



# ELEKTROPRIJENOS BIH ЕЛЕКТРОПРЕНОС БИХ

децембар/децембар/prosinac 2017.

## PUŠTENE U RAD NOVE TRANSFORMATORSKE STANICE 110 kV:

Šipovo

Čitluk 2 (Međugorje)

Tuzla 3 (Slavinovići)

Završena rekonstrukcija  
transformatorskih stanica:

Kotor Varoš

Bileća

Sarajevo 10

Tuzla 4

Gračanica

HAK

## INTERVJU

Aleksandar Šukalo, direktor OP Baња Лука

Ivica Vučić, direktor OP Mostar

Jakub Viteškić, direktor OP Sarajevo

Samir Jagodić, direktor OP Tuzla

## PREDSTAVLJAMO

## STRUČNI RADOVI

## DOGAĐAJI



# Impresum

**Informativno-stručni časopis**

kompanije za prenos električne energije

**Generalni direktor**

Mato Žarić, dipl. ing. el.

**Glavni i odgovorni urednik**

Jovana Mirković

**Urednici:**

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

**Štampa**

Atlantik bb Banjaluka

**DTP i dizajn**

Atlantik bb

**Za štampariju**

Branislav Galić

**Tiraž:**

1350 primjeraka

**Adresa**

Marije Bursać 7a, Banja Luka

# Riječ uredništva

## Poštovani čitaoci,

Ovaj uvodnik trebalo je da piše naša urednica Jovana Mirković, ali je lijepim povodom bila spriječena. Naime, naša urednica je donijela na svijet prvenca sina Miloša na čemu joj od srca čestitamo.

Pred nama je šesti broj časopisa, a kao da je juče bilo kada smo raspravljali o ideji da se pokrene interni časopis. Danas u rukama imamo tematski profiliran i kvalitetan časopis, koji rado čitaju uposlenici, ali i naši poslovni partneri.

U dosadašnjim brojevima mogli ste čitati o otvaranju novih transformatorskih stanica, novim dionicama visokonaponskih dalekovoda, o rekonstrukciji postojećih elektroenergetskih objekata, a u ovom broju o novim transformatorskim stanicama u Čitluku, Tuzli, Sarajevu, Šipovu, Kotor Varošu...

Pričali smo sa direktorima operativnih područja, a s obzirom na to da su pri kraju svojih četvorogodišnjih mandata željeli smo čuti njihova mišljenja o raznim pitanjima vezanim za rad operativnih područja i Kompanije u cjelini.

Rubrika u kojoj predstavljamo organizacione dijelove Kompanije iz procesa neposrednog održavanja već je postala ustaljena, te vam ovaj put predstavljamo: Službu za održavanje dalekovoda TJ Banja Luka u OP Banja Luka, Službu za održavanje dalekovoda TJ Sarajevo u OP Sarajevo, Službu za specijalna mjerenja u OP Mostar i Službu za telekomunikacije u OP Tuzla.

Elektroprenosna djelatnost je nepresušan izvor za razne stručne analize, primjenu inovativnih tehničkih rješenja, te smo ponosni na naše inženjere koji pišu i objavljuju stručne radove na CIGRE i sličnim konferencijama, i u raznim domaćim i stranim časopisima. I ovaj put smo vam pripremili nekoliko stručnih referata iz raznih oblasti.

U međuvremenu su održane dvije sjednice Skupštine akcionara na kojima se raspravljalo i odlučivalo o pitanjima veoma značajnim za Kompaniju.

Objavljujemo imena zaposlenika koji su u protekloj godini ostvarili pravo na penziju. Želimo im da dugo i u dobrom zdravlju uživaju u zasluženoj mirovini.

Iza nas je još jedna poslovna godina. Očekujemo pozitivan poslovni rezultat za 2017. godinu, iako je bila puna izazova i često nepredvidivih događaja. Samo odgovornim radom i visoko profesionalnim pristupom postižu se pozitivni rezultati.

Želimo da takva bude i dolazeća 2018. godina.

I ovaj put vas pozivamo da nam se pridružite i svojim priložima, komentarima, kritikama, sugestijama učinite naš list još bogatijim i sadržajnijim.

**SREĆNI VAM PREDSTOJEĆI PRAZNICI!**





**INTERVJU**

**Александар Шукало,**  
директор ОП Бања Лука  
**Ivica Vučić,**  
директор ОП Mostar  
**Jakub Viteškić,**  
директор ОП Сарајево  
**Samir Jagodić,**  
директор ОП Тузла

6

NOVOIZGRAĐENA TS 110/X kV  
ČITLUK 2 (MEĐUGORJE)  
SVEČANO PUŠTENJA U RAD 31

IZGRADNJA TRANSFORMACIJE  
110/20(10)/10 kV U KRUGU  
POSTOJEĆE TS 400/110 kV  
SARAJEVO 10 33

PUŠTENJA POD NAPON  
NOVOIZGRAĐENA TS 110/10(20) kV  
TUZLA 3 (SLAVINOVIĆI) 36

**INVESTICIJE**

ЗАВРШЕНА  
РЕКОНСТРУКЦИЈА ТС  
110/X kV КОТОР ВАРОШ

22

TS 400/220/110 kV TUZLA 4  
SANACIJA VN POSTROJENJA  
I REKONSTRUKCIJA 35 kV  
POSTROJENJA 39

ЗАВРШЕНА ИЗГРАДЊА  
ТРАНСФОРМАТОРСКЕ  
СТАНИЦЕ ТС 110/20 kV  
ШИПОВО

25

УВОЂЕЊЕ 20 kV НАПОНА У ТС  
110/20/10 kV ГРАЧНИЦА 42

ЗАВРШЕНИ РАДОВИ НА  
РЕКОНСТРУКЦИЈИ И  
ПРОШИРЕЊУ ТС  
110/35/10 kV БИЛЕЋА

28

ПРЕГЛЕД ИНВЕСТИЦИЈА  
У ОП ТУЗЛА ЗА ДРУГУ  
ПОЛОВИНУ 2017. ГОДИНЕ 46

РЕКОНСТРУКЦИЈА  
И ПРОШИРЕНЈЕ ТС 110/X kV НАК 49



**PREDSTAVLJAMO**

СЛУЖБА ЗА ОДРЖАВАЊЕ  
ДАЛЕКОВОДА, ТЈ БАЊА ЛУКА,  
ОП БАЊА ЛУКА 52

СЛУЖБА ЗА СПЕЦИЈАЛНА  
МЈЕРЕНЈА – ОП МОСТАР 57

ОДРЖАВАЊЕ ДАЛЕКОВОДА У  
ОП САРАЈЕВО – ТЈ САРАЈЕВО 59

СЛУЖБА ЗА  
ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ,  
ОП ТУЗЛА 65





## STRUČNI RADOVI

SIMULACIJA PARCIJALNIH PRAŽNJENJA U KABLOVSKOM VODU POMOĆU PROGRAMA MATLAB	70
PRIMJER DOBRE PRAKSE – IZRADA ORMARA RAZVODA ISTOSMJERNOG I IZMJENIČNOG NAPONA	80
TAP CHANGER CONDITION ASSESSMENT USING DYNAMIC RESISTANCE MEASUREMENT	82

## DOGAĐAJI

IZMEĐU DVA BROJA	93
ODRŽANO 33. SAVJETOVAЊE CIGRE SRBIJA	94
ODRŽANO XIII SAVJETOVANJE BH K CIGRE	95
13. SAVJETOVANJE HRVATSKOG OGRANKA CIGRE	96
U SARAJEVU ODRŽAN DVODNEVNI DV POWER TAP CHANGER COLLEGE	97

СПОРТСКИ СУСРЕТИ... РСИ ОХРИД 2017.	98
-------------------------------------	----

<b>SPISAK PENZIONERA</b>	99
--------------------------	----

## ЗАНИМЉИВО

МУЊА – НЕИСТРАЖЕНО ЧУДО ПРИРОДЕ	100
---------------------------------	-----

<b>IN MEMORIAM</b>	106
--------------------	-----





**Александар Шукало**, дипл. инж. ел., директор ОП Бања Лука

# МАКСИМАЛНО АНГАЖОВАЊЕ ВЛАСТИТИХ РЕСУРСА ЈЕ ДАЛО РЕЗУЛТАТЕ

ОП Бања Лука је јасно усмјерена ка максималном коришћењу властитих ресурса за реализацију инвестиционих пројеката. У наредном периоду, по истом рецепту, планирамо реализацију реконструкција и проширења на више електроенергетских објеката у надлежности оперативног подручја.

### Како оцјењујете сарадњу са другим оперативним подручјима?

Сарадњу са другим оперативним подручјима могу најискреније оцијенити као веома добру. Моје колеге, директори преостала три Електропреносова оперативна подручја, а и ја с њима, половином 2014. године, доласком на нове руководеће позиције, затекли смо разноликости у организацији и функционисању оперативних подручја.

Све то је, прије свега, било посљедица различитих пракси и различитог функционисања појединих електропреносних предузећа прије формирања јединствене компаније Електропренос БиХ 2006. године. Обавеза ОП Бања Лука је све вријеме од формирања Компаније била и одржавање читаве ТЈ Добој, те ангажмани на одржавању и у другим оперативним подручјима.

У протекле три и по године, велики дио посла је урађен на питању јаснијег дефинисања и хармонизовања рада свих оперативних подручја. Ми смо се опет трудили да помажемо једни другима, било да је ријеч о помоћи у одржавању електроенергетских објеката, размјени искустава и информација, или о неком другом облику извршавања свих обавеза и задатака претпостављених валидном документацијом, а с тим у вези и дјеловањем у ситуацијама када је најпотребније.

У току су припреме за израду приједлога плана набавке за потребе одржавања у 2018. години. Поредећи искуства из претходних година, да ли сматрате да досадашњи одобрени плански износи средстава за ове потребе могу покрити све реалне трошкове Оперативног подручја?

Одговор тражи дубљу анализу. Шта ми видимо да требамо одржавати властитим ресурсима, дакле од стране наших радника, а шта би препустили да одржавају трећа лица, да ли сад трошити новац на обуке и уређаје за одржавање и испитивања или ипак дио послова одржавања видимо ван Компаније? Наш став је да дугорочно треба максимализовати рад на одржавању властитим средствима.

Проблем средстава за одржавање и питања да ли су одобрена средства довољна има једну занимљиву димензију. Наиме, рационалним приступом и уштедама, Електропренос је претходних година за потребе одржавања трошио увијек мање средстава од одобрених. И ту се онда јавља размишљање да су одобрена средства од стране регулатора превелика и да их треба смањити, јер ето, систем се одржава и са мање пара. Наш став је управо супротан, ако нема простора за повећање, онда барем истрајати на досадашњим одобреним средствима.

Да ли сте задовољни динамиком утрошка средстава за потребе одржавања и потребе инвестиција у текућој години, те које би биле Ваше сугестије за побољшање процеса?

Ако изузмемо реалне околности и проблеме са којима се суочавамо у процесу јавне набавке услуга и материјала, задовољан сам. Моја сугестија би свакако била веће коришћење оквирних споразума са појединим испоручиоцима материјала и услуга на дуже временске периоде и, тиме, смањење времена потребног да се дође до испоручиоца за неку услугу или материјал.

У склопу реализације инвестиција, у објекте Компаније је уграђена опрема разних произвођача. Како видите евентуалну проблематику одржавања ове опреме током предвиђеног експлоатационог вијека са аспекта набавке резервних дијелова и обучености особља?

Имам разумијевање за иницијалну одлуку управе Компаније да се кроз сваки тендер за нови електроенергетски објекат не купују резервни дијелови и да се не планира обука. Међутим, сад је вријеме да се озбиљније сагледа шта смо набавили од опреме у протеклом периоду и да обучимо запослене како бисмо одговорили на захтјеве о питању одржавања новоуграђене опреме у наредном периоду. Ту нема мјеста за импровизацију.

Са активностима смо ушли у посљедњи квартал 2017. године. Да ли бисте нам могли укратко презентовати реализацију неких значајнијих пројеката из протеклог периода, као и пројекте који су у току?



У протекле три и по године, велики дио посла је урађен на питању јаснијег дефинисања и хармонизовања рада свих оперативних подручја. Ми смо се опет трудили да помажемо једни другима, било да је ријеч о помоћи у одржавању електроенергетских објеката, размјени искустава и информација, или о неком другом облику извршавања свих обавеза и задатака претпостављених валидном документацијом, а с тим у вези и дјеловањем у ситуацијама када је најпотребније.

