNJIH I DONJIH KONZOLA NA STUBU SM 15 DV 110 KV TS SARAJEVO 15 – TS SARAJEVO 14

Nakon obostranog ispada DV 110 kV TS Sarajevo 15 – TS Sarajevo 14 dana 3. 2. 2016, izvršen je pregled dalekovoda. Pregledom je konstatovano da se preskok desio na SM 15. Na gornjoj konzoli stuba ptice su izgradile gnijezdo u kome je bilo i komada žica. Nakon uklanjanja gnijezda sa SM 15, dalekovod je obostrano uključen.

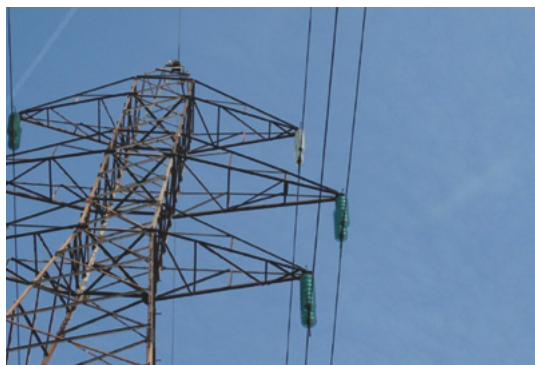
Nakon ovog pogonskog događaja, izvršena je analiza i sačinjen je izvještaj. Stubno mjesto 15 locirano je u stambenom naselju sa većom koncentracijom kontejnera i ptica. Na ovom stubu se desio skoro identičan događaj 21. 4. 2009. Gnijezda na ovom tipu stuba uvijek su se nalazila na gornjoj ili donjoj konzoli, gdje se u vrhu stuba LH1 nalaze dvije dijagonale u križu od L-profila 35 x 35 x 4 mm. Na srednjim konzolama stuba LH1 nema tih ukrasnih dijagonala.

Ove dijagonale bile su „zgodno“ mjesto za zadržavanje granja, žica i pravljenje gnijezda. Žice iz gnijezda prespojile su dio izolatora. Narušavanjem sigurnosnog rastojanja došlo je do preskoka napona sa faznog vodiča na čeličnu konstrukciju stuba i obostranog ispada dalekovoda.

Kako bi se spriječilo ponavljanje događaja, preporuke izvještaja su da se demontiraju ukrasne dijagonale na dvije gornje i dvije donje konzole SM 15, a na tom mjestu montira ojačanje od L-profila 50 x 50 x 5 mm. Predmetnim aktivnostima prethodila je i provjera opterećenja (primijenjenih sila) koja djeluju na konzole predmetnog stuba i konstatovano je da su iste značajno manje od opterećenja na koje je stub računat, s obzirom na to da su rasponi prema susjednim stubovima izrazito mali (SM 14 – SM 15: 134 m, SM 15 – SM 16: 133 m, dodatni teret 1,6 daN/m, naprezanje 8 daN/mm², pritisak vjetra 90 daN/m²). Nakon što su izvršene pripreme i obezbijeđeno isključenje dalekovoda, radovi su izvedeni 7. 6. 2016. godine.

Na ovaj način su ptice „odvracene“ od pravljenja gnijezda u vrhu konzola i izazivanja ispada dalekovoda i drugih neželjenih posljedica. Redovnim pregledima dalekovoda nisu evidentirana gnijezda u vrhu konzola SM 15. Evidentirano je pravljenje gnijezda u samom trupu stuba, ali koje nema negativnih posljedica po pouzdan rad dalekovoda.

Također, navedeni problem ujedno ukazuje i na propuste koji se dešavanju prilikom projektovanja i dizajniranja stubova, na koje ubuduće treba obratiti više pažnje.



Slika 1. SM 15 – vrhovi gornjih i donjih konzola sa križevima u vrhu konzola, a srednja konzola bez križa



Slika 2. SM 15 – demontirani križevi gornjih i donjih konzola sa ojačanjima

3. PRONALAZENJE I OTKLANJANJE UZROKA VIŠESTRUKIH I VIŠEGODIŠNJIH ISPADA DV 400 (220) KV HE PIVA – TS SARAJEVO 20

Na DV 400 (220) kV HE Piva – TS Sarajevo 20, u periodu od tri godine, dešavali su se višestruki ispadi. Pregled tih pogonskih događaja, sa vremenima i pokazivanjima zaštita u TS Sarajevo 20, dat je u tabelama 1. i 2:

Tabela 1. Mjesečni pregled pogonskih događaja na DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20

God.	Objekat	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		is-pad	isklju
		isp	isk	isp	isk	isp	isk	isp	isk	isp	isk	isp	isk	isp	isk	isp	isk	isp	isk	isp	isk	isp	isk				
2016.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20			x								2x						x	x							4	1
2017.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20											4x					x	2x								6	1
2018.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20					3x						x				3x				4x			3x			11	3

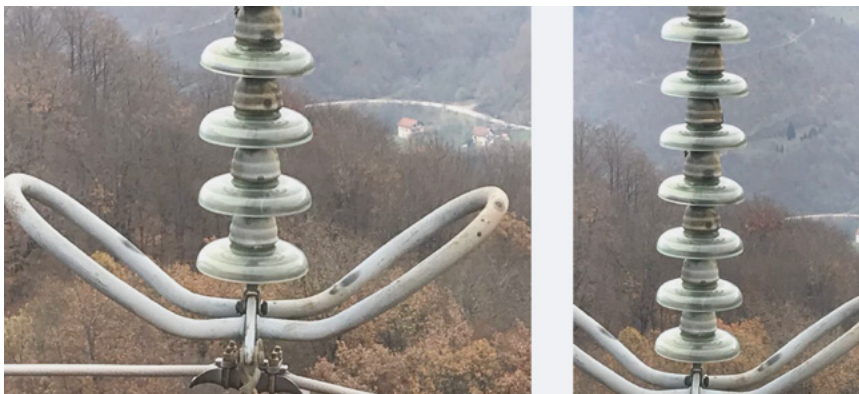
Tabela 2. Pregled pogonskih događaja na DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20 sa pokazivanjima zaštita

2016.	Objekat/dalekovod	Datum zastoja	Vrijeme trajanja zastoja	Razlog zastoja
1.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	29. 2. 2016.	12:35–13:02	Ispad: DZ 1°, F0,4-N, lok. 79,1 km
2.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	17. 6. 2016.	11:12–11:35	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 50,34 km
3.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	17. 6. 2016.	11:44–19:13	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 52,04 km
4.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	11. 9. 2016.	15:03–15:03	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 52,14 km, APU – uspješan
5.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	27. 9. 2016.	07:00–19:00	Remont dalekovoda – zamjena oštećene konstrukcije na SM 89 i SM 90
2017.	Objekat/dalekovod	Datum zastoja	Vrijeme trajanja zastoja	Razlog zastoja
1.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	3. 6. 2017.	15:10–15:10	Ispad: DZ 1°, F0-N, lok. 14,5 km, APU – uspješan
2.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	29. 6. 2017.	10:10–10:21	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 51,08 km
3.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	29. 6. 2017.	10:24–19:10	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 49,95 km
4.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	30. 6. 2017.	13:21–13:49	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 49,55 km
5.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	11. 9. 2017.	08:01–14:44	Korekcija provjesa u rasponu SM 37 – SM 38
6.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	17. 9. 2017.	10:34–11:22	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 57,9 km
7.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	17. 9. 2017.	11:47–12:58	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 53,1 km

2018.	Objekat/dalekovod	Datum zastoja	Vrijeme trajanja zastoja	Razlog zastoja
1.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	31. 3. 2018.	10:54–10:54	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 55,6 km, APU – uspješan
2.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	31. 3. 2018.	11:35–11:35	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 53,0 km, APU – uspješan
3.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	31. 3. 2018.	11:59–11:59	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 56,0 km, APU – uspješan
4.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	9. 6. 2018.	04:12–04:12	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 55,00 km, APU – uspješan
5.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	9. 8. 2018.	14:34–15:02	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 55,60 km
6.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	13. 8. 2018.	14:20–15:17	Ispad: DZ 1°, 2°, 4°, F8-N
7.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	17. 8. 2018.	17:27–18:20	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 55,60 km
8.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	27. 10. 2018.	23:00–23:17	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 55,00 km
9.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	29. 10. 2018.	19:27–19:46	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 55,67 km
10.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	29. 10. 2018.	20:52–21:12	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 55,67 km
11.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	29. 10. 2018.	01:03–01:03	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 55,67 km
12.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	5. 11. 2018.	08:00–16:12	Pregled DV sa penjanjem na stubove
13.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	6. 11. 2018.	08:02–14:26	Pregled DV sa penjanjem na stubove
14.	DV 220 kV HE Piva – TS Sarajevo 20	7. 11. 2018.	08:40–18:23	Pregled DV sa penjanjem na stubove

S obzirom na to da je u pitanju veoma važan interkonektivni vod, pristupilo se detaljnoj analizi. Više puta su pregledane sporne dionice, kao i cijela trasa dalekovoda, ali nikada nije pronađen nijedan konkretan uzrok ispada. Kao potencijalno kritično mjesto uzet je raspon SM 37 – SM 38, koji je veoma dugačak (698,4 m) i prelazi preko provalije. Izvršena je kompletna analiza tog raspona i cijelog zateznog polja (SM 37 – SM 46): proračun lančaniće, provjesa i geodetsko snimanje i utvrđeno da su vodiči u tom rasponu prešpanovani (prilikom izgradnje dalekovoda). Ubačena su po dva članka izolatora, poboljšane performanse tog dijela voda, međutim, ispadi su se i dalje dešavali. S obzirom na to da lokatori kvara nisu ukazivali na tu lokaciju, niti je postojao drugi siguran dokaz da je to razlog ispada, pristupilo se detaljnom pregledu dalekovoda sa penjanjem na stubove. Pomenuti pregled vršen je na dionici od SM 8 do SM 38, jer je lokator ukazivao na to da je kvar u dijelu od 49. do 57. kilometra od TS Sarajevo 20.

Na SM 16, koje se nalazi na 55. kilometru, pronađeno je da je došlo do progorijevanja izolatorskih članaka. Situacija se u prvi mah činila neuobičajenom. Međutim, nakon toga, isti problemi su pronađeni i na nekim drugim dalekovodima. Naime, nijedan stakleni izolator nije čak ni napukao, tako da je to pri redovnom godišnjem pregledu sa zemlje nemoguće uočiti. Tom prilikom, utvrđeno je da je, od 17 izolatorskih članaka, 12 progorjelo, i to neki i po dva puta, što se može vidjeti na slikama 3a. i 3b:



Slika 3a. Progorjeli izolatorski članci na SM 16

Slika 3b. Progorjeli izolatorski članci na SM 16

Zamijenjen je kompletan izolatorski lanac i poslije toga nije bilo ispada ovog tipa, čime je riješen konkretan problem.

Nakon ovih pogonskih događaja, u maju 2019. godine, na DV 110 kV TS Sokolac – TS Rogatica, dešavaju se ispadi sa vremenima i signalizacijom datim u tabeli 3:

Tabela 3. Pregled pogonskih događaja na DV 110 kV TS Sokolac – TS Rogatica sa pokazivanjima zaštita

2019.	Objekat/dalekovod	Datum zastoja	Vrijeme trajanja zastoja	Razlog zastoja
1.	DV 110 kV TS Sokolac – TS Rogatica	17. 5. 2019.	18:58, APU uspješan	Ispad: DZ 1°, F0-4-8-N, lok. 15,5 km (TS Rogatica)
2.	DV 110 kV TS Sokolac – TS Rogatica	22. 5. 2019.	06:06, APU uspješan	Ispad: DZ 1°, F4-N, lok. 17,5 km (TS Rogatica)
3.	DV 110 kV TS Sokolac – TS Rogatica	25. 5. 2019.	07:51, APU uspješan	Ispad: DZ 1°, F8-N, lok. 21,7 km (TS Rogatica)

Na osnovu prethodnog iskustva, odmah je organizovan pregled dijela dalekovoda sa penjanjem na stubove (od 15. do 22. kilometra) i na SM 16 i SM 38 je pronađen isti kvar na člancima izolatorskog lanca. Zamijenjen je kompletan izolatorski lanac, poslije čega nije bilo više ispada.

U junu 2019. godine desila su se dva ispada na DV 110 kV TS Rogatica – TS Višegrad, usljed jakog nevremena sa grmljavinom, sa vremenima i signalizacijom datim u tabeli 4.

Tabela 4. Pregled pogonskih događaja na DV 110 kV TS Rogatica – TS Višegrad sa pokazivanjima zaštita

2019.	Objekat/dalekovod	Datum zastoja	Vrijeme trajanja zastoja	Razlog zastoja
1.	DV 110 kV TS Rogatica – TS Višegrad	22. 6. 2019.	15:33, APU uspješan	Ispad: DZ 1°, F0-4-8-N, lok. 11,29 km (TS Višegrad)
2.	DV 110 kV TS Rogatica – TS Višegrad	22. 6. 2019.	16:24, APU uspješan	Ispad: DZ 1°, F0-4-8-N, lok. 2,3 km (TS Višegrad)

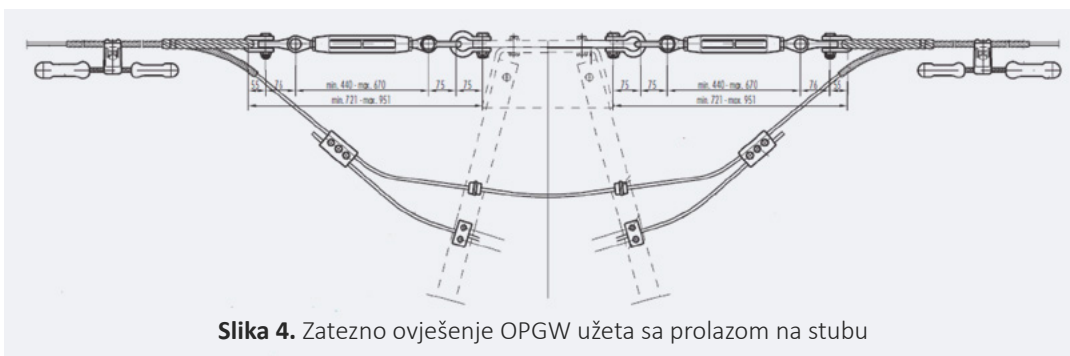
Nakon pregleda sa penjanjem dionice na koju je ukazao lokator, na SM 83 pronađen je isti kvar na člancima izolatorskog lanca i on je zamijenjen.

S obzirom na probleme koji su izazvani ovom pojavom, neophodno je izvršiti električna i mehanička ispitivanja demontiranih izolatorskih članaka.

Iz svih ovih pogonskih događaja izvodi se zaključak da je pregled dalekovoda sa penjanjem na stubove neophodan i ključan u preventivnom i redovnom održavanju dalekovoda. Takođe je utvrđeno da je, pored redovnih planskih pregleda sa penjanjem na stubove kompletnih dalekovoda koji se rade jednom u 10 godina, potrebno vršiti vanredne preglede sa penjanjem na dionicama na kojima se desi više od dva ispada u kraćem vremenskom periodu.

4. OŠTEĆENJE OPGW UŽETA U MOSTU NA ZATEZONOM PROLAZNOM OVJEŠENJU USLJED DJELOVANJA ATMOSFERSKOG PRENAPONA NA DV 2X110 kV TS ZENICA 2 – TS ZENICA 3

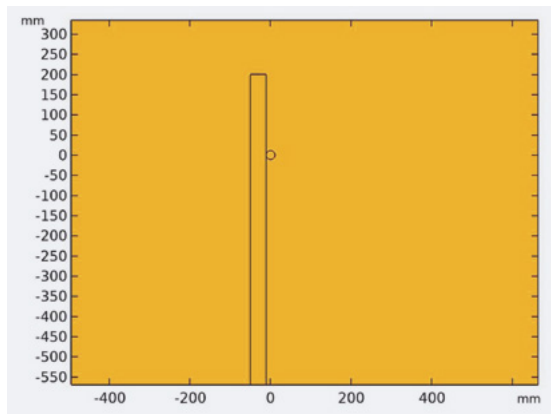
Tokom eksploatacije OPGW užeta na dalekovodu, može doći do popuštanja brikni OPGW-a na zateznom prolaznom ovješenu. Do navedenog najčešće dolazi zbog utjecaja vanjske sredine (vjetar, snijeg, led...), ali i nepažnje prilikom radova na ugradnji OPGW-a.



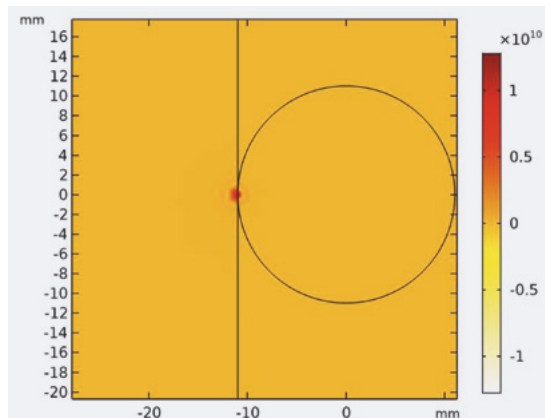
Slika 4. Zatezno ovješnje OPGW užeta sa prolazom na stubu

Uloga brikne OPGW užeta na zateznom prolaznom ovješenu jeste da se na propisan način ostvari veza sa uzemljenom konstrukcijom dalekovodnog stuba, kao što je prikazano na slici 1. Usljed popuštanja brikne OPGW užeta na zateznom stubu, može doći do direktnog tačkastog kontakta OPGW užeta sa čeličnom konstrukcijom dalekovodnog stuba, a što ima za posljedicu da prilikom atmosferskog pražnjenja u zaštitno uže (OPGW), na mjestu dodira OPGW-a sa čeličnom konstrukcijom, dolazi do povećanog strujnog polja, prilikom čega dolazi do povećanog grijanja koje dovodi do oštećenja OPGW užeta.

U programskom paketu COMSOL Multiphysics napravljen je pojednostavljen model udara prenapona u OPGW užu na mjestu tačkastog kontakta OPGW užeta sa uzemljenom konstrukcijom.



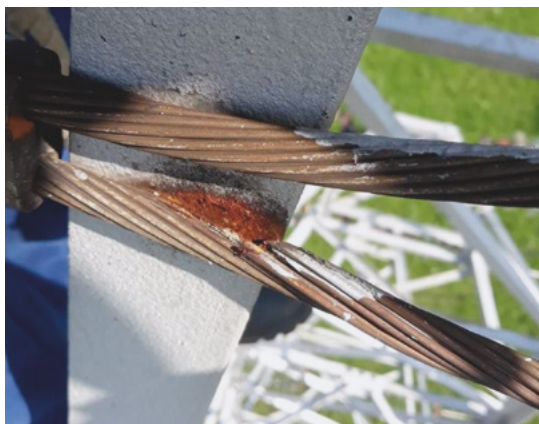
Slika 5. Pojednostavljen model tačkastog dodira OPGW užeta sa konstrukcijom stuba



Slika 6. Pojačano zagrijavanje na mjestu tačkastog dodira užeta i konstrukcije pri djelovanju prenapona

Korišteni su aproksimativni podaci o termičkoj vodljivosti čelika i alumijia, a prenaponski val predstavljen je kratkotrajnim naponskim impulsom trajanja 50 μ s. Nakon pokretanja simulacije, dobila se termička analiza prikazana na slici 8.

Jedan ovakav slučaj oštećenja OPGW užeta desio se 22. 5. 2018. godine na stubu broj 3 na DV 2x110 kV TS Zenica 2 – TS Zenica 3.



Slika 7. Oštećenje OPGW užeta u mostu na vrhu SM 3 na DV 2x110 kV TS Zenica 2 – TS Zenica 3

Oštećenje je nastalo usljed djelovanja atmosferskog pražnjenja, a zbog nepravilno postavljene brikne OPGW–stub, koja je dozvolila da se uspostavi tačkasti direktni kontakt OPGW užeta sa konstrukcijom stuba.

Posljedica navedenog događaja je oštećenje vanjskog plašta OPGW užeta i prekid četiri optička vlakna. S obzirom na to da je preostalih 16 optičkih vlakana moglo zadovoljiti trenutne telekomunikacijske potrebe, interventno je izvršena privremena sanacija mjesta oštećenja upotrebom termostabilnog silikona i raychem gume, te pravilno fiksiranje brikne uz postavljanje obujmica.

Pošto je navedeno oštećenje predstavljalo slabo mjesto, izvršeno je detaljno planiranje radova na ugradnji novog OPGW užeta na dionici portal TE Zenica 2 – SM 4. Radovi su izvršeni u mjesecu aprilu 2019. godine, čime je navedeno oštećenje potpuno sanirano.

5. ZAKLJUČAK

Iz svakog od predstavljenih pogonskih događaja može se izvući pouka, u cilju poboljšanja i unapređenja održavanja dalekovoda.

Općenito gledano, dalekovodi su „živi sistemi“ na čiji rad utiču mnogi eksterni faktori. Nakon svakog pogonskog događaja, službe za održavanje DV iz terenskih jedinica OP Sarajevo izrađuju izvještaje o istim, u kojima se analiziraju uzroci pogonskog događaja, predstavljaju mjere sanacije i daju preporuke koje bi spriječile ili umanjile intenzitet pojave pogonskog događaja, a što se više puta potvrdilo kao dobra praksa.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 do 400 kV („Sl. list RBiH“ br. 2/92).
- [2] F. Cerić, Nadzemni elektroenergetski vodovi, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.