Много пројеката је реализовано, а набројаћу само најзначајније. Укратко, изграђен је нови ДВ 110 kV Котор Варош – Укринa, те четири нове трафостанице називног напона 110 kV: ТС Лакташи 2, ТС Бужим, ТС Шипово и ТС Градишка 2. У потпуности су реконструисане ТС 110 kV Нови Град (са уградњом другог енергетског трансформатора) и ТС Котор Варош. У трафостаницама са једним енергетским трансформатором ТС 110 kV Цазин 1, ТС Бихаћ 2 и ТС 110 kV Нова Топола уграђени су други трансформатори. Завршене су реконструкције ДВ 2x110 kV ХЕ Бочац – Бања Лука, те ДВ 110 (35) kV Мркоњић Град – Језеро – Шипово. Листа других мањих реализованих пројеката на набавци и уградњи како примарне тако и секундарне опреме је дуга и превазилази оквири овог интервјуа.

Од пројеката који су у току, могу поменути изградњу ДВ 110 kV Нови Град – Костајница – Кнежица и реконструкцију ДВ 2x110 kV Бања Лука – Кнежица, уградњу другог енергетског трансформатора у ТС 110 kV Босански Петровац, те реконструкцију ТС 110 kV Козарска Дубица.

Међутим, свакако, најзначајнији, технички и финансијски најзахтјевнији пројекат који је у току јесте изградња ТС 110 kV Бања Лука 10 са прикључним 110 kV кабловским водовима.

У овом тренутку, покренута је јавна набавка за ту инвестицију и очекујемо да наредне године потпишемо уговор са извођачима и почнемо градњу овог, свакако најзначајнијег енергетског објекта за Град Бања Лука, са становишта снабдијевања електричном енергијом у будућности.

С обзиром на то да су запосленици ОП Бања Лука у улози ревидената пројеката и надзора

над реализацијом инвестиционих пројеката, гдје видите могућности за ефикаснију реализацију инвестиционих активности?

У сложеној држави каква је БиХ, са више нивоа власти, једна од ствари са којима смо се суочавали током надзора и ревизије пројеката јесте различитост и компликованост прописа и ингеренција за сваки пројекат у зависности од мјеста гдје се реализује инвестиција. Строго технички говорећи, ефикаснија реализација пројеката би свакако била побољшана усклађивањем и дефинисањем техничких захтјева од стране нашег предузећа. При томе мислим на доношење техничких препорука какве су постојале и у пријератном „Електрореносу“, а којима би се дефинисали захтјеви за опрему која се треба куповати и уграђивати у Електропреносовим објектима, те дале смјернице за пројектовање и изградњу новопланираних далековода и трансформаторских станица.

Какво је Ваше мишљење о оспособљавању и кориштењу властитих ресурса за реализацију дијела планираних инвестиција?

ОП Бања Лука је јасно усмјерена ка максималном кориштењу властитих ресурса за реализацију инвестиционих пројеката. Током ове године, властитим ресурсима смо завршили реконструкцију и проширење 110 kV у ТС Мркоњић Град. Били смо приморани да ангажујемо само извођаче грађевинских радова, док је пројектовање, монтажа и испитивање електроенергетског дијела ове реконструкције дјело запосленика Оперативног подручја Бања Лука.

У наредном периоду, по истом рецепту, планирамо реализацију реконструкција и проширења у

слједећим трафостаницама: ТС Прњавор (ВН постројење), ТС Бања Лука 5 (уградња другог енергетског трансформатора), ТС Приједор 1 (СН постројење), ТС Приједор 3 (ВН и СН постројење), ТС Бања Лука 1 (СН постројење), ТС Лакташи 1 (ВН и СН постројење) и ТС Градишка 1 (СН постројење). Дакле, пред нама је огроман посао, све ове активности на реализацији инвестиција би требали проводити у истом временском периоду са пословима одржавања и пословима подршке у реализацији и инвестицијама које ће вршити спољни сарадници. Ми мислимо да је реализација инвестиција властитим ресурсима прави пут.

Често се током реализације инвестиционих пројеката сусрећемо са проблематиком неријешених имовинскоправних односа. Какво је Ваше мишљење о овој проблематици?

По преузимању актуелне позиције директора, заиста нисам очекивао да ће ми рјешавање имовинскоправних односа одузети толико времена. Испоставило се да скоро да није било активности из области инвестиција у којој имовинскоправни односи нису били проблем. И не само код инвестиција, и из области одржавања смо имали много проблема овог типа. Навешћу најбаналнији и најчесталији примјер, а то је сјеча критичног растиња у траси далековода.

Проблем имовинскоправних односа има ширу димензију и тиче се читавог друштва, не само Електропреноса. Показало се да немамо довољно добро уређене земљишне књиге и да постоји пуно простора за опструкције пројеката изградње објеката од општег интереса (а све трафостанице и далеководи које гради Електропренос БиХ представљају општи интерес).

Дозвољавам себи, као директор, а прије свега као човјек, да похвалим рад Правобранилаштва Републике Српске на пословима експропријације земљишта за изградњу ДВ 110 kV Укринa – Котор Варош и ДВ 110 kV Гацко–Невесинје. Њихов ангажман и допринос на експропријацији земљишта од јавног значаја потребног за реализацију поменутих пројеката је немјерљив.

У протеклом периоду, на нивоу Компаније је примљено доста нових запосленика. Да ли сте задовољни кадровском попуњеношћу у ОП Бања Лука?

Закључно са 31.10.2017. године, у ОП Бања Лука је запослен 281 радник. Од тог броја, у Теренској јединици Бихаћ је запослено 52 радника. Ако кажемо да је прије три и по године, до доласка нових људи на позиције у управи Електропреноса БиХ и позиције директора оперативних подручја, у ОП Бања Лука радило 254 запосленика, јасно је да се број запосленика у ОП Бања Лука у ове три и по године повећао за 27 или отприлике 10%.

Осим ефекта простог повећања броја радника, оно због чега смо посебно поносни је значајно подмлађивање кадра. Наиме, у овом периоду у ОП Бања Лука примљена су 94 нова радника, а од тога броја, више од пола (укупно 49) били су приправници. Дакле, свјестан избор да предност у конкурсима за пријем радника дајемо младим образованим људима осигурава, увјерени смо, будућност за читаву Компанију.

Директоре, шта ћете учинити у наредном мандату или шта предлагате да учини Ваш наслједник, а што Ви нисте успјели учинити?

Неке ствари смо ми можда могли урадити брже и боље у нашем Електропреносу, али већина нереализованих пројеката је посљедица инертности и недовољне уређености система, те процедура којих смо, као јавно предузеће, обавезни да се придржавамо, прије свега Закона о јавним набавкама.

Не бих издвајао нешто посебно од нереализованих пројеката, јер су сви ти нереализовани пројекти заправо у току, и у неком наредном периоду ће сигурно бити и реализовани. С обзиром на то колико је урађено у периоду мог текућег мандата, а знајући да смо почетком 2014. године кренули од основа, од усвајања планова инвестиција и првих тендера, до многих проблема у реализацији и сналажења са многим неочекиваним проблемима, задовољан сам постигнутим.



**Ivica Vučić**, dipl. ing. el., direktor OP Mostar

# RAZDOBLJE VELIKOG INTENZITETA IZGRADNJE I REKONSTRUKCIJE

Proteklo razdoblje obilježeno je velikim intenzitetom izgradnje novih i rekonstrukcija postojećih elektroenergetskih objekata u svrhu povećanja sigurnosti i pouzdanosti napajanja potrošača električnom energijom. Ovako veliki intenzitet radova ne bi se mogao realizirati da nije bilo iznimno velikog angažmana i stručnosti djelatnika OP Mostar i cijele kompanije Elektroprijenos.



Na mjestu direktora OP Mostar nalazite se tri i pol godine. Što se kroz to razdoblje napravilo u odnosu na stanje koje ste zatekli?

Imenovanjem nove uprave u Kompaniji stvoreni su uvjeti da se proces investicija, koji je bio na neki način zaustavljen, pokrene. Ono što je karakteriziralo ove protekle tri i pol godine je, pored redovnih poslova na održavanju, vrlo veliki intenzitet izgradnje novih i rekonstrukcije postojećih EE objekata, koji je kao rezultat donio povećanje sigurnosti i pouzdanosti napajanja električnom energijom potrošača na području koje pokriva OP Mostar. Ovako veliki intenzitet radova ne bi se mogao realizirati da nije bilo iznimno velikog angažmana i stručnosti djelatnika OP Mostar i cijele kompanije Elektroprijenos, na čemu im ovim putem zahvaljujem.

Kako koordinirate svakodnevnim aktivnostima, unutar operativnog područja Mostar, s obzirom na to da ono u svom sastavu ima dvije terenske jedinice: TJ Mostar i TJ Trebinje?

Sva četiri operativna područja sastavljena su od sektora i terenskih jedinica. Operativno područje Mostar ima četiri sektora i dvije terenske jedinice. Sjedište OP Mostar smješteno je na dvije lokacije, što nam malo otežava organizaciju i koordinaciju poslova. U planu je izgradnja nove poslovne zgrade, čijom izgradnjom će ovi problemi nestati. Terenske jedinice su smještene na izdvojenim lokacijama, TJ Mostar smještena je u naselju Raštani u gradu Mostaru, a TJ Trebinje je smještena u predgrađu Trebinja. Koordinacija poslova je na zavidnoj razini, što potvrđuju vrlo dobri pokazatelji realizacije svih do sada planiranih poslova na održavanju, izgradnji i rekonstrukciji EE objekata. Većina poslova vezana za redovno održavanje ostvaruje se unutar terenskih jedinica. Angažman stručnih službi iz Sektora OP Mostar koje obavljaju specijalističke poslove u obje TJ, po riječima rukovoditelja TJ, za svaku je pohvalu. Koordinacija i ispomoć ljudi iz jedne TJ drugoj također su vrlo dobre. Nadam se da će i ubuduće koordinacija i organizacija poslova u sektorima i TJ ostati na ovom nivou, koji je, po mom mišljenju, hvale vrijedan.

Kako ste zadovoljni realizacijom projekata/ investicija koje se tiču ovog operativnog područja?

S obzirom na to da je trebalo istovremeno pokrenuti veliki broj novih investicija, bilo je potrebno u što kraćem roku obaviti pripreme radnje (rješavanje imovinskopravnih odnosa, izrada projektne dokumentacije, izrada tenderske dokumentacije i dr.), kako bi se moglo krenuti u njihovu realizaciju. To je obavljeno u kratkom roku, uz maksimalan angažman djelatnika OP Mostar i cijele kompanije. Kroz ove poslove potvrdilo se da je stručnost i predanost poslu djelatnika na vrlo visokom nivou i da se bez jednog takvog pristupa poslu ne bi moglo doći do rezultata koji su ostvareni. Do sada je na prostoru OP Mostar ugovoreno poslova u vrijednosti više od 45 milijuna maraka, od čega smo do sada realizirali oko 25 milijuna.

Od realiziranih investicijskih projekata u OP Mostar vrijedi istaknuti one najznačajnije. Prije svega, to su: izgradnja trafostanice TS 110/35/10 kV Mostar 9 (Buna), rekonstrukcija TS Mostar 1, rekonstrukcija TS 110/35/10 kV Mostar 2, rekonstrukcija TS 110/35/10 kV Mostar 6 (ugradnja novih energetskih transformatora snage 40 MVA). Nadalje, cjelovitom rekonstrukcijom TS 110/35/10 kV Konjic, čime je poboljšano napajanja općine Konjic, izvršena je rekonstrukcija dalekovoda DV 110 kV Mostar 4 – Široki Brijeg i DV 110 kV Široki Brijeg – Grude. Ovih dana završen je investicijski projekt rekonstrukcije dalekovodnih 110 kV polja u trafostanici Mostar 7. Sve pobrojano značajno je poboljšalo sigurnost opskrbe, kvalitetu isporučene električne energije i stvorilo preduvjete za daljnji rast infrastrukture i gospodarstva u Hercegovini, s čime nastavljamo nesmanjenim intenzitetom i u narednom periodu. U narednih nekoliko mjeseci završit će se izgradnja novog DV 110 kV Tomislavgrad–Kupres, koji će omogućiti dvostrano napajanje općine Kupres i priključak planiranih vjetroparkova u tom području, čime se stvaraju uvjeti za neometan gospodarski razvoj tog kraja. U tijeku je realizacija investicijskih projekata rekonstrukcija i proširenje TS 110/20/10 kV Nevesinje, rekonstrukcija TS 110/35/10 kV Ljubuški, proširenje i rekonstrukcija TS Stolac i TS Uskoplje. Završena je rekonstrukcija TS 110/35/10 kV Bileća. Ugovorena je i izgradnja kapitalnog investicijskog projekta DV 110 kV Gacko–Nevesinje. Nadalje, vrijedi istaknuti proširenje i rekonstrukciju TS Mostar 7 (ugradnja novih energetskih transformatora snage 40

Rekonstrukcije objekata također zahtijevaju vrlo precizno planiranje i detaljne programe radova, jer u svim slučajevima moramo osigurati stabilnost sustava i sigurnost opskrbe električnom energijom.