POBOLJŠANJA NAKON UGRADNJE MULTIFUNKCIJSKIH BROJILA I REKONSTRUKCIJE SUSTAVA ZA PRIKUPLJANJE I OBRADU PODATAKA ZA OBRAČUNSKO MJERENJE U OP MOSTAR

Josip Šiljeg, MC2 d.o.o. Zagreb

Josip Grabovac, rukovoditelj Sektora za upravljanje OP Mostar

Zvonimir Martinović, rukovoditelj Službe za obračunsko mjerenje OP Mostar

SAŽETAK

Projektom zamjene sustava za daljinsko prikupljanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje u OP Mostar obavljena je nabava i implementacija novog sustava. Projektom implementirani sustav u potpunosti je prilagođen potrebama Službe za obračunsko mjerenje OP Mostar, svakodnevnom primjenom i dodatnim finim udešavanjem sustava. Paralelno implementaciji novog sustava obavljena je i zamjena brojila starije generacije novim multifunkcijskim brojlilima, čime su sva obračunska mjerna mjesta u prijenosnoj mreži pokrivena brojlilima zadnje generacije. Na ovaj je način ostvaren veliki napredak u funkcionalnosti cijelog sustava, koja je ostvarena odgovarajućim korištenjem dodatnih mogućnosti novih brojila i njihovim prihvaćanjem i obradom u novom AMR sustavu.

Sustav ima brojna poboljšanja među kojima se ističe upotreba web servisa za razmjenu podataka s ostalim sudionicima EES-a. Web servisi predstavljaju poboljšanje u smislu transparentnosti pristupa podacima prema vanjskim AMR sustavima trećih strana, koji imaju mogućnost izravnog pristupa do validiranih podataka, a s druge strane osiguravaju nemogućnost utjecanja na podatke u vlasništvu OP Mostar.

Novi AMR sustav ima visok stupanj pouzdanosti očitavanja i sigurnosti podataka zbog korištenja vlastite komunikacijske infrastrukture. Implementacijom nove sklopovske platforme i modernog aplikativnog rješenja ostvaren je veliki napredak u osuvremenjivanju cijelog sustava, a posebno na polju sigurnosti, dodatnih funkcionalnosti i sigurnoj pohrani podataka.

Ključne riječi: AMR sustav, web servis, izvještaji, obračunska mjerna mjesta, sigurnost mjernih podataka, multifunkcijska brojila

1. UVOD

Projektom zamjene sustava za daljinsko prikupljanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje u OP Mostar obavljena je nabava i implementacija novog sustava. Zamjenom je obuhvaćena nabava sklopovske opreme i instaliran je i pušten u rad sustav za daljinsko prikupljanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje Advance system proizvođača Landis+Gyr. Uz nove funkcionalnosti, veću sig-

urnost i bolju pouzdanost kao glavni razlog za nabavu novog sustava, jedan od razloga za nabavu i zamjenu postojećeg sustava za daljinsko prikupljanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje je bio i u činjenici da operativni sustav Windows 2000 Professional, koji je podržavao postojeću klijentsku instalaciju sustava, prestao imati podršku proizvođača Microsoft. Nadalje, sklopovska oprema na kojoj je sustav bio instaliran nije više imao mogućnost nabave rezervnih dijelova, a način na koji se sustav povezivao s drugim sustavima bio je relativno zastario, nepouzdan i nesiguran. Iz svih navedenih razloga donesena je odluka za zamjenom sustava.

Novi sustav za daljinsko prikupljanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje (u daljnjem tekstu: AMR sustav) instaliran u OP Mostar omogućuje automatsko i ručno, periodično i/ili u proizvoljno zadanim vremenskim intervalima, prikupljanje svih potrebnih podataka s obračunskih mjernih mjesta i obradu podataka za izradu neophodnih izvještaja. Novi AMR sustav omogućio je komunikaciju s postojećim uređajima instaliranim u OP Mostar (postojećim brojilima i registratorima), kao i novim brojilima čija je ugradnja uslijedila nedugo iza implementacije sustava.

Prije projekta nabave brojila električne energije s komunikacijskim protokolom DLMS SN, krajem 2016. godine, brojila u OP Mostar bila su brojila starijeg datuma proizvodnje koja su putem impulsnih izlaza povezivana na registrator podataka (eng. data logger) tipa ISKRAEMECO Poreg2P. Poreg2P obavljao je obradu primljenih impulsa, pohranjivanje u svoju memoriju i komunikacijsko povezivanje s AMR sustavom putem RS232 i/ili RS485 komunikacijskih kanala. Na predmetni način AMR sustav je mogao primiti vrlo ograničenu količinu informacija, a prikupljene informacije o energiji su često odstupale uslijed greške koju su unosili impulsnih izlazi. Ugradnjom multifunkcijskih brojila uklonjeno je odstupanje očitane vrijednosti od stvarne vrijednosti izmjerenih veličina budući da se pohrana podataka obavlja u samom brojilu, očitavanje tih podataka se obavlja izravno, a i omogućen je pristup bitno većem broju podataka od onog koji je postojao kod očitavanja registratora. Očitavanjem dodatnih podataka s novih brojila i njihovim uvođenjem u AMR sustav omogućene su detaljne analize očitanih napona, struja, snage, frekvencije, faktora snage kao i drugih mjernih veličina koje se očitavaju, ali i statusa koji se zapisuju u brojilo.

2. PREGLED MOGUĆNOSTI MULTIFUNKCIJSKIH BROJILA

Nabavom brojila električne energije s komunikacijskim protokolom DLMS SN za potrebe obračunskih mjernih mjesta u prijenosnoj mreži nabavljena su numerička brojila električne energije visokog razreda točnosti (0,2S) koja zadovoljavaju sve važeće propise i omogućuju postizanje zadovoljavajuće mjerne nesigurnosti pri mjerenju svih obračunskih parametara. Nabavljena brojila su elektronička kombinirana intervalna brojila, za neizravno mjerenje djelatne i jalove energije u oba smjera, trosustavna, trofazna, četverožična, s osam impulsnih izlaza, tri RS485 komunikacijska kanala, predviđena za smještaj u 19" kućište. Nabavljena brojila su tipa ZMQ proizvođača Landis+Gyr.

Nova brojila omogućila su prosljeđivanje znatno većeg broja mjernih veličina od djelatne i jalovih energija što je bio slučaj kod starih brojila u kombinaciji s registratorom podataka. Uz mjerenje djelatne i jalove energije nova brojila omogućuju očitavanje snaga, napona i struja, faznog kuta, faktora snage, frekvencije i mjerenje energije po fazama. Dodatno je moguće mjerenje gubitaka, korekcija greške SMT i NMT, dijagnostika parametara kvalitete električne energije, te registracija profila opterećenja i knjige događaja. Uvid u veću količinu informacija s obračunskih mjernih mjesta omogućio je osoblju Službe za obračunsko mjerenje OP Mostar točniji i pouzdaniji uvid u stanje na mjernim mjestima, detaljne analize podataka, predviđanje potencijalnih održavanja i najbitnije uklonio razliku u očitanim vrijednostima u sustavu od stvarnih mjerenja brojila (grešku koju su unosili impulsnih članovi). Pohrana podataka u brojilu je višestruko sigurnije i pouzdanije rješenje od koncepcije sa zasebnim registratorom podataka koji neizravno prikuplja podatke preko impulsnih članova sa brojila.

3. PREGLED NOVOG AMR SUSTAVA

Sklopovska oprema za potrebe AMR sustav instalirana je u novi ormar nabavljen isključivo za opremu AMR sustava i sastoji se od:

- serverskog računala, koje čini središnju komponentu sustava,
- servera za sigurnu pohranu podataka (NAS server),
- komunikacijske opreme:
 - o 2 multiport uređaja, koji predstavljaju poveznicu prema objektima putem optičke RS232 veze ili prema GSM modemima prema objektima koji nisu povezani putem optike
 - o Mrežnog preklopnika, koji omogućava povezivanje opreme sustava međusobno, povezivanje prema drugim sustavima, povezivanje prema serveru za sinkronizaciju vremena i povezivanje novih objekata koji imaju ili će imati Ethernet komunikaciju
- GPS NTP server za sinkronizaciju vremena,
- sustava za besprekidno napajanje.

Cjelokupni softver potreban za funkcioniranje AMR sustava instaliran je na serverskom računalu koje na fizičkom serveru ima više virtualnih servera koji se koriste za prikupljanje podataka (Collection), bazu podataka (Database) i obradu podataka i sve ostale radnje (Application). Sigurnosna pohrana (backup) svih podataka obavlja se redovno prema automatski podešenom rasporedu na NAS server. Serversko računalo i NAS server povezani su putem mrežnog preklopnika sa serijskim port serverima koji putem optičkih veza ili GSM modema prema pojedinim objektima omogućuju komunikaciju s brojlilima / registratorima električne energije.

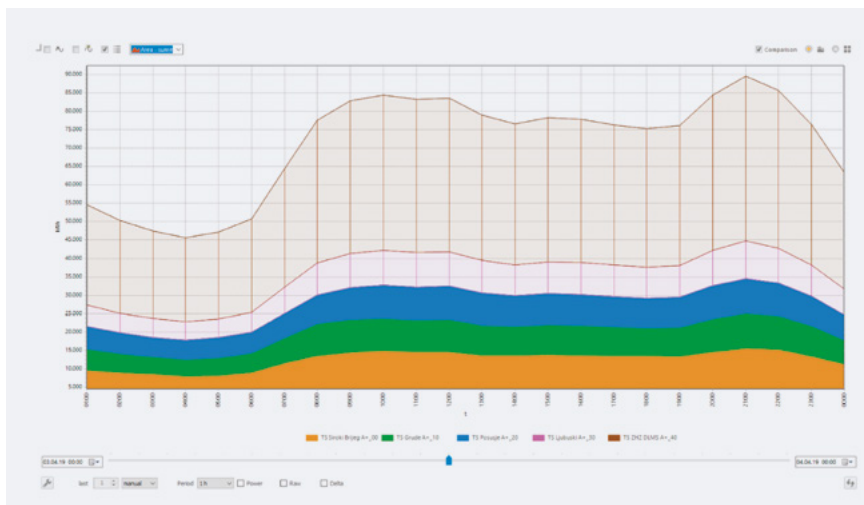
4. FUNKCIONALNOSTI NOVOG AMR SUSTAVA

Novi AMR sustav preuzeo je sve funkcionalnosti starog sustava i omogućio cijeli niz novih funkcionalnosti. AMR sustav napravljen je prema potrebama OP Mostar i omogućava automatsko očitavanje prema odabranom periodu kao i ručno očitavanje, korištenjem postojećih komunikacijskih kanala (RS232 preko optičke veze i GSM modema), ali je predviđena i mogućnost novih komunikacijskih kanala ukoliko se za njima ukaže potreba (Ethernet, GPRS, ...). Sustav omogućava očitavanje podataka korištenjem svih komunikacijskih protokola potrebnih za očitavanje brojila i registratora električne energije instaliranih u OP Mostar. Rezolucija dohvata podataka ovisi o načinu na koji su brojila i registratori podataka povezni na AMR sustav, tj. brojila i registratori podataka povezani optičkom infrastrukturom u vlasništvu Elektroprijenosa očitavaju se svaki sat, a brojila i registratori podataka povezani putem GSM mreže očitavaju se jednom dnevno. Sinkronizaciju brojila i registratora obavlja AMR sustav prema automatiziranom rasporedu i vremenu dobivenom iz GPS NTP servera.

Novi AMR sustav u kombinaciji s naprednim brojlilima omogućio je očitavanje i dodatnih vrijednosti (trenutne vrijednosti, profili, knjige događaja) i stanja iz brojila uz obračunske podatke. Različitim postavkama različitih mjernih kanala moguće je u sustav uvesti različit oblik sirove (RAW) vrijednosti (energija, snaga, napon, struja, frekvencija; aktivna, reaktivna, prividna snaga/energija; stanja brojčanika- kumulativne vrijednosti, količine, vrijednosti) i različit oblik obrađene (CALC) vrijednosti.