MVA). Uskoro očekujemo izgradnju još jednog novog objekta – trafostanice TS 110/35/10 kV Željuša, s priključnim dalekovodom, koja će još više poboljšati uvjete napajanja općine Mostar, i to sjevernoga dijela. U pripremi je i rekonstrukcija dalekovoda DV 110 kV Mostar 1 – Jablanica i DV 110 kV Mostar 2 – Jablanica, do područja TS Željuša, čime se stvaraju neophodni uvjeti u 110 kV mreži za priključenje vjetroelektrane VE Podveležje koju gradi EP BiH. U srednjoročnim planovima Elektroprijenosa BiH je i pokretanje rekonstrukcije DV 110 kV Grude–Imotski, rekonstrukcije TS Grude i TS Posušje, te izgradnja nove TS 110/x kV Široki Brijeg 2 na području Kočerina.

Najveći teret ovog posla podnijeli su iskusni djelatnici, kojih je, zbog perioda u kome se nisu zapošljavali novi djelatnici i koji je bio jako dug (cca 10 godina), bilo jako malo. Uz izgradnju i rekonstrukciju navedenih objekata, obučili smo i mlade djelatnike koje smo zaposlili i koji nakon ove tri i pol godine mogu već samostalno preuzeti određene poslove. Ja se svima koji su podnijeli ovaj teret zahvaljujem jer bez njih ne bi bilo ni ovakvih rezultata.

Vjerujemo da ćemo zadržati ovaj trend jer je u OP Mostar i dalje otvoren veliki broj gradilišta, od kojih su neka najsloženije rekonstrukcije objekata koji moraju biti u funkciji za vrijeme izvođenja radova.

Ima i projekata za koje želim što još nije završena procedura i izabrani izvođači za izgradnju.

**S obzirom na dislociranost uprave Elektroprijenosa i četiri operativna područja, zajedno sa njihovim terenskim jedinicama, kakva je međusobna suradnja?**

Elektroprijenos je jedinstvena kompanija na cijelom prostoru BiH sa sjedištem u Banjoj Luci. Kontakti uprave Kompanije i operativnih područja su svakodnevni. Sastanci direkcija Kompanije i operativnih područja su česti i održavaju se u svim dijelovima kompanije. Mislim da smo do sada sastanke imali u svim sjedištima OP-ova i svim sjedištima terenskih jedinica. Suradnja operativnih područja je svakodnevna, kvalitetna i korektna.

Održavamo i koordiniramo održavanje i sanaciju zajedničkih objekata (dalekovodi koje održavaju dva operativna područja). U slučaju potrebe, posebno osposobljene stručne ekipe obavljaju poslove i na područjima drugih operativnih područja. Određeni poslovi rade se na jednom mjestu i dobro funkcioniraju, npr. laboratorija za ispitivanje i analizu transformatorskog ulja. Smatram da je suradnja OP-ova i uprave kompanije na zavidnom nivou.

**Jeste li zadovoljni dinamikom utroška sredstava za potrebe održavanja i investicija?**

Problematika održavanja elektroenergetskog sustava, kakav je u kompaniji Elektroprijenos, zahtijeva precizno planiranje, pripremu i potrebne rezervne dijelove. Preventivno održavanje se detaljno planira, ali uvijek imamo i situacija nepredviđenih kvarova koje je potrebno u što kraćem roku otkloniti. Naše ekipe su osposobljene za najsloženije intervencije i spremne u svako doba dana i po svim vremenskim uvjetima izaći na intervenciju i osigurati potrebni plasman električne energije. Sredstva za održavanje za sva OP su određena tarifom. Mi bismo željeli da se izborimo kod regulatora da ta sredstva budu veća, nadamo se da će u budućnosti i biti tako.

Rekonstrukcije objekata također zahtijevaju vrlo precizno planiranje i detaljne programe radova, jer u svim slučajevima moramo osigurati stabilnost sustava i sigurnost opskrbe električnom energijom.

Izgradnju novih i cjelovite rekonstrukcije objekata obavljaju nam treća lica, a djelomične rekonstrukcije radimo vlastitim snagama. Dinamika realizacije investicija nekad ne ovisi o našem angažmanu i ne možemo je ubrzavati. Za sada sam zadovoljan dinamikom realizacije investicija, ali se trudimo da ona bude još brža i bolja. Uvijek može bolje.

**Kakva je uloga djelatnika iz terenskih jedinica u održavanju opreme i objekata, s obzirom na to da je u iste ugrađena oprema različitih proizvođača?**

Sve službe u TJ ulažu maksimalne napore kako bi sva oprema u objektima bila ispitana, revidirana

i ispravna. Djelatnici su uglavnom obučeni za održavanje opreme koja je nabavljena prije ovog investicijskog ciklusa, a problem se može javiti kod održavanja nove opreme za koju djelatnici nisu prošli adekvatne obuke za održavanje. Nadam se da će se u narednom periodu što prije realizirati planirane specijalističke obuke djelatnika potrebne za redovno održavanje novougrađene opreme.

Tijekom realizacije investicijskih projekata, često se susrećemo s problematikom neriješenih imovinskopravnih odnosa. Kakvo je vaše mišljenje o ovoj problematici?

Rješavanje imovinskopravnih odnosa je vrlo složen proces i zna potrajati jako dugo, a na njegovu dinamiku možemo utjecati veoma malo. Pored velikog angažmana naših ljudi i mnogo utrošenog vremena, neki procesi doslovno traju godinama. Rješavanje ove problematike uključuje i sudske procese koji nekad traju unedogled. Na te procese ne možemo utjecati. Određeni postupci vezani su i za različite nivoe vlasti (općinske, županijske, federalne, Republike Srpske...) koji potroše puno vremena na koordinaciji međusobnih aktivnosti. Prohodnost u ovim procesima uveliko bi ubrzala realizaciju planiranih investicija.

Tijekom ovih godina obnovljen je kadar. Što možete reći o tome koliko je uposleno djelatnika, kako je teklo osposobljavanje i obučavanje istih za dodijeljena im mjesta? Jeste li sada zadovoljni popunjenošću kadrova OP Mostar?

U periodu od 2006. do 2014. godine nije bilo upošljavanja novih djelatnika u OP Mostar, što je stvorilo veliku prazninu u kadrovskoj strukturi i broju uposlenih u odnosu na potreban broj djelatnika (značajan broj djelatnika otišao je u mirovinu). To je na početku mog mandata predstavljalo veliki problem. Proces obnavljanja kadrova je vrlo zahtjevan i zahtijeva određeno vrijeme.

Već sam ranije napomenuo da su stariji i iskusni djelatnici, uz puno posla na pripremi i realizaciji projekata, vrlo dobro odradili posao osposobljavanja mladih visokoobrazovanih ljudi.

U protekle tri i pol godine, u OP Mostar uposleno je preko 60 novih djelatnika, od toga oko 30

visokoobrazovanih i preko 30 srednje stručne spreme.

U periodu od protekle tri i pol godine u mirovinu je otišlo 43 djelatnika, a dva djelatnika su umrla.

Uglavnom su zapošljavani pripravnici jer smo procijenili da se specijalistička znanja koja su nama potrebna jedino mogu naučiti u okviru naše kompanije. Mislim da smo od velikog broja mladih ljudi uspjeli stvoriti specijaliste za svoje poslove, koji mogu rješavati i najsloženije probleme. Na ovo sam jako ponosan, obučili smo petnaestak vrhunskih mladih inženjera, a ovim putem zahvaljujem njihovim mentorima na svemu onome što su učinili za ove mlade ljude i nadam se da će i oni svoje znanje prenositi mlađim kolegama na isti način.

Popunjenost kadrovima i struktura uposlenih sada je zadovoljavajuća, što u početku mog mandata nije bio slučaj. Problem kvalifikacijske strukture uposlenih i broja djelatnika posebno je izražen u terenskoj jedinici Trebinje. U TJ Trebinje, zbog naslijeđenog stanja, imamo višak uposlenih i vrlo lošu kvalifikacijsku strukturu. To smo pokušali popraviti u ove tri i pol godine upošljavajući mlade inženjere. Donekle smo uspjeli.

U tijeku je četvrta godina Vašeg mandata kao direktora Operativnog područja Mostar. Ima li projekata koje u proteklom periodu iz nekih razloga niste uspjeli realizirati?

Očekivanja i želje su uvijek veće od realnih mogućnosti. Svakako da ima investicijskih projekata za koje bih želio da se što prije realiziraju. Prije svega, s energetskeg stajališta, veoma je bitno da se realizira sanacija 110 kV vodova oko Mostara koji su tijekom rata bili porušeni. Sanacija istih, zbog imovinskopravnih problema, uz maksimalan angažman naših djelatnika, nikako da se makne sa mrtve točke.

Tu je i zgrada sjedišta Operativnog područja (trenutno smo u zajedničkom objektu sa EP HZ HB i dijelom u iznajmljenom prostoru na drugoj lokaciji). Izgradnjom zgrade sjedišta riješilo bi se dosta problema vezanih za dislociranost pojedinih sektora u OP.





**Jakub Viteškić**, dipl. ing. el., direktor OP Sarajevo

# Uspješno realizovani značajni investicioni projekti i izvršeno podmlađivanje kadrovske strukture

Iskustvo i profesionalan odnos uposlenika Operativnog područja Sarajevo, od službe za projektovanje i OTP, preko nadzora i angažovanja uposlenika raznih tehničkih službi sektora i terenskih jedinica, doprinijeli su kvalitetnoj realizaciji investicionih projekata.

Na čelu ste operativnog područja koje, pored sjedišta, ima tri terenske jedinice, TJ Sarajevo, TJ Višegrad i TJ Zenica, a što je specifično u odnosu na druga operativna područja, koja imaju po dvije terenske jedinice. S obzirom na dislociranost svih terenskih jedinica, imate li nekih problema u koordinaciji aktivnosti?

Terenske jedinice su osposobljene za stručan, samostalan rad i koncipirane tako da se iz sjedišta TJ može brzo intervenirati i u najudaljenijem objektu, i otkloniti poremećaj u sistemu. Specifičnost OP Sarajevo je da TJ Sarajevo i TJ Višegrad imaju svoje poslovno-tehničke objekte gdje mogu kvalitetno organizirati svoj rad, za razliku od TJ Zenica. Očekujem da će do kraja naredne godine biti završen projekat izgradnje objekta koji će biti sjedište TJ Zenica, te ćemo imati priliku još kvalitetnije organizovati rad. Nastojimo harmonizirati rad putem Sektora za tehničke poslove, čija nadležnost, između ostalog, jeste da koordinira poslove među TJ iz procesa održavanja, planiranja sredstava, nabavke vitalnih rezervnih dijelova, izrade tehničkih specifikacija, učešća u prijemu opreme, reviziji dokumentacije, poslovima nadzora nad izvođenjem radova i sl.

OP Sarajevo već dugi niz godina održava aktivnim sistem osiguranja kvaliteta prema EN ISO 9001 i nosilac je validnog certifikata izdatog od strane TÜV NORD. Koliko Vam procedure i tehničke upute napravljene u sklopu ovog sistema pomažu u unapređenju poslovnih procesa?

S obzirom na to da je i statutarno predviđeno da se Kompanija organizuje, između ostalog, i na procesnom i funkcionalnom principu, sa razgraničenjem nadležnosti, odgovornosti i ovlaštenja, a i sam standard ISO 90001 se zasniva na procesnom pristupu, vrlo je bitno naše procese prepoznati, dokumentovati, kontrolisati i poboljšavati.

Trenutno smo u fazi prilagođavanja naše dokumentacije promjenama koje su se desile uvođenjem poslovno-informacionog sistema SAP, tako da ćemo u narednom periodu imati dokumente koji će umnogome olakšati rad OP. Prednost svega jeste i što su u cijeli proces uključeni zaposlenici koji svojim angažovanjem i inicijativama pomažu u izradi dokumenata na način da sve bude jasno određeno i definisano, te da se napravi jasan slijed ulaza i izlaza

iz procesa. Moja je želja da se i na nivou Kompanije implementira sistem upravljanja kvalitetom, čime bi i procesni pristup doživio svoj puni kapacitet. Ovo apsolutno ne znači da postojeća interna regulativa (uputstva, pravilnici i sl.) ne definiše u dovoljnoj mjeri naše procese, dapače, mislim da smo mnogim izmjenama i dopunama u proteklom periodu vrlo jasno definisali sve procese. Međutim, ne treba puno elaborirati činjenicu da je sistem kvaliteta jednostavno trend i potreba u modernim i velikim kompanijama kakva je naša.