Novi AMR sustav omogućava brzi vizualni pregled stanja automatskog prikupljanja podataka (uspješno/neuspješno daljinsko očitavanje), detaljnu statistiku očitavanja za svako mjerno mjesto, te listu događaja vezanih za prikupljanje podataka.

Pohranjivanje podataka u novom AMR sustavu ostvareno je korištenjem RDBMS (sustav za upravljanje relacijskim bazama podataka). AMR sustav ima u svojoj relacijskoj bazi mogućnost pohranjivanja trogodišnjih podataka za 500 mjernih mjesta. Funkcija arhiviranja podataka omogućuje spremanje starijih podataka od tri godine u obliku datoteka. Arhivirane podatke (podaci o mjernom mjestu, sirove i obrađene vrijednosti) moguće je po potrebi ponovo učitati u AMR sustav. Sustav ima postavljenu automatsku izradu sigurnosne kopije sustava bez zaustavljanja baze podataka i za vrijeme normalnog rada sustava. Sigurnosna kopija omogućava povrat cijelog sustava sa podacima u slučaju kvara.



Slika 1. Prikaz dnevnih profila opterećenja – pojedinačni objekti i suma

AMR sustav omogućuje detaljnu pretragu baze podataka (putem same aplikacije) po različitim elementima sustava (mjerni kanali, mjerna mjesta, stanice, komunikacijski parametri), kao i na osnovu kategorije, parametara i atributa. Softver za daljinsko očitavanje brojila ima mogućnost definiranja grupa ili kategorija mjernih mjesta u bazi na osnovu parametara brojila i mogućnost kreiranja više tipova grupa za organizaciju podataka i brojila u samom softveru. Na ovaj način moguće je napraviti grupe po tipovima brojila ili po trafostanicama.

Sustav omogućava pregled podataka u numeričkom ili grafičkom obliku pri čemu korisnik odabire mjerni kanal (ili njih više) u sustavu i pozvati podatke za traženo razdoblje.

AMR sustav omogućava potpuno slobodnu izradu izračuna nad prikupljenim podacima na način da se u izračunu mogu koristiti izmjerene ili izračunate vrijednosti korištenjem matematičkih i logičkih funkcija, odnosnih operatora i funkcija traženja najmanjih (MIN), najvećih (MAX) i srednjih (AVERAGE) vrijednosti za bilo koji period rezultata. Korisnik može postaviti vrijeme kada se pojedini izračuni provode. Izračuni mogu biti postavljeni na način da se izvode u trenutku traženja rezultata (prikaz grafa, priprema za ispis, izvoz podataka, izrada izvješća, ..) ili se izvode prema utvrđenom rasporedu, a rezultati izračuna pohranjuju se u bazu podataka. Rezultat jednog izračuna moguće je koristiti kao ulazni podatak za novi izračun, a da korisnik sustava ne mora voditi brigu o redoslijedu izvršenja izračuna. Rezultate izračuna korisnik može koristiti kod izrade odgovarajućih izvješća.



Slika 2. Prikaz mjesečnih profila opterećenja – pojedinačni objekti i suma

Sustav ima mogućnost validacije (postupak koji prethodi upotrebi obračunskih podataka u svrhu obračuna, a karakterizira ga utvrđivanja kompletnosti, vjerodostojnosti i valjanosti svakog od prikupljenih obračunskih podataka) podataka prema više kriterija (provjera prikupljenosti svih podataka, pretraga statusa, provjera kumulativnih vrijednosti, traženje vrijednosti van postavljenih granica,...).

5. NAPREDNI SUSTAV IZVJEŠTAVANJA

AMR sustav ima mogućnost automatskog ili ručnog kreiranja različitih izvještaja na osnovu prikupljenih podataka sa obračunskih mjernih mjesta. Napredne mogućnosti sustava izvještavanja iskorištene su za automatizaciju nadzora sustava mjerenja u OP Mostar. Izrada izvještaja i korištenje mogućnosti njihova slanja na e-mail adrese odgovornih osoba omogućilo je puno brže uočavanje eventualnih odstupanja od normalnih pogonskih prilika i eventualnih odstupanja očitavanja od stvarnog stanja.

Korištenjem mogućnosti izrade virtualnih mjernih mjesta omogućeno je grupiranje očitavanja s brojlara. Na ovaj način ostvarena je mogućnost izrade izvještaja koji obuhvaćaju obračunske podatke grupirane prema određenoj transformatorskoj stanici, prema jednom gradskom području, prema određenoj elektrodistributivnoj podružnici ili kompletnom operativnom području.

ELEKTROPRIJENOS BiH ЕЛЕКТРОПРІЄНОС БіВ		Elektroprijenos BiH OP MOSTAR																						
Datum:		3.4.2019 0.00										4.4.2019 0.00												
KONZUM																								
VELEPOTROŠAČI			PODRUČJE 1				PODRUČJE 2										PODRUČJE 3				PODRUČJE 4			
VP1	VP2	VP3	PO 1 - TS 1	PO 1 - TS 2	PO 1 - TS 3	PO 1 - TS 4	PO 2 - TS 1	PO 2 - TS 2	PO 2 - TS 3	PO 2 - TS 4	PO 2 - TS 5	PO 2 - TS 6	PO 2 - TS 7	PO 2 - TS 8	PO 2 - TS 9	PO 2 - TS 10	PO 2 - TS 11	PO 3 - TS 1	PO 3 - TS 2	PO 3 - TS 3	PO 3 - TS 4	PO 4 - TS 1		
MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	
0:15	90.45	26.96	0.53	9.89	5.82	6.13	6.29	1.90	2.22	5.73	8.59	0.52	0.56	3.16	16.44	0.00	1.37	0.55	4.66	5.09	0.69	0.60	0.88	0:15
0:30	90.34	27.17	1.14	9.72	5.89	5.88	6.03	1.86	2.13	5.62	8.28	0.50	0.53	3.11	15.76	0.00	1.29	0.53	4.40	4.84	0.65	0.58	0.84	0:30
0:45	90.55	27.24	1.06	9.45	5.80	5.80	5.97	1.90	2.07	5.40	7.94	0.50	0.50	3.09	14.96	0.00	1.21	0.42	4.23	4.65	0.65	0.55	0.81	0:45
1:00	90.13	26.97	1.32	9.42	5.61	5.59	6.00	1.80	1.96	5.23	7.77	0.49	0.50	2.92	14.16	0.00	1.19	0.38	4.15	4.46	0.64	0.54	0.74	1:00
1:15	90.55	26.92	1.76	9.11	5.41	5.36	5.72	1.81	1.92	5.14	7.56	0.45	0.47	2.96	13.52	0.00	1.12	0.44	4.05	4.28	0.62	0.53	0.72	1:15
1:30	90.13	26.92	0.88	8.98	5.38	5.34	5.69	1.75	1.87	4.88	7.43	0.45	0.47	2.91	13.12	0.00	1.09	0.43	4.03	4.15	0.59	0.52	0.72	1:30
1:45	90.03	26.69	1.94	8.97	5.22	5.20	5.62	1.76	1.86	4.70	7.28	0.46	0.47	2.94	12.52	0.00	1.08	0.40	3.90	4.04	0.58	0.51	0.69	1:45
2:00	90.24	27.01	2.11	8.63	4.92	5.23	5.63	1.80	1.84	4.68	7.23	0.45	0.47	2.77	12.30	0.00	1.09	0.38	3.82	4.03	0.59	0.50	0.67	2:00
2:15	90.45	26.92	0.79	8.38	4.67	5.25	5.45	1.73	1.83	4.63	7.15	0.46	0.46	2.68	12.10	0.00	1.07	0.42	3.87	3.98	0.59	0.51	0.67	2:15
2:30	90.45	26.78	0.18	8.66	4.59	5.21	5.44	1.77	1.79	4.80	7.27	0.46	0.45	2.68	11.84	0.00	1.08	0.44	3.95	3.89	0.59	0.51	0.67	2:30
2:45	89.92	26.67	1.23	8.65	4.69	5.11	5.30	1.79	1.78	4.68	7.07	0.45	0.44	2.68	11.74	0.00	1.04	0.43	3.97	3.80	0.57	0.50	0.65	2:45
3:00	89.71	26.78	0.18	8.38	4.77	5.07	5.22	1.69	1.76	4.52	7.01	0.43	0.46	2.80	11.54	0.00	1.02	0.40	3.91	3.75	0.57	0.49	0.64	3:00
3:15	90.13	26.69	0.44	8.07	4.64	5.07	5.26	1.67	1.76	4.46	7.07	0.45	0.44	2.76	11.22	0.00	1.04	0.35	3.91	3.74	0.58	0.49	0.63	3:15
3:30	90.24	26.88	0.00	7.98	4.55	5.04	5.39	1.61	1.76	4.27	7.15	0.44	0.44	2.81	11.18	0.00	1.05	0.35	4.00	3.76	0.59	0.50	0.64	3:30
3:45	89.81	27.07	0.00	7.74	4.56	4.94	5.40	1.64	1.77	4.37	7.21	0.45	0.45	2.96	11.34	0.00	1.08	0.34	4.05	3.70	0.58	0.50	0.64	3:45
4:00	89.71	27.07	0.18	7.92	4.49	4.94	5.30	1.60	1.79	4.40	7.18	0.46	0.43	2.92	11.26	0.00	1.06	0.27	4.03	3.67	0.58	0.51	0.65	4:00
4:15	89.39	27.20	0.18	8.23	4.76	5.00	5.64	1.70	1.82	4.28	7.44	0.46	0.43	2.86	11.30	0.00	1.03	0.29	3.82	3.64	0.59	0.51	0.65	4:15
4:30	89.39	26.99	0.09	8.28	4.90	5.07	5.54	1.64	1.84	4.29	7.48	0.44	0.44	2.66	11.14	0.00	1.04	0.29	3.70	3.63	0.60	0.52	0.66	4:30
4:45	88.89	27.24	0.00	7.91	4.93	5.08	5.47	1.63	1.83	4.59	7.48	0.43	0.43	2.59	11.19	0.00	1.05	0.32	3.78	3.72	0.61	0.51	0.69	4:45
5:00	89.08	26.94	0.09	8.21	4.71	5.11	5.51	1.64	1.90	4.49	7.70	0.43	0.44	2.72	11.36	0.00	1.08	0.34	3.81	3.79	0.60	0.51	0.67	5:00
5:15	89.29	26.88	0.00	8.71	4.83	5.23	5.58	1.79	1.96	4.62	7.78	0.44	0.45	2.77	11.88	0.00	1.12	0.37	4.05	3.85	0.61	0.55	0.70	5:15
5:30	89.18	26.84	0.00	8.90	5.00	5.38	5.65	1.92	2.06	4.89	7.80	0.47	0.46	2.81	12.02	0.00	1.11	0.40	4.11	4.04	0.62	0.58	0.75	5:30
5:45	89.71	26.98	0.09	8.93	5.33	5.46	5.81	1.91	2.23	5.34	7.98	0.36	0.48	3.02	12.62	0.00	1.16	0.44	4.25	4.33	0.63	0.61	0.84	5:45
6:00	89.18	26.98	0.26	9.42	5.67	5.83	5.88	1.89	2.40	5.35	8.26	0.36	0.53	3.03	13.24	0.00	1.26	0.55	4.49	4.52	0.66	0.65	0.90	6:00
6:15	89.60	26.56	0.44	10.60	6.27	6.42	6.25	2.00	2.70	5.82	8.67	0.47	0.55	3.02	14.80	0.00	1.24	0.55	4.96	4.85	0.74	0.72	0.98	6:15
6:30	89.71	26.72	0.70	11.38	6.53	6.88	6.44	2.02	2.85	6.47	9.14	0.48	0.57	3.35	15.66	0.00	1.29	0.50	5.22	5.20	0.75	0.76	1.08	6:30
6:45	90.03	26.56	0.70	11.87	6.99	7.32	6.88	2.06	2.98	7.09	9.38	0.51	0.61	3.51	17.04	0.00	1.40	0.55	5.65	5.40	0.82	0.79	1.11	6:45

Slika 3. Primjer dnevnog izvještaja o predaji električne energije u OP Mostar

Ugradnjom naprednih brojlara omogućeno je očitavanje i drugih veličina osim samo obračunskih veličina koje su očitavane korištenjem registratora podataka (Poreg2P). Na ovaj način u OP Mostar očitavanjem mjernih veličina kao što su struje, naponi i ostale neobračunske veličine otvorena je mogućnost nadzora i provjere stanja u mreži. Primjer koji se pokazao jako korisnim je izvještaj koji pokazuje odstupanje pojedinačnih vrijednosti napona od nominalnih vrijednosti ili međusobno odstupanje faznih ili linijskih vrijednosti napona. Uočena odstupanja mogu biti dobar indikator za problem u mjernom slogu, od mjernih transformatora do samog brojilara, ali i za širi problem kao što je neočekivana nesimetrija u sustavu i sl.

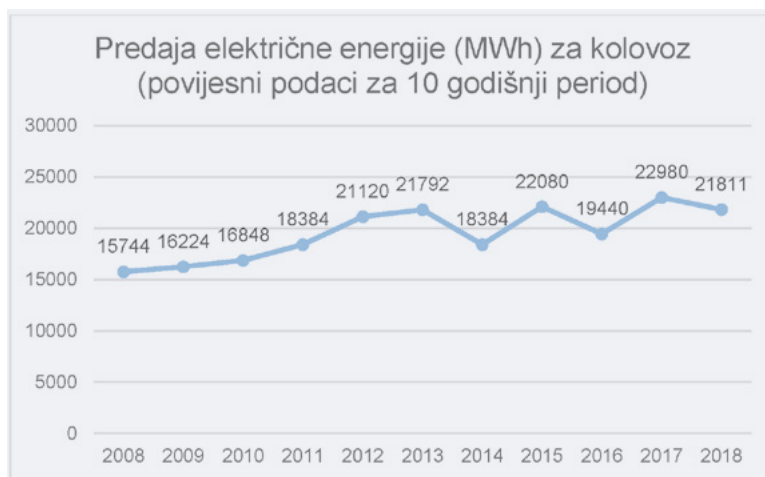
U primjeru prikazanom na Slici 4 pregledom Izvještaja o odstupanju vrijednosti napona od nominalne vrijednosti po objektima uočeno je odstupanje napona jedne faze (L3). Provjerom mjernog mjesta

ustanovljeno je da brojilo ispravno radi, te je napravljena analiza cijelog mjernog sloga. U naponskim mjernim granama je pronađen neispravan automatski prekidač koji je zamijenjen novim, te se stanje napona vratilo u normalan režim (stvarno stanje).

Naponi na brojljima												
Datum:												
29.03.2017.												
NAZIV	MJERNO MJESTO	VL1 (V)	VL2 (V)	VL3 (V)	VL1-VL2 (V)	VL1-VL3 (V)	VL2-VL3 (V)	U12 (V)	U13 (V)	U23 (V)	Un (V)	I/L
TS 1	TR1 10 kV	60,4	60,5	60,5	-0,1	-0,1	0	10.470	10.470	10.479	10.000	1,05
	TR2 10 kV	59,9	60,1	59,8	-0,2	0,1	0,3	10.392	10.366	10.384	10.000	1,04
TS 2	TR1 10 kV	58	58	56,9	0	1,1	1,1	10.046	9.951	9.951	10.000	1,00
	TR2 10 kV	58	57,9	58	0,1	0	-0,1	10.037	10.046	10.037	10.000	1,00
TS 3	TR1 10 kV	60,5	60,9	60,9	-0,4	-0,4	0	10.514	10.514	10.548	10.000	1,05
	TR2 10 kV	60,4	60,5	60,4	-0,1	0	0,1	10.470	10.462	10.470	10.000	1,05
TS 4	TR1 10 kV	60,8	60,9	60,8	-0,1	0	0,1	10.540	10.531	10.540	10.000	1,05
	TR2 10 kV	60,9	61	60,8	-0,1	0,1	0,2	10.557	10.540	10.548	10.000	1,06
TS 5	TR1 10 kV	59,8	60,1	59,9	-0,3	-0,1	0,2	10.384	10.366	10.392	10.000	1,04
	TR2 10 kV	59,8	60,1	59,9	-0,3	-0,1	0,2	10.384	10.366	10.392	10.000	1,04
	DV 110 kV DV1	61,9	62,2	61,8	-0,3	0,1	0,4	118.221	117.840	118.126	110.000	1,07
	DV 35 kV DV2	59,5	59,7	59,8	-0,2	-0,3	-0,1	36.131	36.161	36.222	35.000	1,03


Slika 4. Izvještaj o odstupanju napona od nominalne veličine

Budući da je u novi AMR sustav učitana baza podataka iz starog sustava omogućen je pregled povijesnih obračunskih podataka. Pristupom povijesnim podacima omogućena je usporedba podataka prema dnevnom, mjesečnom i godišnjem opterećenju pojedinog voda, transformatorske stanice ili cijelog područja, uvid u trendove i povećanje/smanjenje potrošnje/proizvodnje. Na sljedećoj slici dana je usporedba mjesečne predaje energije u distributivnu mrežu za jednu transformatorsku stanicu iz koje se može uočiti porast potrošnje u periodu od 10 godina.



Slika 5. Usporedba predaje električne energije za jedan mjesec (kolovoz) za jedan objekt u OP Mostar (povijesni podaci za 10 godišnji period)

AMR sustav je omogućio i automatsku izradu mjesečnog zapisnika o očitavanju mjernog mjesta za pojedinog kupca, te se zapisnici, koji su podloga za fakturu, šalju automatski jednom mjesečno. Primjer zapisnika o očitavanju mjernog mjesta koji se šalje automatski putem e-mail-a prikazan je na Slici 6.



ELEKTROPRIJENOS BiH
ЭЛЕКТРОПРЕНОС БИХ

**Zapisnik o očitavanju mjernog mjesta
za poduzeće _____**

Mjesec: ožujak 2019

Elektroenergetski objekt: TS 1

Naziv mjernog mjesta		Broj brojila: 88165231	
KO 1	35 kV	Aktivna energija	
Datum i vrijeme očitavanja		davanje	primanje
		kWh	kWh
Stanje brojila	1.4.2019 0:00	2865,2873	1757,3462
Stanje brojila	1.3.2019 0:00	2619,5102	1757,3462
Konstanta		21 000	
Energija(kWh/kVArh)		5.161.319	0

Naziv mjernog mjesta		Broj brojila: 88165233	
KO 2	35 kV	Aktivna energija	
Datum i vrijeme očitavanja		davanje	primanje
		kWh	kWh
Stanje brojila	1.4.2019 0:00	2875,5806	74,7266
Stanje brojila	1.3.2019 0:00	2638,9411	74,7266
Konstanta		21 000	
Energija(kWh/kVArh)		4.969.430	0

Naziv mjernog mjesta		Broj brojila: 88165234	
KO 3	35 kV	Aktivna energija	
Datum i vrijeme očitavanja		davanje	primanje
		kWh	kWh
Stanje brojila	1.4.2019 0:00	7115,5697	0,4672
Stanje brojila	1.3.2019 0:00	6848,08	0,4672
Konstanta		21 000	
Energija(kWh/kVArh)		5.617.284	0

Naziv mjernog mjesta		Broj brojila: 88165236	
KO 4	35 kV	Aktivna energija	
Datum i vrijeme očitavanja		davanje	primanje
		kWh	kWh
Stanje brojila	1.4.2019 0:00	2435,3318	0,4665
Stanje brojila	1.3.2019 0:00	2312,8784	0,4665
Konstanta		10 500	
Energija(kWh/kVArh)		1.285.761	0

Primjedba:

Operativno područje Mostar	Datum: 1.4.2019	Kupac
----------------------------	--------------------	-------

Slika 4. Primjer zapisnika o očitavanju mjernog mjesta

6. RAZMJENA PODATAKA S DRUGIM SUDIONICIMA U EES

Prije zamjene sustava za daljinsko prikupljanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje u OP Mostar razmjena podataka s drugim sudionicima EES-a obavljala se na način da je stari AMR sustav radio prepisivanje podataka na zasebnu bazu za razmjenu podataka koja se nalazila na zasebnom računalu u DMZ zoni. Bazi podataka za razmjenu su onda pristupali ostali sudionici EES-a (Nezavisni operator sistema u Bosni i Hercegovini – NOS BiH i drugi).

Zamjenom sustava za daljinsko prikupljanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje u OP Mostar, razmjena podataka između AMR sustava OP Mostar i Nezavisnog operatora sistema (NOS BiH) kao i ostalih sudionika, također je doživjela značajno poboljšanje. Novi AMR sustav osigurava razmjenu podataka sa sustavom NOS BiH i ostalih sudionika u EES putem web servisa (HTTP/SOAP ili HTTP/REST) instaliranog u DMZ zoni. Putem web servisa vanjski AMR sustavi trećih strana imaju mogućnost izravnog pristupa do validiranih podataka. Web servis omogućava autentifikaciju i siguran on-line pristup u read-only načinu (samo čitanje podataka).

Prikupljeni podaci zapisani u bazu podataka dostupni su putem web servisa dostupni čim je obavljeno zapisivanje podataka. Na ovaj način dostupnost podataka AMR sustavu koje iz baze putem web servisa očitava podatke iz baze podataka OP Mostar ovisi isključivo o rezoluciji koju koristiti AMR sustav treće strane budući da web servisi rade samo u pull načinu rada, tj. na zahtjev.

7. OSVRT NA NOVE TEHNOLOGIJE I MOGUĆNOSTI SUSTAVA

Novi AMR sustav je i hardverski i softverski prilagođen aktualnim tehnologijama i otvoren proširenjima za kojima bi se u budućnosti mogla pokazati potreba. AMR sustav ima mogućnost prihvata više načina komunikacije od trenutno korištenih komunikacijskih kanala (RS232 i GSM). Prelaskom komunikacije na novije sustave (Ethernet, IP komunikacija putem vlastite optičke mreže ili preko mobilne mreže), AMR će uz minimalne prilagodbe postavki imati mogućnost prihvata novih komunikacijskih kanala.