Kako cijenite saradnju sa drugim operativnim područjima?

Saradnja je tradicionalno zadovoljavajuća, međutim, okosnica organizacije Kompanije je uspostavljena funkcionalna veza nadležnih direkcija i OP-ova, pa samim tim i saradnja OP-ova je na visokom nivou. Moram istaći vrlo korektan odnos sa kolegama, direktorima OP-a u Mostaru, Banjoj Luci i Tuzli, koji se ogleda u razmjeni raznih vrsta usluga, gdje su jedni više osposobljeni od drugih, kao i u promptnim akcijama ustupanja raznih materijala, rezervnih dijelova i sl. u skladu sa procedurama u Kompaniji.

U toku su pripreme za izradu prijedloga Plana nabavki za potrebe održavanja u 2018. godini. Poredeći iskustva iz prethodnih godina, da li smatrate da dosadašnji odobreni planski iznosi sredstava za ove potrebe mogu pokriti sve realne troškove Operativnog područja?

Mi u operativnim područjima bi sigurno bili zadovoljniji većim iznosom sredstava predviđenih za održavanje sistema. Potrebu za većim iznosom sredstava moguće je višeznačno obrazložiti podizanjem kvaliteta eksploatacije sistema kroz veću raspoloživost sistema. Poznato je da smo prošle godine bili zatečeni smanjenjem sredstava i bili prinuđeni prilagoditi se rebalansiranim sredstvima. Nadam se da će regulator imati više razumijevanja kod odobrenja sredstava za 2018, ali moram istaći da nas složenost procesa u primjeni ZJN dovodi u poziciju da se planirana i na kraju odobrena sredstva na nivou godine ne iskoriste u potpunosti.

Dinamika utroška odobrenih sredstava, pored dobre pripreme tenderske dokumentacije i specifikacija i blagovremenog planiranja, nažalost, ne ide uvijek u željenom pravcu. Posvećenost striktnoj primjeni

Zakona o javnim nabavkama je nešto što nam je obaveza, ali zbog složenih i dugotrajnih procedura, pa na kraju i vrlo čestih žalbi ponuđača, dolazimo u poziciju, kako sam ranije već naveo, da se odobrena sredstva na nivou godine i ne iskoriste u potpunosti. Siguran sam da ćemo i u ovom segmentu u narednom periodu napraviti iskorak i uspjeti realizovati sve odobrene nabavke na vrijeme.

U sklopu realizacije investicija, u objekte Kompanije je ugrađena oprema raznih proizvođača. Kako vidite eventualnu problematiku održavanja ove opreme tokom predviđenog eksploatacionog vijeka sa aspekta nabavke rezervnih dijelova i obučenosti osoblja?

Nesumnjivo je da "šarolikost" novougrađene opreme u naše transformatorske stanice usložnjava pristup u održavanju. Pored toga, treba napomenuti da je i u postojećim objektima u eksploataciji oprema različitih proizvođača, a nerijetko se radi i o raznim generacijama opreme od istog proizvođača.

Kako ispadi elemenata prenosnog sistema obično imaju za posljedicu u prekidima napajanja većih konzumnih područja, neophodno je da imamo osposobljene uposlenike koji mogu efikasno popraviti opremu u kvaru, kao i odgovarajuće rezervne dijelove u skladištima. Sigurno je da moramo još više pažnje posvetiti segmentu obučavanja uposlenika, kao i nabavci odgovarajućih vitalnih rezervnih dijelova za elemente sistema koji su dugo u eksploataciji i koji se teško pronalaze na tržištu. Mislim da bi trebalo ozbiljno razmotriti ideju za formiranje trening centra u Kompaniji, kako bismo uposlenicima kroz realizaciju investicionih projekata i kroz projekte iz oblasti održavanja omogućili periodičnu obuku i na taj način konstantno poboljšavali osposobljenost svih službi, kako u terenskim jedinicama tako i u sektorima.

Ušli smo sa aktivnostima u posljednji kvartal 2017. godine. Da li biste nam mogli ukratko prezentirati realizaciju nekih značajnijih projekata iz proteklog perioda, kao i projekte koji su u toku?

U investicionom ciklusu koji je započeo 2014. godine i traje do danas, u OP Sarajevo su u cijelosti realizovani projekti u iznosu nešto većem od 40 miliona KM, u skladu sa usvojenim godišnjim planovima investicija. Realizovano je nekoliko veoma značajnih kompleksnih projekata, kao što su izgradnja nove TS Fojnica

110 kV/x, rekonstrukcija TS Busovača, te rekonstrukcije objekata značajnih za grad Sarajevo, kao što su TS Sarajevo 15, zatim TS Sarajevo 13, te upravo završene aktivnosti u TS Sarajevo 10. Posebno smo ponosni na realizaciju izgradnje dalekovoda 110 kV TS Visoko – TS Fojnica, s obzirom na vrlo složenu problematiku rješavanja imovinskopravnih odnosa prilikom izgradnje novih dalekovoda. Izdvojio bih još nekoliko projekata koji su u fazi realizacije ili u postupku evaluacije pristiglih ponuda, kao što su: TS Žepče sa priključnim dalekovodom, TS Pale, TS Pazarić, TS Ilijaš, TS Sarajevo 12 (Grbavica), TS Sarajevo 14 i TS Hadžići.

Ovdje bih posebno naglasio da u OP Sarajevo Služba za projektovanje i OTP funkcioniše u punom kapacitetu i osposobljena je za izradu projektne dokumentacije kod zamjene opreme u postojećim TS, gdje realizaciju ugradnje nove opreme vršimo vlastitim resursima, uz eventualno učešće trećih lica samo u fazi građevinskih radova tamo gdje je to neophodno.

Često se tokom realizacije investicionih projekata susrećemo sa problematikom neriješenih imovinskopravnih odnosa. Kakvo je Vaše mišljenje o ovoj problematici?

Kod realizacije investicionih aktivnosti u postojećim objektima, hronološki prvi problem na koji nailazimo je što većina objekata nije uknjižena na Elektroprenos BiH, što je odmah po osnivanju Kompanije trebalo biti urađeno. U saradnji sa Direkcijom za pravne poslove, provode se sve potrebne aktivnosti prenosa vlasništva na način kako to zahtijevaju postojeći propisi, jer se dosta objekata još uvijek u gruntovnicama i katastru vode kao vlasništvo elektroprivreda, tj. subjekata koji su "unijeli" svoju imovinu u Elektroprenos BiH, što predstavlja problem prilikom prikupljanja dokumentacije kod nadležnih općinskih organa za potrebe rekonstrukcije i dogradnje objekata. Naime, Elektroprenos BiH ne može nijedan objekat uknjižiti kao svoje vlasništvo bez prethodnih odluka svojih pravnih prethodnika i notarski obrađenih isprava koje predstavljaju zakonski osnov za upis u zemljišne knjige.

Problem je i održavanje postojećih objekata u slučajevima kada vlasnici ili posjednici zemljišta ne dozvoljavaju pristup dalekovodima, a nadležne inspekcije i sudovi ne pokazuju dovoljno efikasnosti u



rješavanju ovih problema u okviru svoje nadležnosti. Kod izgradnje novih objekata, dešava se da pojedini opštinski organi postavljaju uslove formalnopravne prirode, što znatno usporava postupak.

U proteklom periodu, na nivou Kompanije je primljeno dosta novih uposlenika. Da li ste zadovoljni kadrovskom popunjenošću u OP Sarajevo?

Imajući u vidu činjenicu da je u protekle četiri godine iz OP Sarajevo penzionisano oko 100 uposlenika (nešto više od četvrtine ukupnog broja uposlenih), što sugeriše da je starosna struktura bila izrazito nepovoljna, ja sam zadovoljan činjenicom da smo se prijemom novih uposlenika značajno podmladili. Nastojali smo popunjavati, prije svega, službe u terenskim jedinicama, gdje je stanje u pojedinim službama bilo kritično. Primjer je Služba za dalekovode u TJ Sarajevo, gdje smo bili izrazito deficitarni sa monterima penjačima. U narednom periodu, nastojat ćemo nastaviti s popunjavanjem TJ Zenica uposlenicima iz zeničke regije, jer još

uvijek imamo značajan broj uposlenika koji na posao u Zenicu putuju iz Sarajeva. Ono čime nisam zadovoljan jeste visok procenat odlazaka na bolovanje, što je uzrokovano starosnom strukturom i to se podmlađivanjem značajno smanjuje.

U toku je četvrta godina Vašeg mandata kao direktora Operativnog područja Sarajevo. Da li ima nešto što ste htjeli da realizirate u proteklom periodu, a niste uspjeli iz nekih razloga?

Iz svega gore navedenog i onoga o čemu smo do sada razgovarali, jasno je da je mnogo više toga što je planirano uspješno i realizovano. Ono na čemu ja konstantno insistiram, naročito kod novoprimljenih uposlenika, jeste da se obaveze opisane kroz sistematizaciju radnih mjesta striktno izvršavaju i da se obavezama pristupa bar jednako ozbiljno koliko smo ozbiljni kada su u pitanju sva naša prava obezbijeđena Pravilnikom o radu i Ugovorom o radu. Dakle, budimo još više predani poslu i izvršavanju svih naših obaveza.



**Samir Jagodić**, dipl. ing. el., direktor OP Tuzla

# Operativno područje Tuzla uspješno prati investicione projekte i tekuće održavanje

Korektna saradnja i profesionalan odnos sa kolegama i kolegicama unutar operativnog područja su formula za uspješno rukovođenje i poslovanje. Direktor Operativnog područja Tuzla u kompaniji “Elektroprenos – Elektroprijenos BiH” a.d. Banja Luka, gospodin Samir Jagodić, kaže da su svi rezultati u Operativnom području Tuzla plod timskog rada i da je potreba za svakodnevnom saradnjom između sektora i terenskih jedinica neophodna s obzirom na malobrojnost zaposlenika, što, u današnjim uslovima ekspanzije investicionih projekata, dovodi do potrebe za preplitanjem poslova održavanja i investicija.

**Možete li ukratko predstaviti Operativno područje Tuzla sa brojem zaposlenika i obimom nadležnosti nad elektroenergetskim objektima?**

Operativno područje Tuzla jedno je od četiri operativna područja u okviru organizacione strukture Kompanije za prenos električne energije u Bosni i Hercegovini.

Po Pravilniku o organizaciji poslova i sistematizaciji radnih mjesta, operativna područja su organizovana po sektorima i terenskim jedinicama (Tuzla i Doboj), dok su sektori i terenske jedinice organizovane po službama.

Trenutno imamo 228 zaposlenika i, u odnosu na druga operativna područja, to je znatno manje, ali predstavlja značajan napredak u odnosu na stanje koje smo imali sredinom 2014. godine.

Broj transformatorskih stanica i dalekovoda po naponskim nivoima i terenskim jedinicama, za koje Operativno područje Tuzla ima nadležnost za održavanje, jeste sljedeći: 39 transformatorskih stanica (3 TS 400/x kV, 1 TS 220/x kV, 33 TS 110/x kV i dvije TS 35/10 kV), te 72 dalekovoda (sedam dalekovoda 400 kV, osam dalekovoda 220 kV i 57 dalekovoda 110 kV). Razmjena energije sa drugim državama vrši se preko osam interkonektivnih dalekovoda od kojih su dva naponskog nivoa 400 kV, 2 su 220 kV, a četiri dalekovoda su 110 kV naponskog nivoa.

**Iako je Operativno područje Tuzla po broju transformatorskih stanica i dužini dalekovoda drugo po veličini operativno područje u Kompaniji, možete li pojasniti razloge zašto je i dalje područje sa najmanjim brojem zaposlenika?**

Od formiranja Kompanije, Operativno područje Tuzla imalo je najslabiju polaznu tačku u odnosu na druga operativna područja. Naime, Kompanija „Elektroprenos/Elektoprijenos Bosne i Hercegovine“ nastala je prenosom sredstava, obaveza i vlasničkih prava nad imovinom neophodnom za prenos električne energije i djelatnosti koje se odnose na prenos, od elektroprivrednih preduzeća u Bosni i Hercegovini koja su imala sjedišta u Sarajevu, Mostaru i Banjoj Luci. Samim tim su i operativna područja sa sjedištima u navedenim mjestima zadržala postojeću kadrovsku i materijalnu osnovu tako da su praktično samo nastavila obavljati istu djelatnost koju su obavljali i ranije, u okviru drugog pravnog subjekta. To nije bio slučaj sa Operativnim područjem Tuzla.

Uprkos svemu, uspjeli smo odgovoriti postavljenim zadacima zahvaljujući napregnutom radu zaposlenih u operativnom području, kao i pomoći i podršci iz drugih operativnih područja.