Nadogradnja trenutnog sustava OP Mostar sustavom za prikupljanje podataka iz uređaja za kontrolu kvalitete električne energije omogućiti se obavljanje analize i obrade dodatnih informacija i podataka prikupljenih na mjernim mjestima. Podaci o kvaliteti električne energije osobito će dodati vrijednost kod priključka vjetroelektrana na prijenosnu mrežu, kada će omogućiti bržu razmjenu informacija koja može biti ključna za bolje balansiranje i uravnoteženje sustava.

ZAKLJUČAK

Paralelnom implementacijom novog sustava za daljinsko prikupljanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje i projekta ugradnje novih multifunkcijskih brojila Operativno područje Mostar dobilo je suvremen sustav daljinskog očitavanja s naprednim mogućnostima i dodatnim funkcionalnostima koje su automatizirale, olakšale i unaprijedile svakodnevni rad.

Nova multifunkcijska brojila omogućila su prikupljanje znatno većeg broja mjernih i statusnih veličina, između ostalog trenutnih vrijednosti, mjerenje gubitaka, te registracija profila opterećenja i knjige događaja. Prikupljanjem i obradom navedenih podataka omogućena je detaljna analiza podataka, unaprijeđenije održavanje i uklanjena razlika u očitanim vrijednostima u sustavu od stvarnih mjerenja brojila.

Nabavom, ugradnjom i puštanjem nove sklopovske opreme dobivena je moderna platforma koju je u potpunosti moguće održavati i nadograđivati u skladu s eventualnim budućim potrebama. Operativni sustav, baza podataka i sam AMR sustav su trenutne verzije koje imaju aktivnu podršku proizvođača.

Novi AMR sustav preuzeo je sve funkcionalisti starog AMR sustava te omogućio korištenja i obrade podataka s novih multifunkcijskih brojila, poboljšani sustav pohrane i izrade sigurnosnih kopija sustava, napredno upravljanje podacima i validaciju podataka.

Napredni sustav izvještavanja omogućio je automatizaciju izrade izvještaja kako za potrebe izrade mjesečnih zapisnika o potrošnji, tako i za izradu izvještaja koji mogu ukazati na eventualne poremećaje u mreži ili kvarove na samom mjernom mjestu.

Razmjena podataka s drugim sudionicima EES-a, implementacijom novog AMR sustava, ostvarena je korištenjem web servisa, što je AMR sustavima trećih strana omogućilo izravan pristup do validiranih podataka. Sa strane sigurnosti, Web servis zahtjeva autentifikaciju i siguran on-line pristup u read-only načinu (samo čitanje podataka).

Svakodnevnim radom na sustavu i prilagođavanjem vlastitim potrebama, djelatnici Službe za obračunsko mjerenje OP Mostar danas imaju sustav koji se odlikuje visokim stupnjem pouzdanosti očitavanja i sigurnosti podataka. Novi AMR sustav je prilagođen trenutnim tehnološkim zahtjevima i otvoren i pripremljen za proširenjima novim tehnologijama.

LITERATURA

- [1] Advance system 1.11 – Korisnički priručnik, Landis+Gyr.
- [2] Dokumentacija izvedenog stanja projekta „Nabava implementacije zamjene postojećeg sustava za daljinsko pristupanje i obradu podataka za obračunsko mjerenje u centru OP Mostar“, kolovoz 2016.



Događaji

A scenic landscape featuring a white rectangular text box in the center. The background shows a valley with dense green and yellow foliage in the foreground, a small town with a tall cypress tree in the middle ground, and rolling hills under a blue sky with scattered clouds. The word 'Događaji' is written in a large, black, sans-serif font within the white box.

14. SAVJETOVANJE BH K CIGRÉ – NEUM



Međunarodno vijeće za velike elektroenergetske sisteme CIGRE doprinosilo je ključnim tehničkim temeljima modernog elektroenergetskog sistema. Osnovano 1921. godine u Parizu, i danas u svom sastavu ima nacionalne komitete iz 58 zemalja, u čijem radu učestvuju hiljade profesionalaca i vodećih svjetskih stručnjaka.

Međunarodno vijeće odlučilo je da 141. sjednicu Administrativnog vijeća održi u Sarajevu u ljeto 2023. godine. Dosadašnji domaćini članovima Administrativnog vijeća CIGRÉ, pored Pariza, bile su uglavnom poznate svjetske metropole i gradovi velikih zemalja poput SAD, Rusije, Kine, Malezije. Njima se pridružuju Sarajevo i BiH, koji u oblasti elektroenergetike imaju dugu tradiciju i veliki potencijal razvoja.

O današnjem elektroenergetskom sistemu Bosne i Hercegovine razgovaralo se u Neumu od 20. 10. do 23. 10. 2019. na 14. savjetovanju BH K CIGRE. Oko 500 elektroinženjera i drugih stručnjaka učestvovalo je u radu 14. savjetovanja. U više od 160 stručnih referata napisanih za ovu priliku, iza kojih stoji oko 350 uglavnom domaćih autora, sadržana je analiza dosadašnjeg rada i iskustva u proizvodnji, prenosu, distribuciji i tržištu električne energije i ponuđeni odgovori na mnoga

aktuelna pitanja, posebno ona koja se otvaraju sa nadolazećim vremenom.

Na svečanoj ceremoniji otvaranja Savjetovanja, upriličena je i dodjela priznanja zaslužnim pojedincima, organizacijama i počasnim članovima. Generalnom direktoru Elektroprenosa BiH, gospodinu Mati Žariću, uručena je plaketa u znak zahvalnosti za dugogodišnji rad na organizaciji i afirmaciji BH/KO CIGRÉ, dok je kompaniji Elektroprenos – Elektroprijenos BiH a.d. Banja Luka u znak zahvalnosti dodijeljena plaketa za kolektivno članstvo, dugogodišnju saradnju i doprinos razvoju i afirmaciji BH/KO CIGRÉ.

Projekcija razvoja energetskeg sektora do 2035. godine prezentovana je u uvodnom referatu,





a predstavljeni su i referati u kojima se tretira tranzicija energetskeg sektora BiH od uglja do obnovljivih izvora; iskustva vjetroelektrane Mesihovina – politički i pravni okvir, prepreke i izazovi; berza i organizovano tržište električne energije u BiH, te elektromobilnost i njen uticaj na razvoj elektroenergetskog sektora.

Tokom savjetovanja, organizovan je i okrugli sto o budućnosti proizvodnje energije iz uglja u BiH za koji su pripremljena izlaganja o stanju postojećih termoblokova na uglj; ciljevi Evropske unije u dekarbonizaciji do 2030; korištenje biomase u proizvodnji energije, te zamjenskim blokovima, odnosno kogeneraciji.

Prosječna godišnja proizvodnja električne energije u BiH je oko 16 TWh, od čega je skoro 67%

iz termoelektrana na uglj, pa joj se nameće da strateške ciljeve razvoja proizvodnje električne energije uskladi sa održivim razvojem, uz smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu. Može se očekivati da energetska strategija prati strategiju zaštite životne sredine. Razvoj i izgradnja obnovljivih izvora električne energije je na samom početku i korištenje raspoloživog potencijala vjetra, sunca, vode i biogoriva je minimalno. Značajan je hidropotencijal u velikim vodotocima, koji bi mogao dati novih 4 TWh, a najviše na rijeci Drini.

Kako je Drina granična rijeka sa Srbijom, neophodan je međudržavni sporazum, a struka sa dvije strane može dati inicijativna rješenja ovog problema.

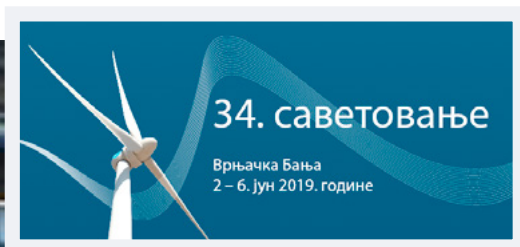


34. SAVJETOVANJE CIGRE SRBIJA VRNJAČKA BANJA

U 2019. godini navršava se 68 godina od osnivanja Nacionalnog komiteta Međunarodnog saveta za velike električne mreže CIGRE Srbija, a 34. savjetovanje održano je od 2. do 6. juna 2019. godine u Vrnjačkoj Banji. Savjetovanje je okupilo više od hiljadu eminentnih stručnjaka i naučnika iz oblasti elektroenergetike iz Srbije, ali i država iz regiona. Prezentovano je 175 stručnih radova. Aktuelne teme – panel-prezentacije i diskusije na Savjetovanju bile su: „Aspekti primene III energetske paketa i izazovi primene IV energetske paketa EU u Republici Srbiji“, „Aspekti integracija vetroelektrana u elektroenergetski sistem Srbije“,

a tema koja je privukla najveću pažnju predstavnika Elektroprenosa BiH, koji su uzeli učešće na 34. savjetovanju, bila je „Tehno-ekonomske prednosti bliže saradnje između prenosnih mreža u regionu – vizija H2020 projekta CROSSBOW“.

U okviru Savjetovanja organizovana je Tehnička izložba EXPO 2019, na kojoj su proizvođači opreme, konsultantske, projektantske, naučnoistraživačke i druge organizacije iz zemlje i inostranstva prikazali najnovija tehnička dostignuća zasnovana na primjeni novih materijala i tehnologija, kao i svoje mogućnosti za pružanje usluga u elektroenergetskom sektoru.



14. SAVJETOVANJE HRO CIGRÉ ŠIBENIK



U Šibeniku je od 10. do 13. novembra 2019. održano 14. savjetovanje hrvatskog ogranka Međunarodnog vijeća za velike elektroenergetske sustave (HRO CIGRÉ), koje je okupilo više od 1100 sudionika iz elektroenergetske struke i znanosti, a među njima su se našli i predstavnici Elektroprenosa BiH.

Na svečanom otvaranju istaknuto je da hrvatski ogranak, poput pariške CIGRÉ, stavlja naglasak na temu tranzicije elektroenergetskog sistema i njegovog prilagođavanja novim tehnološkim platformama. Ovogodišnje 14. savjetovanje sadrži 2500 stranica stručnih radova od strane 450 autora, prezentacija, predstavljanja projekata, proizvođača i ostalih aktivnosti.

Do 2050. godine Evropa treba da postane klimatski neutralan kontinent, a to podrazumijeva izbacivanje fosilnih goriva iz proizvodnje električne energije, povećanu proizvodnju iz obnovljivih izvora i smanjenje emisije CO₂. U skladu sa tim, velika pažnja poklonjena je temama vezanim za provođenje EU odredbi, poput paketa Čiste energije (CEP), te pripremi i implementaciji istih uz korištenje novih tehnologija i niskougličnih rješenja. U okviru 14. savjetovanja, održan je i panel „Izazovi u pogonu sistema s velikim udjelom vjetroelektrana i sunčanih elektrana“, u organizaciji udruženja Obnovljivi izvori energije Hrvatske (OIEH).



Чланови СО Електропренос Бања Лука су и ове године учествовали у Спортским сусретима електропреносних компанија југоисточне Европе. Сусрети су одржани у периоду од 30. маја до 02. јуна ове године у Сутомору у Црној Гори. И поред потешкоћа око састава екипа узрокованих оправданим отказивањем учешћа, остварен је солидан такмичарски успјех. Понашање и залагање учесника на спортским теренима било је на завидном нивоу што показују остварени резултати. Одато је посебно признање и захвалност женском дијелу екипе на одзиву, пожртвовању, фер и коректном понашању и запаженом оствареном резултату. Освојена су друга мјеста у дисциплинама: баскет 3 на 3, одбојка на пијеску, шах, женско трчање и пикадо и тенис појединачно. Треће мјесто су заузели мушкарци у трчању, а у осталим дисциплинама су наши учесници били ниже рангирани. Награду за фер-плеј добио је наш колега Драган Вукановић.



АКЦИЈА ДДК У ТРЕБИЊУ

У организацији Актива добровољних давалаца крви СО Електропренос Бања Лука, дана 04.10.2019. године је у просторијама Завода за трансфузијску медицину Требиње спроведена акција добровољног даривања крви. У акцији је учествовало 13 давалаца из Бањалуке, 18 давалаца из Требиња, као и четири госта из АДДК "Електрокрајина" Бања Лука. Прикупљено је 27 доза крви, а акцију је у пуном износу финансирала Синдикална организација "Електропренос" Бања Лука.



Пензионери/Umirovljenici

Nije jednostavno kada nakon četrdeset godina svakodnevnog odlaska na posao jednog ponedjeljka ostanete u krevetu. Možda ste tokom tih godina bezbroj puta poželjeli ostati jedno jutro kod kuće i pitali se kada će konačno doći ta penzija/mirovina da se odmorite. Došao je i taj trenutak, kada u potpunosti vladate svojim vremenom i dan organizujete po svojoj mjeri. Završetak radnog odnosa shvatite kao priliku da se posvetite sebi i svojim užicima. Što duže ostanete aktivni – bilo da se nastavite baviti svojim zanimanjem u nekom drugom obliku, bilo da se uključite u rad neke udruge/udruženja ili kluba, nađite novi hobi ili se vratite nekim starim hobijima, od kojih bi se neki možda mogli iskoristiti i kao dodatni приход. Kraj radnog vijeka i odlazak u penziju/mirovinu svakako je velika životna promjena i svim našim kolegama koji su otišli u mirovinu želimo da ovo bude lijepa promjena, da im dani budi ispunjeni, vedri, a oni zadovoljni i srećni. Na kolegijalnosti, odgovornom i posvećenom radu zahvaljujemo svim našim kolegama koji su otišli u penziju/mirovinu.

ОП БАЊА ЛУКА

Mirsad Lipović, poslovođa TS 110 kV – Cazin 2, Služba za eksploataciju, TJ Bihać

Слободан Танкосић, пословођа ТС 110 kV – Приједор 3, Служба за експлоатацију, TJ Бања Лука

Марко Рачић, портир, Служба за ПКOP, Сектор за економске, правне, кадровске и опште послове

Бошко Станивуковић, техничар за грађевинске послове, Служба за грађевинске послове, Сектор за планирање и инжењеринг

Томислав Самац, помоћни радник, Служба за ЗТИ AP, TJ Бања Лука

ОП MOSTAR

Hasan Baljić, vodeći bravar za RP, Služba za održavanje RP, TJ Mostar

Милорад Кисић, руководилац Службе за ЗТИAP, Служба за ЗТИAP, TJ Требиње

Ћеро Мијић, дежурни електричар у RP 220 kV Mostar 3, Служба за експлоатацију, TJ Mostar

Mladen Zelenika, poslovođa u TS 110 kV Mostar 6, Služba za eksploataciju, TJ Mostar

Божидар Серден, водећи монтер за ДВ, Служба за одржавање ДВ, TJ Требиње

ОП SARAJEVO

Emira Memić, tehničar za DV, Služba za DV, Sektor za tehničke poslove

Nusmir Galamić, poslovođa TS 110 kV, Služba za eksploataciju, TJ Zenica

Midhad Durmišević, poslovođa TS 110 kV, Služba za eksploataciju, TJ Sarajevo

Džemail Malokas, dežurni električar u TS 110 kV, Služba za eksploataciju, TJ Višegrad

Mustafa Vrpčić, poslovođa TS 110 kV, Služba za eksploataciju, TJ Višegrad

Aida Kaltak, rukovodilac Službe za komercijalne poslove, Služba za komercijalne poslove, Sektor za ekonomske, pravne, kadrovske i opšte poslove

Zahid Kunovac, poslovođa voznog parka, Služba za ZTIAP, TJ Sarajevo

Драган Михајловић, помоћни радник, Служба за ЗТИAP, TJ Вишеград

Момир Пејовић, помоћни радник, Служба за ЗТИAP, TJ Вишеград

Adem Hamzić, poslovođa TS 110 kV, Služba za eksploataciju, TJ Sarajevo

Mahira Ahmetović, tehničar građevinskog dijela prenosnih objekata, Služba za opšte tehničke poslove i poslove projektovanja, Sektor za planiranje i inženjering

Husnija Osmanbegović, dežurni električar u TS 400 kV i 220 kV, Služba za eksploataciju, TJ Zenica

ОП TUZLA

Adnan Aganović, rukovodilac TJ Tuzla, TJ Tuzla

Juro Jurić, dežurni električar u TS 400 i 220 kV, Služba za eksploataciju, TJ Doboј

Džemil Hrustić, dežurni električar u TS 110 kV, Služba za eksploataciju, TJ Tuzla

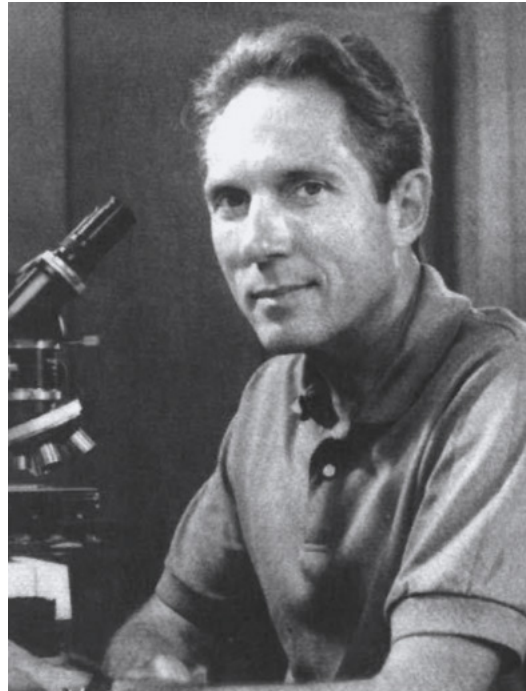
Senada Salkić, menadžer sistema kvaliteta

Sulejman Mujkanović, stručni saradnik u službi, Služba za eksploataciju, TJ Tuzla

МАЛА МИСТЕРИЈА СТВАРАЊА Роберт Центри

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

Текст који слиједи занимљив је из неколико разлога. Главни јунак ове приче један је од водећих америчких физичара седамдесетих година прошлог вијека. Имао је успјешну научну каријеру и био уважаван као један од водећих стручњака из области којима се бавио. У једном тренутку дошао је до једног веома важног открића, које је у почетку било прихваћено у научној заједници док та иста заједница није схватила да докази који су презентовани доводе у питање теорију еволуције. Наиме, ради се о доказима да је планета Земља веома млада, тек неколико хиљада година, за разлику од званичне теорије по којој је Земља стара око 4,5 милијарди година. Био је упозораван да одустане од својих закључака, али је остао досљедан самом себи без обзира на посљедице. Да ли је Роберт Центри у праву или није просудите сами, али докази су прилично увјерљиви. Сам начин на који се негира његов рад је интересантан, па је зато и предмет ове приче.



Роберт Центри из млађих дана

Роберт Центри (1933) је амерички физичар чије поље истраживања представљају феномени радиоактивних ореола. Тринаест година радио је на Хемијском одјељењу Оук Риџ националне лабораторије, основане од стране Колумбија Унион Колеџа, Такома парк, Мериленд, гдје је био један од водећих стручњака. Оук Риџ лабораторија једна је од најпознатијих лабораторија на свијету из области радиохемије и геохемије. Стручњаци ове компаније баве се различитим пословима, а један од њих је безбједно складиштење нуклеарног отпада у основним стијенама Земље – граниту.

Након што је завршио магистарске студије из физике на Универзитету Флорида 1956. године, провео је неколико година радећи у индустрији (General Dynamics – Fort Worth и Martin Marietta – Orlando) и као предавач на колеџу и универзитету. Аутор и коаутор је више од двадесет научних радова који су објављени у научној литератури.

У наставку текста цитиран је један дио Центријеве књиге Мала мистерија стварања као увод у цијелу причу:

„Према модерној теорији еволуције, наша планета створена је акумулацијом вреле, гасовите материје избачене са Сунца. Прекамбријумски гранити настали су у процесу хлађења, међу првим стијенама. Универзитетска наука усмјерила је моја убјеђења да је еволуција Земље само дио космичке еволуције свемира. Тако сам постао теистички еволуциониста. Годинама касније, почео сам да преиспитујем научну основу за своју одлуку. Мисли су ми биле усмјерене на старост Земље и прекамбријумских гранита. Да ли су они стварно милијардама година стари? Претпостављени доказ њихове велике старости укључује одређене узорке концентричних прстенова нађених у граниту. Под микроскопом се може видјети сићушна радиоактивна честица у центру прстенова, као црни круг у центру мете. Ови узорци прстенова микроскопске величине познати су као радиоактивни ореоли због њиховог радиоактивног поријекла и изгледа сличног ореолима светаца.

Моја одушевљеност за истраживање радиоактивних ореола почела је прије око 20 година, док сам предавао и радио докторат из физике на Технолошком институту у Џорџији, Атланта. Био сам обавијештен да је старост Земље већ научно одређена, и да одсјек за физику не жели да то поново истражује. Изражена је забринутост да бих могао открити нешто што би се сукобило са прихваћеном еволуционом временском скалом, а то би донијело одређене сметње Институту. Пошто мој поглед на истраживање радиоореола није био прихваћен, моји планови за завршавање доктората били су поремећени.

Док сам радио код куће, користио сам микроскоп за истраживање радиоореола у танким, провидним пресецима гранитних стијена. У прољеће 1965. размишљао сам о неким посебним типовима ореола, који су се сукобили са питањем њиховог поријекла. Према еволуционој геологији, гранити који сада садрже ове посебне ореоле створени су на почетку, док се ужарена магма полако хладила током дугог времена. С друге стране, радиоактивност одговорна за ове посебне

ореоле има тако кратак животни вијек да би нестала далеко прије него што би магма имала времена да се охлади и оформи гранитну стијену. Питао сам се како да ову препреку разријешим.

Док сам гледао ове ореоле под микроскопом, нека темељна питања пролазила су кроз мој ум: Да ли је могуће да прекамбријумски гранити нису били крајњи продукт лаганог хлађења магме, већ да су то заправо стијене које је Бог створио када је својом ријечју довео планету у постојање?

Да ли су посебни ореоли, у ствари, доказ тренутног стварања? Да ли су они отисци Створитељевих прстију у првобитним стијенама Земље? Да ли је стварање питање науке или вјере? Одлучио сам да истражим ово питање.