Imenovanjem nove uprave Kompanije, prepoznata je specifičnost potreba Operativnog područja Tuzla, tako da su od 2014. godine vidljiva značajna ulaganja u nabavku opreme, instrumenata, vozila, kao i povećanje broja zaposlenih, što omogućava funkcionalno i efikasno obavljanje poslova koji su u nadležnosti ovog operativnog područja. Ovakva nastojanja podrazumijevaju, isto tako, i izbalansiran razvoj terenskih jedinica u Tuzli i Doboju. Naravno da u narednom periodu očekujem nastavak ovakvog trenda, dakle, razvoja Operativnog područja Tuzla u svakom smislu, i da ćemo za dvije-tri godine biti prilično ujednačeni po svim parametrima sa drugim operativnim područjima, pri čemu treba uzeti u obzir i određene specifičnosti.

**Operativno područje Tuzla sastoji se od dvije terenske jedinice, Tuzla i Doboj. S obzirom na to da Operativno područje, od osnivanja do sada, radi pod izuzetno teškim okolnostima, na koji način se ipak izvršavaju svi redovni, kao i vanredni, havarijski poslovi?**

U početku nedovoljna popunjenost, a u sadašnje vrijeme i nedovoljna obučenost novoprimitljenih zaposlenika, dovodi do izuzetno teških okolnosti pod kojima rade zaposlenici u Operativnom području Tuzla. Iz navedenog ne bi se mogla izdvojiti nijedna služba koja se ne susreće sa navedenom činjenicom. S jedne strane imamo TJ Doboj, u koju su primljeni novi zaposlenici u potpuno prazne službe održavanja za rasklopna postrojenja, za mjerno-relejnu tehniku i za dalekovode. S druge strane imamo TJ Tuzla, u kojoj ima određeni broj zaposlenika sa iskustvom, i koji pokrivaju cijelo Operativno područje Tuzla. Na ovaj način je vrlo teško, pored redovnih i vanrednih poslova, pokrivati sada već i intenzivirane investicione projekte. Iz navedenog razloga primorani smo da nam u određenim slučajevima i druga operativna područja pružaju usluge u oblastima održavanja i havarija. Sa današnjim danom može se reći je TJ Tuzla u potpunosti preuzela održavanje nad objektima iz svoje nadležnosti, nad dijelom objekata iz nadležnosti TJ Doboj, i da je TJ Banja Luka zadržala održavanje određenih objekata u TJ Doboju, dok je TJ Doboj preuzela značajan dio



Operativno područje Tuzla je pratilo investicioni plan i u tom smislu ne zaostajemo za drugim operativnim područjima, bez obzira na naša još uvijek prisutna ograničenja, kojih smo svjesni.

obaveza iz oblasti dalekovoda, rasklopnih postrojenja, kao i iz mjerno-relejne tehnike.

Početak ove godine, održan je sastanak između predstavnika operativnih područja Tuzla i Banja Luka, na kojem smo sagledali problematiku održavanja u TJ Doboj i usaglasili potrebu daljeg, reduciranog, učešća Operativnog područja Banja Luka u održavanju dijela objekata u TJ Doboj, sa intencijom da u skorije vrijeme TJ Doboj preuzme u potpunosti svoje obaveze iz domena održavanja.

Međutim, kad se uporedi situacija na samom početku i današnje stanje, sa ponosom se može reći da Operativno područje Tuzla uveliko zaokružuje organizacionu nadležnost i obaveze sa vlastitim snagama.

**Kako cijenite saradnju sa drugim operativnim područjima?**

Iz gore navedenih odgovora i pojašnjenja može se zaključiti da Operativno područje Tuzla ima izuzetno dobru saradnju sa drugim operativnim područjima, i to ne samo iz oblasti održavanja elektroenergetskih objekata već i iz oblasti projektovanja, upravljanja, investicija, kao i iz drugih oblasti za koje su potrebni stručna pomoć, savjeti i usluge. Operativna područja se bave istom problematikom, tako da upućenost jednih na druge, razumijevanje i saradnja na svim nivoima bitno olakšavaju realizaciju naših obaveza.

**U toku su pripreme za izradu prijedloga Plana nabavki za potrebe održavanja u 2018. godini. Poredeći iskustva iz prethodnih godina, da li smatrate da dosadašnji odobreni planski iznosi sredstava za ove potrebe mogu pokriti sve realne troškove Operativnog područja?**

Dosadašnji odobreni planski iznosi sredstava za potrebe održavanja uglavnom su pokrivali troškove Operativnog područja. U određenim slučajevima smo koristili sredstva koja su na nivou Direkcije za rad i održavanje sistema rezervisana upravo za pokrivanje određenih troškova koji su nastali nepredviđeno ili su planirana sredstva bila nedovoljna. U toku je izrada

Plana održavanja za 2018. godinu i u prvom prijedlogu smo predvidjeli više sredstava u odnosu na ovu godinu. Potrebno je svake godine unapređivati Plan održavanja na bazi iskustava iz ranijeg perioda i to treba raditi sistematično i preciznije.

**U sklopu realizacije investicija, u objekte Kompanije je ugrađena oprema raznih proizvođača. Kako vidite eventualnu problematiku održavanja ove opreme tokom predviđenog eksploatacionog vijeka sa aspekta nabavke rezervnih dijelova i obučenosti osoblja?**

Prije 1992. godine, većina opreme ugrađene u objekte Elektroprenosa proizvedena je u Energoinvestu. Rezervni dijelovi i servis bili su skoro promptno obezbijeđeni. Međutim, današnja realnost je takva da se u Energoinvestu više ne proizvodi oprema, nestala je mogućnost zamjene opreme, nabavke rezervnih dijelova i servisa. Nešto malo resursa što je preostalo kroz male radionice ili preduzeća na neki način omogućava ograničen servis za interventne opravke.

Isto tako, počela je i ugradnja opreme različitih proizvođača. Održavanje te opreme u budućnosti ne bi trebalo da stvara probleme, jer se radi uglavnom o svjetski poznatim proizvođačima koji će sigurno obezbjeđivati i rezervne dijelove, a po potrebi i servis.

Zbog raznolikosti i opreme i proizvođača te opreme, svakako da je potrebna obuka dežurnih električara u objektima za manipulisanje tom opremom, a isto tako i ljudi iz službi održavanja, radi redovnog i interventnog održavanja iste. Postoje različite ideje i pristupi organizovanju obuka zaposlenika. Jedan od prijedloga je i da obuke treba ugraditi u ugovore sa kompanijama koje nam izvode radove na sanaciji/rekonstrukciji i izgradnji objekata, kao obavezu izvođača radova, na način da izvođač radova obezbijedi ovakve obuke u saradnji sa proizvođačima opreme.

**Često se tokom realizacije investicionih projekata susrećemo sa problematikom neriješenih imovinskopravnih odnosa. Kakvo je Vaše mišljenje o ovoj problematici?**

Što se tiče imovinskopravnih odnosa kod realizacije investicionih projekata, tu smo imali različita iskustva, od onih gdje smo završavali procedure u jednom koraku, do onih gdje imamo višegodišnje zastoje sa nepredvidivim rokom završetka, npr. rješavanje priključnog dalekovoda u TS Kalesija ili uknjižba parcela u TS Kladanj. Generalno, do sada nismo imali značajnijih problema kod rješavanja imovinskopravnih odnosa, izuzev navedena dva slučaja, i za sada smo zadovoljni rezultatima i dinamikom njihovog rješavanja. Nekada je problem u postupcima rješavanja ovih pitanja u nerazumijevanju pojedinih lokalnih zajednica i pravosudnih institucija o važnosti naših investicija po lokalno društvo i privredu. Pored toga, kao problem se javlja neusaglašenost zemljišnoknjižnih i katastarskih podataka, kao i neposjedovanje arhivskih dokumenata o nekim našim objektima, zbog čega smo primorani da istu tražimo od nadležnih arhivskih institucija.

U toku je četvrta godina Vašeg mandata kao direktora Operativnog područja Tuzla. Kojim uspjehom ste posebno zadovoljni i da li ima nešto što ste imali namjeru realizirati u proteklom periodu ali iz nekog razloga niste uspjeli?

Najbolje se mogu sumirati rezultati kada se uporedi stanje u Operativnom području u momentu dolaska na mjesto direktora i trenutno stanje, i to u svim aspektima.

Kao što sam ranije istakao, broj zaposlenika, nedostatak vozila, rezervna sredstva koja se odnose na tekuće održavanje, ispitna oprema i mnogo toga što nam je nedostajalo sada je značajno poboljšano. Zbog toga sada gotovo sve svoje obaveze kao operativno područje izvršavamo samostalno, bez pomoći drugih operativnih područja. Investicioni zamah je počeo krajem 2014. godine i samo je dobijao na intenzitetu. Operativno područje Tuzla je pratilo investicioni plan i u tom smislu ne zaostajemo za drugim operativnim područjima, bez obzira na naša još uvijek prisutna ograničenja kojih smo svjesni.

Posebno se može istaknuti da sam imao priliku da učestvujem u puštanju pod napon transformatorske stanice TS 110/20(10) kV Tuzla 3, za koju je bilo dosta skepse u pogledu završetka ako imamo u vidu složenost procedura i problematike oko rješavanja imovinskopravnih odnosa, s obzirom na to da je

izgradnja započela davne 2003. godine. Obrnut primjer je izgradnja TS 110/x kV Kalesija, koja je započeta iz istog perioda kao i TS Tuzla 3. Iako su se neka rješenja za rješavanje problematike imovinskopravne prirode nazirala, sada je već izvjesno da se završetak izgradnje TS 110 kV Kalesija neće desiti u narednoj godini.

U kom domenu se vrši saradnja sa lokalnim distributivnim preduzećima, s obzirom na to da se dobar dio investicija direktno odnosi na rješavanje problematike u snabdijevanju distributivnih područja?

Operativno područje Tuzla ima direktnu saradnju sa šest elektrodistributivnih preduzeća. U dosadašnjim investicionim projektima, pohvalio bi saradnju sa Poslovnicom Tuzla, Poslovnicom Zenica, Zavisnim preduzećem Elektro Doboj i Zavisnim preduzećem Elektro Bijeljina, u čijim nadležnosti su i zastoji koji su vezani za investicione projekte i sa kojima kolege iz Sektora i terenskih jedinica imaju izuzetnu saradnju.

Kakva je Vaša saradnja sa zaposlenicima unutar operativnog područja i sa sindikatom?

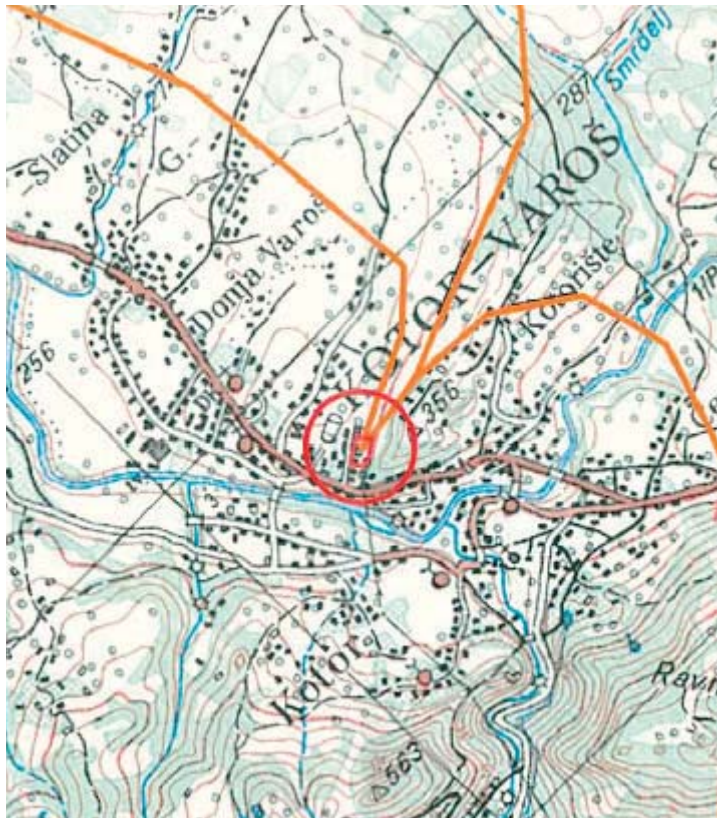
Smatram da imam korektnu saradnju i profesionalan odnos sa kolegama i kolegicama iz neposrednog poslovnog okruženja i, uopšte, unutar operativnog područja. Svi rezultati u Operativnom području Tuzla su plod timskog rada. Mi smo malobrojniji u odnosu na druga operativna područja, tako da je i potreba za svakodnevnom saradnjom između sektora i terenskih jedinica i njihovih službi neophodnija. To se najbolje vidi kroz preplitanje poslova održavanja i investicija.

Sa predstavnicima Sindikata na nivou Operativnog područja Tuzla, isto tako, imam dobru saradnju i komunikaciju. Naravno, svako iz svog djelokruga rada posmatra određena pitanja i mi u tom dijelu nismo imali nesporazuma. Ono što bih posebno istakao, jer sam bio prisutan na više sastanaka, jeste da su sindikalci iz Tuzle prepoznali suštinski značaj za zaposlenike u potpisivanju Kolektivnog ugovora na nivou Kompanije, i slobodno mogu reći, imali najkonstruktivniji pristup ovom pitanju, ali nažalost, izgleda da se nisu još uvijek stekli uslovi za njegovo potpisivanje.

# ЗАВРШЕНА РЕКОНСТРУКЦИЈА ТС 110/X kV КОТОР ВАРОШ

Аутор: мр **Јована Тушевљак**, дипл. инж. ел.,  
самостални инжењер за планирање, развој и инвестиције

Подручја општина Котор Варош и Челинац радијално су напојена 110 kV напоном из ТС Бања Лука 1. Изградњом далековода 110 kV Котор Варош – Укрина рјешава се проблем радијалног напајања ТС Бања Лука 7, ТС Челинац и ТС Котор Варош.



Извод из просторног плана општине Котор Варош 2009–2030. год., са приказаним трасама далековода 110 kV и локалитетом предметне трансформаторске станице 110/x kV Котор Варош

## Значај пројекта

**Р**еконструкцијом и проширењем ВН и СН постројења у ТС 110/x kV Котор Варош обезбеђује се поуздано снабдијевање електричном енергијом подручја општине

Котор Варош и омогућава прикључење нових средњенапонских излаза, као и будућих далековода ДВ 110 kV Котор Варош – Укрина и ДВ 110 kV Котор Варош – Кнежево.





Стање у току реконструкције

## Реализација пројекта

Уговор за набавку опреме и материјала, израду пројектне документације и радова на реконструкцији и проширењу трансформаторске станице Котор Варош са прибављањем потребних сагласности и дозвола потписан је са конзорцијумом „ЕТТ Енерготехника“ д.о.о. Бања Лука, „Енерготехника – Јужна Бачка“ д.о.о. Нови Сад и „ДНП Инжењеринг“ д.о.о. Нови Сад. Вриједност уговора је 2.906.618,56 КМ.

ТС Котор Варош се спаја на електропреносну мрежу преко постојећег ДВ 110 кV Котор Варош – Челинац и будућих ДВ 110 кV Котор Варош – Укрина и ДВ 110 кV Котор Варош – Кнежево. Оба нова далеководна спајају се на сабирнице 110 кV преко нових далеководних поља, која су била предмет проширења. Постојећи енергетски трансформатори су задржани, док су

реконструисана припадајућа трансформаторска поља 110 кV.

110 кV постројење у ТС Котор Варош састојало се од једног некомплетног далеководног поља 110 кV (ДВ 110 кV Челинац: линијски растављач, капацитивни НМТ у средњој фази и спрежна пригушница), те је била неопходна реконструкција и комплетирање овог поља и два комплетна трансформаторска поља. Припадајуће трансформаторско поље трансформатора Т20 изграђено је 2013. године, али са репарираним опремом веће старости. Због тога је било неопходно извршити замјену дијела опреме у овом пољу, као и комплетне опреме у трансформаторском пољу Т10.

СН постројење (постројење 35 кV и 20 кV) било је унутрашње изведбе, смјештено у погонској

## ИНВЕСТИЦИЈЕ

просторији у приземљу командно-погонске зграде. Старост ових ћелија била је преко 35 година, што је основни разлог њихове замјене новим.

Како је стара командна просторија била недовољних димензија за комотан и функционалан смјештај нове опреме, изграђен је спрат изнад старог командног дијела зграде, у којем се формирала нова командна просторија.

За погонски дио зграде урађена је доградња међуспратане конструкције за формирање погонске просторије за смјештај нових СН ћелија на горњој етажи и техничке етажне (кабловског простора) у приземљу. У сврху обезбјеђења напајања током реконструкције СН постројења, кориштено је мобилно постројење 20 kV.

Радови на развезивању СН извода постојећег СН постројења, повезивању и пуштању из мобилног постројења извршени су у сарадњи надлежних техничких служби Електропреноса, Електрокрајине и извођача радова.



Мобилно разводно постројење 20 kV са примарним везама

Високонапонско постројење прије и након реконструкције



Средњенапонско постројење прије и након реконструкције





# ЗАВРШЕНА ИЗГРАДЊА ТРАНСФОРМАТОРСКЕ СТАНИЦЕ ТС 110/20 kV ШИПОВО

Аутор: мр **Јована Тушевљак**, дипл. инж. ел.,  
самостални инжењер за планирање, развој и инвестиције

Компанија „Електро-  
пренос – Електро-  
пријенос БиХ“ а.д.  
Бања Лука завршила  
је пројекат изградње  
трансформаторске  
станице ТС 110/20 kV  
Шипово. Вриједност  
ове инвестиције је  
4.549.579,86 KM.



## Значај пројекта

**К**омплетно рјешење напајања подручја Шипова, Језера и дијела општине Купрес остварује се са много трансформација, а поред свега у изворној тачки лимитирана

је снага трансформације. Изградњом ТС 110/x kV Шипово врши се растерећење ТС 110/20/10 kV Мркоњић Град и обезбјеђује се квалитетно напајање електричном енергијом индустријских



погона и других привредних објеката на конзумном подручју општине Шипово, те подручју Бараћа и Купреса.

Управа Компаније је донијела одлуку о изградњи нове ТС 110/20 kV Шипово, а као најповољнији понуђач за изградњу трансформаторске станице 110/20 kV Шипово са уградњом опреме изабран је конзорцијум „Електрообнова“.

### Реализација пројекта

Локација нове ТС 110/20 kV Шипово налази се у индустријској зони, смјештеној са десне стране регионалног пута Језеро–Шипово, у сјеверозападном дијелу круга фабрике "Чајавец" Шипово..

Извођачи су уведени у посао у априлу 2015. године.

Кончан обим изградње ове трансформаторске станице обухватао је изградњу два трансфор-

У сврху увезивања ТС Шипово у електроенергетски систем по 110 kV напону, извршена је реконструкција далековода Мркоњић Град – Шипово и прелазак са напонског нивоа 35 kV на 110 kV.

маторска поља 110 kV, два далеководна поља 110 kV, једно мјерно поље 110 kV, два трансформатора 110/21/10,5 kV, 20/20/14 MVA, изградњу командно-погонске зграде са средњенапонским постројењем 20 kV и припадајуће радове на уређењу платоа трансформаторске станице.

Свечано отварање ТС Шипово обиљежено је у новембру 2017. године.

Обилазак локације будуће ТС Шипово и почетак радова



Радови у току







Завршетак радова



# ЗАВРШЕНИ РАДОВИ НА РЕКОНСТРУКЦИЈИ И ПРОШИРЕЊУ ТС 110/35/10 kV БИЛЕЋА

Аутор: **Вукашин Столица**, дипл. инж ел., руководилац ТЈ Требиње

Послије скоро 60 година, извршена је реконструкција и проширење ТС 110/35/10 kV Билећа. Наиме, ТС 110/x kV Билећа је изграђена као једна од првих трафостаница 110 kV у преносној мрежи Електропреноса БиХ, заједно са трафостаницама 110 kV Мостар 1, Јајце и Приједор, које су 50-их година прошлог вијека чиниле окосницу тадашње преносне мреже ЕЕС БиХ.



Командна просторија прије реконструкције



Постројење 110 kV прије реконструкције

**И**зградња ТС Билећа почела је 1953. године и иста је пуштена у погон на тадашњу преносну мрежу БиХ 1958. године. У периоду од 1958. до 2004.

године вршена су одређена проширења како ВН тако и СН постројења у складу са потребама ЕЕС БиХ.





Постројење 110 kV у току реконструкције

Као једна од првих ТС 110/х kV преносног система БиХ, ТС Билећа је била урађена са излазним (ДВ) порталима и порталима сабирничког система урађеним од АБ стубова, те најстаријим типовима расклопне опреме, опреме управљања и заштите, као и опреме ВП и ПН.

Планом развоја Компаније „Електропренос–Електропријенос БиХ“ а. д. Бања Лука те одлуком управе Компаније, 2015. године је донесена одлука да се изврши потпуна модернизација, реконструкција и проширење ТС 110/35/10 kV Билећа, у чију реконструкцију је уложено сса 5.100.000,00 КМ са ПДВ-ом.

Извршена је потпуна замјена АБ излазних портала и сабирничких портала челичнорешеткастим порталима, изграђен систем саобраћајница унутар ВН постројења, извршена замјена



Постројење 110 kV и КПЗ у току реконструкције

комплетне ВН опреме и опреме 35 kV и 10 kV СН постројења, извршена је замјена целокупне опреме за заштиту, управљање и сигнализацију, извршена је замјена и уградња нове опреме за ВП и ПН, те трафостаница путем станичног SCADA система повезана са надлежним центрима управљања ДЦ Мостар и НОС БиХ. Уграђен је и систем дојаве пожара, те систем видео-надзора ТС Билећа.

Уградњом новог трансформатора Т1, 110/10/35 kV, 20 MVA, повећан је преносни капацитет ТС Билећа. Наиме, стари трансформатор Т1, 110/35 kV, 10 MVA, поред тога што му је експлоатациони вијек већ давно био истекао, није имао могућност трајног паралелног рада са постојећим трафоом Т2, што је уградњом новог трафоа Т1 у потпуности ријешено.



Командна просторија након реконструкције



Постројење 110 kV и КПЗ након реконструкције





Извршена је и потпуна грађевинска реконструкција објекта КПЗ.

Реконструкцијом и проширењем излазних портала у ТС Билећа обезбијеђена је потпуна грађевинска резерва за изградњу нова три ДВ 110 kV поља. Завршетком реконструкције ДВ 110 kV Столац–Билећа, која је у фази припреме, ТС Билећа ће још више постати истинско чвориште 110 kV мреже на подручју Источне Херцеговине. Изградњом ДВ 110 kV Гацко–Невесинје, која је у току, обезбиједиће се 100% увезаност преносне 110 kV мреже на подручју које је у надлежности ОП Мостар, управо преко ТС 110/x kV Билећа.

ТС Билећа је преко ДВ 110 kV Билећа–Никшић повезана и са сусједним ЕЕС Републике Црне Горе, који је такође у фази припреме реконструкције у наредном периоду.

Радове на реконструкцији и проширењу ТС 110/35/10 kV Билећа изводио је Конзорцијум „Електроенергетика“, предвођен лидером Конзорцијума „ЕЛНОС БЛ“ д.о.о Бања Лука. Сви радови су завршени професионално и квалитетно, у складу са правилима струке.

Реконструкцијом ТС Билећа осигурана је могућност прикључења нових високонапонских далековада и тиме вишеструка увезаност ТС Билећа у преносни систем БиХ, осигурано

континурано и сигурно напајање електричном енергијом конзума потрошача општине Билећа те сусједних општина у окружењу, као и сигурнија интерконективна веза са Преносом сусједне Републике Црне Горе.

Слободно можемо рећи да се ради о једном од најзначајних инвестиционих пројеката на подручју општине Билећа када је у питању снабдијевање становништва општине Билећа и сусједних општина електричном енергијом.



СН постројење након реконструкције

# NOVOIZGRAĐENA TS 110/X kV ČITLUK 2 (MEĐUGORJE) SVEČANO PUŠTENA U RAD

Autor: **Branko Kraljević**, dipl. ing. el., rukovoditelj TJ Mostar



Radovi na izgradnji nove TS 110/x kV Čitluk 2 (Međugorje) i rekonstrukciji dijela postojećeg dalekovoda DV 110 kV Čitluk–Ljubuški (zatezno polje SM 16 – SM 27) radi svođenja istog u predmetni TS otpočeli su potpisivanjem ugovora sa konzorcijem „Dalekovod“ d.o.o. Mostar i „Dalekovod“ d.d. Zagreb i završeni u planiranom roku.

**P**odizvođači koji su radili na izgradnji ovog EEO su: „Kror“ d.o.o. Posušje, „Končar KET“ d.d. Zagreb, „Kamir“ d.o.o. Široki Brijeg, „Unis Telekom“ d.o.o. Mostar i „UMEL – Dalekovodmontaža“ d.o.o. Tuzla. Vrijednost ovog investicijskog projekta je 5.450.544,45 KM.