Мој циљ био је јасан: спровести истраживање ових ореола са циљем да објавим крајње резултате у познатим научним часописима. Мислио сам да је потребно да научна заједница истражи мој рад прије него што га представим ненаучницима као доказ за стварање. Моја истраживања би захтијевала скупу опрему за истраживање и изгледи за добијање приступа таквој опреми били су мали. У мојој соби није било мјеста за лабораторију и опрему осим за позајмљени микроскоп. Чак и гранитне стијене које сам проучавао биле су позајмљене са Универзитета у Новој Шкотској. Лични фондови нису постојали. У то вријеме нисам могао да претпоставим гдје ће ме одвести овако мршав почетак. Мада сам био непознат у научној заједници када су моја истраживања почела, неколико година касније пружила ми се прилика да у току једне године будем „гост-научник“ у једној од америчких државних лабораторија. Успоставио сам изузетно срдачне односе, и мој останак је продужен на 13 година до 30. јуна 1982. У току тог времена, лабораторијска преимућства су ми била приступачна, укључујући и рад на посебним радиоореолима. Послије ових истраживања, дошао сам до важних доказа за глобални потоп и младу Земљу. Објавио сам и преко 20 радова у запаженим научним часописима. Однос према мени је затим нагло промијењен, што показује како научне установе реагују када су угрожене неке теорије које имају суперстатус.“

Центри је до тренутка свог открића вјеровао у еволуцију, теорију великог праска, и у милијарде година постојања и развоја планете Земље, као и спорог стврдњавања Земљине коре. Када је почео са истраживањем, анализирао је седиментне стијене у којима је видио обојене трагове у виду концентричних кругова. Ове трагове назвао је ореолима (на енглеском „haloes“). Ореоли

настају као посљедица радиоактивног распада. Сваки радиоактивни елемент има своје вријеме полураспада, што има утицај на пречник ореола. Џентри је у овим стијенама идентификовао ореоле полонијума, изотоп 218. Овај елемент има врло кратко вријеме полураспада, које износи свега три минуте. Ако је вријеме полураспада полонијума 218 само три минуте, поставља се питање како су се ови ореоли нашли заробљени у стијенама? Закључак је да је Земљина кора морала да се стврдне у времену које је краће од три минута. Према теоријама еволуције и великог праска, Земљина кора се стврдњавала милионима и стотинама милиона година! Џентри у почетку није коментарисао резултате истраживања, већ их је само изнио као податке. Наука је ове резултате признала као коректне и поуздане. Тек накнадно, сљедбеници теорије еволуције постали су свјесни да ови налази у потпуности руше њихову теорију, и почели су да врше притисак на Џентрија да повуче резултате из угледног часописа „Science“. Пошто је одбио да то учини, добио је отказ у Националној лабораторији Оук Риџ. Према његовим налазима, заснованим на полураспаду полонијума, свијет је створен у веома кратком временском периоду, а не у дуготрајном процесу мјереном милијардама година.

Да би објашњење било што једноставније, сам Џентри је то показао на примјеру витамина Ц. Витамин Ц производе биљке, али пошто је технологија унапредовала, витамин Ц се производи у облику шумећих таблета. Кад

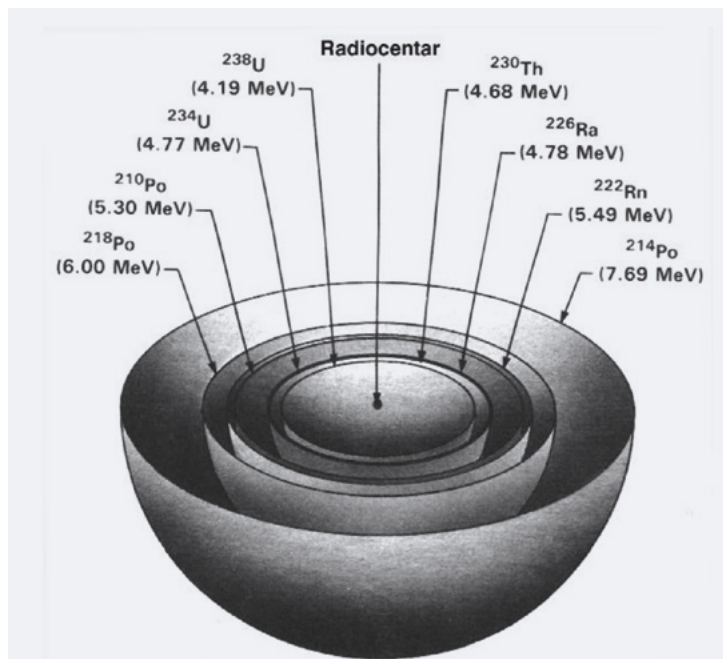
шумећу таблету витамина Ц ставимо у чашу у којој се налази вода, она почиње да се распада и да ствара мјехуриће у води. Таблети витамина Ц је потребно око један минут да се распадне у потпуности.

Ако бисмо у чашу воде ставили таблету витамина Ц, а онда чашу ставили у замрзивач, замрзивачу би било потребно двадесетак минута да заледи воду. У овом случају, у залеђеној води не бисмо пронашли мјехуриће пошто је вријеме распадања таблете доста брже од времена које је потребно да се вода заледи.

Међутим, ако бисмо у чаши залеђене воде видјели мјехуриће које производи распадање таблете витамина Ц, закључак би био да је коришћен замрзивач који може да заледи воду прије него што се таблета витамина Ц распадне.

Аналогно претходном, у стијенама се одвијају процеси у којима се одређени хемијски елементи распадају и на тај начин стварају одређени тип „мјехурића“ у стијени.

У стијенама се често проналазе милиони атома нестабилног урана, који су груписани у микроскопски малој тачки и који се распадају. Приликом распадања, они избацују мале честице на све стране. Тако стварају оштећење у чврстој стијени у облику мјехурића. Неки нестабилни елементи се распадају у више корака, тако да често проналазимо по неколико мјехурића који се налазе једни у другима. Уколико стијену пресијечемо по средини



Попречни пресјек урановог ореола. Сваки пртен ореола идентификован је као изотоп.

ових мјехурића, на пресеку ћемо видјети концентричне кругове.

Неки нестабилни хемијски елементи се распадају брже, а неки спорије, али своје мјехуриће распадања могу да оставе само у чврстој стијени. Ако је стијена течна, као што је то случај са усијаном лавом, онда они не могу да оставе мјехуриће – на исти начин као што таблета витамина Ц не може да остави мјехуриће распадања у течној, већ само у залеђеној води.

Познато је да је највећи дио континената сачињен од гранитних стијена. Пошто се настанак гранита не може посматрати нигдје у природи, а није га могуће направити у лабораторији, није се знало ни како је настао. Наука је зато прихватила претпоставку да је основна стијена наших континената – гранит – настао лаганим хлађењем усијане лаве током више милиона година.

Међутим, Роберт Центри је пронашао сасвим супротне доказе. Наиме, на свим континентима широм свијета, у граниту су пронађени мјехурићи распадања хемијског елемента полонијума, који се распада за само неколико минута, а што значи да је и гранит морао да очврсне за највише неколико минута.

Тип полонијума који је оставио мјехуриће у граниту, не постоји нигдје у природи самостално, већ само као дио неког већег ланца распада, као што је то ланац распада урана, како је приказано на слици.

„И поред бројних покушаја, нико до сада није успио да оспори ово откриће или можда у овом тренутку нисам обавијештен да се десило нешто слично.“

Оно што је карактеристично, а везано је за само откриће, јесу дешавања око цијелог случаја.

Пошто је годинама радио на складиштењу нуклеарног отпада у граниту, могао је узорке гранита детаљно да истражује. Поред проналаска полонијума у граниту, који указује на то да је наша планета створена за кратко вријеме, открио је у граниту и велике количине хелијума, гаса који брзо испарава и који би одавно испарио из гранита у случају да је гранит стар милионе и милијарде година. Али велике количине хелијума и у најдубљим слојевима гранита указују на то да је наша планета веома млада, само неколико хиљада година.

У то вријеме је дошло до судског спора у држави Арканзас, јер је та држава донијела одлуку да се, поред теорије еволуције, у школске програме уведе и наука о библијском стварању, позната као

„креационизам“. Једна веома утицајна невладина организација AKLU тужила је државу Арканзас због такве одлуке, са образложењем да се том одлуком крши Устав Америке, у којем се каже да су држава и религија одвојене.

Званичници државе Арканзас чули су за Центријева открића и позвали су га да буде свједок одбране на суђењу, да брани државу од AKLU. Директор Оук Риц лабораторије, у којој је тада радио, дискретно му је сугерисао да не буде свједок на том суђењу јер ће му бити ускраћен даљи рад у лабораторији. Центри је ипак прихватио да свједочи.

У првој седмици суђења, најпознатији научници – еволуционисти у Америци, које је ангажовао AKLU, износили су пред судијом наводне доказе за еволуцију. Сви најпознатији свјетски медији, не само амерички него и европски, извјештавали су о „сјајним доказима свједока тужиоца“. Након седам дана, Центри је презентовао своје доказе до којих је дошао током истраживања, да је Земља млада, као и доказе о скоро тренутном стварању наше планете. Нико од најзначајнијих медија није о томе написао ни слова, односно само су неке локалне новине написале кратке чланке.

Након овог излагања, судија Овертон је позвао водећег свјетског еволуционисту из области геологије, др Брента Делримпла, да покуша да објасни наведена открића. Др Делримпл је, слијежући раменима, рекао да у том тренутку није у стању да објасни ове налазе пронађене у граниту и да је то тренутно за њега „мистерија“. Наравно, није пропустио да каже како „не треба да се узбуђујемо око тога јер ће наука ускоро сигурно успјети да објасни ову малу мистерију стварања“.

Судија Овертон је прихватио свједочење, односно „објашњење“ др Делримпла и AKLU је на крају добио процес, а држава Арканзас је морала да одустане од увођења креационизма у школске програме.

Као епилог, Центрију је убрзо уручен отказ, под образложењем да није потребно да се са њим продужава уговор о сарадњи и даљем раду.

Инспирисан ријечима др Делримпла, о „малој мистерији стварања“, Роберт Центри је написао књигу „Мала мистерија стварања“, у којој је објаснио све доказе добијене кроз своја геолошка истраживања.

Било како било, вријеме ће показати која од наведених теорија је тачна. А можда се појави нека сасвим трећа, која ће бацити ново свјетло на ова питања.



IN MEMORIAM



RADOVAN TODOROVIĆ

Radnik za održavanje dalekovoda
3. 7. 1955 – 11. 9. 2018.

Šesnaestoga rujna ove godine, u pedeset četvrtoj godini života, napustio nas je dragi kolega Radovan Todorović, djelatnik Elektroprijenosa BiH a.d. Banja Luka, OP Mostar. Rođen je 29. 10. 1965. godine u Sparožićima, općina Trebinje. U elektroprivrednoj djelatnosti počeo je raditi 11. 6. 1984, kao uposlenik Hidroelektrane Trebinje, a u Elektroprijenosu je radio od 22. 8. 2006. godine, kao vodeći monter u službi za održavanje dalekovoda, u Terenskoj jedinici Trebinje, Operativno područje Mostar. Bio je izuzetno cijenjen i omiljen među ostalim kolegama.





www.elprenos.ba