Novoizgrađenu transformatorsku stanicu TS 110/x kV Čitluk 2 (Međugorje) u rad su svečano pustili

simboličnim presjecanjem vrpce predsjedatelj Predsjedništva BiH Dragan Čović i generalni direktor Elektroprijenosa BiH Mato Žarić. Svečano otvaranje TS 110/x kV Čitluk 2 upriličeno je 14. rujna 2017. god. i njemu su nazočili predsjednik Federacije BiH Marinko Čavara, načelnik Općine Čitluk Marin Radišić, te ostale brojne visoke uzvanice.



Izgradnjom predmetne TS povećava se prijenosni kapacitet i sigurnost napajanja južnog dijela općine Čitluk, dijela općine Čapljina, te dijela općine Ljubuški. Također, izgradnjom ove TS doći će do rasterećenja postojeće TS 110/x kV Čitluk. Novoizgrađena TS 110/x kV Čitluk 2, zbog svoje lokacije, biti će i napojna čvorna točka za energetske objekte autoceste Vc.

Nova TS 110/x kV Čitluk 2 (Međugorje) izgrađena je u industrijskoj zoni u neposrednoj blizini regionalne ceste Čitluk–Ljubuški. U predmetnu TS dolazi se sa navedene regionalne ceste, lokalnom cestom od Bandurica za Međugorje.

Predsjednik Federacije BiH i dopredsjednik HDZ-a BiH Marinko Čavara naglasio je kako sama činjenica da će od ove transformatorske stanice imati koristi lokalno stanovništvo, gospodarski objekti, autocesta i da će rasteretiti postojeću trafostanicu, jasno pokazuje kako tvrtka Elektroprijenos i njezin menadžment posluje i funkcionira uspješno.

Marin Radišić, načelnik Općine Čitluk, konstatirao je da je otvaranjem transformatorske stanice 110/x

kV Čitluk 2 započeo Program 62. turističko-kulturno-gospodarstvene manifestacije Dani berbe grožđa – Brotnjo 2017. i da je riječ o jednoj od značajnijih investicija realiziranih na području općine Čitluk. Nadalje, načelnik je naglasio da je izgradnjom predmetne TS osigurano kontinuirano i sigurno napajanje el. energijom područja općine Čitluk, čime su stvoreni neophodni preduvjeti za dalji razvoj gospodarstva i turizma ove općine, koji je gotovo nemoguć bez dobre prometne i energetske infrastrukture.

Direktor Elektroprijenosa BiH Mato Žarić naglasio je da je do sada na području OP Mostar ugovoreno 38,3 milijuna KM i da će se prijenosna mreža nastaviti modernizirati s ciljem osiguranja zahtijevane kvalitete isporučene električne energije i zadovoljavajuće razine pouzdanosti i sigurnosti rada. Elektroprijenos BiH uspješno prati i omogućava infrastrukturne i gospodarske projekte u cijeloj BiH, čime se pozicionirao kao važan i stabilan čimbenik ukupnog razvoja države.



# IZGRADNJA TRANSFORMACIJE 110/20(10)/10 kV U KRUGU POSTOJEĆE TS 400/110 kV SARAJEVO 10

Autori:

**Senada Bukva**, dipl. ing. el., rukovodilac službe za SCADA sisteme i automatizaciju

**Elma Kravac**, dipl. ing. el., vodeći inženjer u službi za planiranje, razvoj i investicije

**Dubravka Livnjak**, dipl. ing. el., rukovodilac službe za planiranje, razvoj i investicije

TS 400/110 kV Sarajevo 10 nalazi se u naselju Reljevo, u neposrednoj blizini magistralnog puta Sarajevo–Zenica. Izgrađena je 1979. godine.

**R**adi se o objektu koji predstavlja važno 400 kV čvorište EES BiH. TS 400/x kV Sarajevo 10 u 400 kV mrežu EES BiH uvezana je preko 400 kV dalekovoda DV 400 kV TS Sarajevo 10–TS Sarajevo 20, DV 400 kV TS Sarajevo 10 – TS Mostar i DV 400 kV TS Sarajevo 10 – TS Tuzla, a preko 110 kV dalekovoda ostvarena je veza sa proizvodnim objektima HE Jablanica i TE Kakanj.

Iz pravca TS 400/110 kV Sarajevo 10, po naponu 110 kV električnom energijom napojene su transformatorske stanice TS 110/x kV Sarajevo 1, TS 110/x kV Sarajevo 4, TS 110/x kV Sarajevo 5, TS 110/x kV Sarajevo 7 i TS 110/x kV Sarajevo 8, preko kojih je ostvareno napajanje konzuma grada Sarajeva.

U skladu sa razvojnim planovima JP EP BiH d.d. Sarajevo, zbog planiranog razvoja industrije i stambenih kvartova na području između TS 110/x kV Sarajevo 1 i TS 35/10 kV Rajlovac u svrhu obezbjeđenja potrebne količine električne energije, kao i povećanja pouzdanosti u snabdijevanju električnom energijom postojećih i novih potrošača, predviđena je izgradnja transformacije 110/20(10)/10 kV u krugu postojeće TS 400/110 kV Sarajevo 10 – veza Plan razvoja prenosne mreže 2014–2023. i Plan investicija 2015.

Prognozirano vršno opterećenje distributivnog konzuma predviđenog za napajanje iz pravca transformacije 110/20(10)/10 kV u TS 400/110 kV Sarajevo 10, u planiranoj godini puštanja u pogon – 2017. godini, iznosi 15 MW.

Planiranom izgradnjom novih 10 kV kablovskih veza i njihovim priključenjem na novoizgrađenu transformaciju stvorit će se uslovi za dvostrano napajanje distributivnog konzuma područja Vogošće, Semizovca i Svraka koje se sada napaja iz pravca TS 110/x kV Sarajevo 4, kao i distributivnog konzuma područja Azići, koji je napojen iz pravca TS 110/x kV Sarajevo 8.

Uz pretpostavku aktiviranja transformacije u 110/20/10 kV u TS 110/x kV Sarajevo 1 i okončanje izgradnje planiranih 20 kV kablovskih veza, novoizgrađena transformacija 110/20(10)/10 kV u krugu postojeće TS 400/110 kV Sarajevo 10 omogućit će dvostrano napajanje distributivnog konzuma na potezu Blažuj–Rajlovac–Reljevo iz TS 400/x kV Sarajevo 10 i TS 110/x kV Sarajevo 1 po naponu 20 kV.

Ugovor za Izgradnju transformacije 110/20(10)/10 kV u krugu postojeće TS 400/110 kV Sarajevo 10 u



## INVESTICIJE

iznosu od 4.245.513,85 KM potpisan je 28.09.2016. godine sa Konzorcijem koji čine firme Deling d.o.o. Tuzla (Lider Konzorcija), Siemens d.o.o. Beograd, Euro-Asfalt d.o.o. Sarajevo, MALCom d.o.o. Sarajevo, CET Energy d.o.o. Sarajevo, Elko-Marić d.o.o. Mostar i Comel d.o.o. Sarajevo.

Isti je obuhvatio izradu projektne dokumentacije, obezbjeđenje svih potrebnih saglasnosti i dozvola, isporuku opreme, izvođenje građevinskih i elektromontažnih radova i ispitivanja.

U okviru realizacije predmetnog ugovora izvršena je isporuka i ugradnja:

- energetskih transformatora T3 i T4, proizvođača ETRA tip RT 31500-110, nazivnih karakteristika 110/20(10)/10 kV; 31,5/31,5/21 MVA; YNyn0d5;
- primarne opreme za transformatorska polja 110 kV, 20 kV i 10 kV vanjske montaže energetskih transformatora T3 i T4, proizvođača Siemens, Trench, EKP Elker...;
- postrojenja 20 kV za unutrašnju montažu, proizvođača Deling Tuzla tip DELS-24, koje je predviđeno za rad po naponima 20 kV i 10 kV ukupnog obima: transformatorska ćelija – 4 kom., odvodna ćelija – 20 kom., mjerna ćelija – 1 kom., ćelija za podužno rastavljanje – 1(2) kom., ćelija za priključenje kućnog transformatora – 2 kom., spojni most – 1 kom., i limeni trafo-boks sa ugrađenim kućnim transformatorom 10(20)/0,4 kV 400 KVA – 2 kom.;
- ormara zaštite i upravljanja za energetske transformatore T3 i T4 – 2 kom.;
- ormara obračunskog mjerenja – 1 kom.;
- SCADA sistema;
- NN bloka za razvod pomoćnog izmjeničnog napona 3x400/230 V, 50 Hz.



Za potrebe realizacije investicionog projekta izvedeni su građevinski radovi na izgradnji pogonske zgrade za smještaj SN postrojenja unutrašnje montaže, izrada temelja energetskih transformatora T3 i T4, u sklopu kojih su izvedena betonska korita, ugradnja separatora ulja, izrada temelja za potrebe montaže VN i SN opreme, kao i kompletno uređenje platoa novoizgrađene transformacije.



U svrhu prevazilaženja problema implementacije horizontalnih (poprečnih) blokada upravljanja nakon izgradnje transformacije 110/20(10)/10 kV, predviđena je nadogradnja postojećih upravljačkih uređaja zamjenom komunikacionih kartica i prelazak na standardni IEC 61850 komunikacioni protokol. Korištenjem mogućnosti ovog komunikacionog protokola ostvarena je razmjena informacija između upravljačkih uređaja GOOSE porukama, a



Bitan segment ove investicije predstavlja nadgradnja postojećeg SAS (Substation Automation System) sistema, proizvođača Siemens, koji je bio implementiran uređajima zaštite i upravljanja SIPROTEC 4 i staničnog kontrolera SICAM SAS.

samim tim je uspostavljen jedinstven sistem softverskih blokada.

Zaštitni uređaji za postojeće 400kV i 110kV postrojenje i dalje rade po profibus komunikacionom protokolu.

Postojeći SCADA sistem nije mogao udovoljiti dodatnom obimu informacija i novih komunikacionih protokola, pa je izvršena zamjena kompletnog sistema.

SCADA sistem je implementiran sa redundantnom konfiguracijom svih kritičnih funkcija – redundantni koncentrador podataka i lokalni SCADA server.

Radovi na izgradnji transformacije 110/20(10)/10 kV u krugu postojeće TS 400/110 kV Sarajevo 10 izvedeni su u ugovornom roku, a energiziranje objekta očekuje se tokom novembra 2017. godine.

Uporedo sa realizacijom Ugovora br. JN-OP-159-61/15 za izgradnju transformacije 110/20(10)/10 kV u krugu postojeće TS 400/110 kV Sarajevo 10, u TS 400/x kV Sarajevo 10 realiziran je investicioni projekat Elektroprenosa BiH a.d. Banja Luka, vezan za sanaciju polja DV 110 kV Sarajevo 2.

Sanacija predmetnog polja ostvarena je u okviru Ugovora br. JN-OP-75-23/16, vrijednosti 293.224,67 KM, koji je potpisan sa Kozorcijem Comel d.o.o. Sarajevo, Deling d.o.o. Tuzla i MALCom d.o.o. Sarajevo.

Nabavka i ugradnja opreme, izrada projektne dokumentacije i izvođenje radova na sanaciji polja DV 110 kV Sarajevo 2 okončano je u ugovornom roku, a energiziranje predmetnog polja očekuje se po završetku rekonstrukcije DV 110 kV TS Sarajevo 10 – TS Sarajevo 2.

Elektroprenos BiH a.d. Banja Luka je za potrebe realizacije navedenih investicionih projekata u TS 400/110 kV Sarajevo 10 investirao sredstva u iznosu 4.600.000,00 KM.

Predmetni projekti u konačnici treba da rezultiraju stvaranjem uvjeta za napajanje distributivnog konzuma po naponima 10 kV i 20 kV iz pravca novoizgrađene transformacije, a po okončanju rekonstrukcije DV 110 kV TS Sarajevo 10 – TS Sarajevo 2 uvezivanjem TS 110/x kV Sarajevo 2 sa TS 400/x kV Sarajevo 10 po naponu 110 kV.

Novoizgrađenu transformaciju 110/20(10)/10 kV u krugu postojeće TS 400/110 kV Sarajevo 10 svečano su otvorili i pustili u pogon premijer Federacije Bosne i Hercegovine Fadil Novalić i generalni direktor Elektroprenosa BiH a.d. Banja Luka Mato Žarić, uz prisustvo načelnika Općine Novi Grad Semira Efendića, predstavnika uprave Elektroprenosa BiH a.d. Banja Luka, kao i brojnih predstavnika privrednih subjekata i poslovnih partnera kompanije Elektroprijenos BiH.



# PUŠTENA POD NAPON NOVOIZGRAĐENA TS 110/10(20) kV TUZLA 3 (SLAVINOVIĆI)



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

Prelaz dalekovod – kablovski vod 110 kV na SM 20C

Kompanija „Elektroprenos–Elektroprijenos BiH“ a.d. Banja Luka završila je projekat izgradnje transformatorske stanice TS 110/10(20) kV Tuzla 3 sa priključnim KO – DV 110 kV. Lokacija TS 110/10(20) kV Tuzla 3 smještena je desno od magistralnog puta M4 u smjeru Tuzla–Bijeljina. Spomenuta lokacija nalazi se na prostoru Grada Tuzla, u mjestu Slavinovići.

**G**lavno, primarno napajanje grada Tuzle izvedeno je iz TS 110/35/10 kV Tuzla Centar te bilo kakav zastoj, planski ili havarijski, direktno ugrožava napajanje užeg dijela grada. Izgradnjom TS Tuzla 3 dolazi do sigurnijeg napajanja konzuma istočnog dijela grada, Slavinovići i Simin Han, kao i do rasterećenja TS 110/35/10 kV Tuzla Centar. Napajanje sa TS Tuzla 3 značajno poboljšava rezervno napajanje i naponske prilike konzuma opštine Kalesija, naročito za slučaj neraspoloživosti napajanja iz TS 110/35/6 kV Tuzla 5.

U Plan razvoja prenosne mreže izgradnja TS 110/x kV Tuzla 3 uvrštena je s obzirom na to da je kriterij za izgradnju nove TS bio zadovoljen. Tehničko rješenje napajanja TS Tuzla 3 izvedeno

je prekidanjem DV 110 kV TS Tuzla Centar – TS Lopare i izgradnjom priključnog dalekovoda na principu ulaz/izlaz.

Izgradnja transformatorske stanice započela je 2003. godine. Međutim, nemogućnost rješavanja imovinskopravnih odnosa za lokaciju jednog stubnog mjesta za priključni dalekovod dovela je do dugogodišnjeg zastoja u realizaciji izgradnje priključne dionice dalekovoda 110 kV.

Kako nije bilo moguće realizirati napajanje TS Tuzla 3 po Glavnom projektu priključnog dalekovoda iz aprila 2002. godine, donesena je odluka da se dio priključnog dalekovoda, koji prolazi kroz naseljeni dio, zamijeni kablovskim vodom i na taj način ostvari napajanje predmetne transformatorske stanice.





Izvođenje radova na priključnom DV/KV 2x110 kV za TS Tuzla 3

Konačno, Glavnim projektom izgradnje priključnog DV/KV 2x110 kV za TS 110/x kV Tuzla 3 iz augusta 2016. godine, usvojeno je novoprojektovano rješenje da se TS Tuzla 3 priključi na postojeći DV 110 kV TS Tuzla Centar – TS Lopare preko jednog dvosistemskog dalekovoda/ kablovskog voda, odnosno u jednom dijelu preko nadzemnog voda, odnosno u jednom dijelu preko nadzemnog voda, od SM 20 do SM 20C, ukupne dužine cca 393 m, a u drugom dijelu preko kabla tipa

2XS(FL)2Y 1x400RM/60 64/110 kV, proizvođača SIEMENS SR Njemačka, od SM 20C do portala TS, ukupne dužine kabla 515 m.

Iznalaskom novog tehničkog rješenja kojim je premoštena sporna dionica, donesena je i Odluka o nastavku, završetku radova na izgradnji TS 110/10(20) kV Tuzla 3 (Slavinovići), sa novim tehničkim rješenjem za priključak na mrežu 110 kV.



Svečano puštanje TS Tuzla 3 pod napon

Izvršni direktor Direkcije za planiranje sistema i inženjering Alaudin Alihodžić







Zaposlenici Operativnog područja Tuzla

Izgradnja TS Tuzla 3 pretrpjela je probleme imovinsko-pravne prirode te se izgradnja morala provoditi kroz dugi niz godina i kroz nekoliko faza.

### I faza:

- izgradnja vanjskog postrojenja 110 kV,
- izgradnja unutrašnjeg postrojenja 10(20) kV,
- izgradnja komandno-pogonske zgrade.

### II faza:

- prevoz i ugradnja transformatora T1 110/10(20) kV,
- funkcionalno ispitivanje VN i SN postrojenja,
- sanacija komandno-pogonske zgrade,
- uređenje vanjskog postrojenja.

Vrijednost investicije izgradnje TS iznosila je cca 2.784.754,70 KM.

### III faza:

- izgradnja priključnog dalekovoda 110 kV sa DV 110 kV TS Tuzla Centar – TS Lopare po principu ulaz–izlaz,
- nabavka i polaganje OPGW na DV Tuzla Centar – Lopare (novoizgrađena i postojeća dionica).

Vrijednost investicije izgradnje priključnog DV/KO 2x110 kV i ugradnje OPGWa na DV 110 kV Tuzla Centar – Tuzla 3 iznosila je cca 1.000.000,00 KM.

Ukupna vrijednost investicije za izgradnju TS Tuzla 3 i za njeno povezivanje na EES BiH iznosila je cca 3.896.724,45 KM.

Kao izvođači i najpovoljniji dobavljači za završne radove na priključnim dalekovodima i radove u TS odabrani su: Tehnograd Inženjering d.o.o. Tuzla, konzorcij CET Energy d.o.o. Sarajevo i Elko Marić d.o.o. Mostar, Umel d.o.o. Tuzla i Deling d.o.o. Tuzla.

Pored navedenih izvođača radove su izvodili i zaposlenici Elektroprenosa BiH – OP Sarajevo i OP Tuzla.

Svečanost povodom puštanja u rad TS 110/x kV Tuzla 3 organizovana je 27.09.2017. godine. Uvodni govor održao je izvršni direktor Direkcije za planiranje sistema i inženjering, gospodin Alaudin Alihodžić, dipl. ing. el., te ukratko upoznao prisutne o problematici i rješenjima vezanim za izgradnju predmetne TS i priključnih dalekova.

Transformatorska stanica 110/10(20) kV Tuzla 3 svečano je u rad puštena presjecanjem vrpce od strane premijera Federacije Bosne i Hercegovine, gdina Fadila Novalića, i generalnog direktora Elektroprenosa BiH a.d. Banja Luka, gdina Matana Žarića.



# TS 400/220/110 kV TUZLA 4 SANACIJA VN POSTROJENJA I REKONSTRUKCIJA 35 kV POSTROJENJA



Autor: Mr sc. **Amelina Kunosić**, dipl. ing. el.,  
samostalni inženjer za opšte tehničke poslove

Transformatorska stanica 400/220/110 kV Tuzla 4 (TS Tuzla 4) jedna je od najvećih i najvažnijih transformatorskih stanica elektroenergetskog sistema (EES) Bosne i Hercegovine (BiH) i regije.

Ugovor JN-OP-61-59/15 sa Konzorcijumom UMELE Dalekovodmontaža d.o.o Tuzla, Tehnograd – company d.o.o. Tuzla, MIKAR d.o.o. Bijeljina i MNN d.o.o. Tuzla, koji je obuhvatio zamjenu visokonaponske opreme i antikoroziivnu zaštitu portala, stubova i nosača aparata u postrojenjima 400 kV, 220 kV i 110 kV, te rekonstrukciju 35 kV postrojenja u TS 400/220/110 kV Tuzla 4, potpisan je u januaru 2017. godine. Vrijednost Ugovora iznosila je 1.757.594,02 KM.

Prema Ugovoru, u postrojenju 400 kV, sanacija je obuhvatila zamjenu sljedeće opreme:

1. u transformatorskom polju 400 kV – transf. T422 400/220 kV strujni mjerni transformatori 420 kV;
2. u spojnom polju 400 kV – strujni mjerni transformatori 420 kV;
3. u mjernom polju 400 kV – sistem sabirnica II – naponski mjerni transformator (NMT) u f. „0“.

U postrojenju 220 kV, sanacija je obuhvatila zamjenu sljedeće opreme:

1. transformatorsko polje 220 kV transf. T421 – strujni mjerni transformatori 245 kV;
2. transformatorsko polje 220 kV transf. T422 – strujni mjerni transformatori 245 kV (2 kom.);

3. transformatorsko polje 220 kV transf. T211 – strujni mjerni transformator 245 kV (1 kom.);
4. spojno polje 220 kV – strujni mjerni transformatori 245 kV;
5. DV polje 220 kV RP Kakanj – strujni mjerni transformator 245 kV (1 kom.);
6. mjerno polje, sistem I 220 kV – naponski mjerni transformatori 245 kV;
7. mjerno polje, sistem II 220 kV – naponski mjerni transformatori 245 kV (2 kom.).

U postrojenju 110 kV, sanacija je obuhvatila zamjenu sljedeće opreme:

1. transformatorsko polje 110 kV transf. T211 – prekidač 123 kV;
2. spojno polje 110 kV – prekidač 123 kV i strujni mjerni transformatori 123 kV;
3. mjerno polje 110 kV, sistem I – naponski mjerni transformatori 123 kV (2 kom.);
4. DV polje 110 kV HAK – prekidač 123 kV i strujni mjerni transformatori 123 kV;
5. DV polje 110 kV Banovići – prekidač 123 kV i strujni mjerni transformatori 123 kV.

Uvođenjem Izvođača u posao, početak realizacije Ugovora zvanično je definisan 02.03.2017. godine.



Spojno polje 110 kV sa novougrađenom opremom



Ćelije 35 kV prije rekonstrukcije (prednja i zadnja strana ćelija)



Izgled novougrađenih 35 kV ćelija u obnovljenoj pogonskoj zgradi



Novi ispravljač i inverter za obezbjeđenje pomoćnog napajanja TS Tuzla 4



Prvi od konzorcijalnih partnera, MIKAR d.o.o. Bijeljina, u periodu 08–09.05.2017. godine, započeo je radove na izvođenju premaza antikorozivne zaštite (AKZ) portala, greda i stubova u DV polju 400 kV Stanari i DV polju 220 kV Tuzla III. Dalji nastavak radova na AKZ premazima bio je u skladu sa dinamikom isključenja prema dogovoru sa Nezavisnim operatorom sistema BiH (NOS BiH) i Službom za nadzor i upravljanje EES-om u Operativnom području Tuzla (DC OP Tuzla). Poslovi na izvođenju AKZ premaza koordinirani su i sa radovima na zamjeni opreme po pojedinim poljima.

Prilikom izvođenja elektromontažnih radova, vodilo se računa da zastoji po pojedinim poljima budu što kraći, pa su se početni radovi na pripremi kablovskih rovova za polaganje komandno-signalnih kablova izvodili pod naponom, uvažavajući i primjenjujući sve odredbe Pravilnika o zaštiti na radu.

Rekonstrukcija 35 kV postrojenja obuhvatila je građevinske i elektromontažne radove na zamjeni postojećih ćelija novim i njihovo povezivanje na sistem daljinskog nadzora i upravljanja.

U konačnici, novo postrojenje 35 kV sastojalo se od sljedećih 35 kV ćelija:

- dvije transformatorske ćelije 35 kV transformatora T1 35/0,4 kV i T2 35/0,4 kV;
- dvije odvodne ćelije 35 kV (DV 35 kV Ljubače i DV 35 kV TE Tuzla);
- mjerne ćelije 35 kV.

Realizacija Ugovora obuhvatila je nabavku i zamjenu ispravljača i invertora za vlastitu potrošnju transformatorske stanice TS 400/220/110 kV Tuzla 4.

Nakon ishođenja urbanističke saglasnosti i odobrenja za građenje, Izvođač je pristupio rekonstrukciji 35 kV postrojenja, odnosno demontaži starih SN ćelija, građevinskim radovima na izmjeni unutrašnjosti pogonske zgrade za novo 35 kV postrojenje, te ugradnji novih 35 kV ćelija sa pripadajućom opremom, prema Ugovoru.

Povezivanje dalekovoda 35 kV TE Tuzla i Ljubače na postrojenje 35 kV je u nadležnosti Elektro distribucije Tuzla, te je za isključenje i demontažu istih, a kasnije i povezivanje na nove ćelije, trebalo obezbijediti koordinaciju i učesće predstavnika Poslovnice Elektro distribucije Tuzla, odnosno, prilikom izvođenja radova, prvobitno kod demontaže na vanjskoj strani pogonske zgrade, a kasnije na priključenju u ćelijama 35 kV.

Kako su dalekovodi 35 kV TE Tuzla i Ljubače od značaja za obezbjeđenje vlastite potrošnje TS 400 kV Tuzla 4, to se tokom rekonstrukcije 35 kV postrojenja vodilo računa o tome da neophodna isključenja budu što kraća i u periodu smanjene vlastite potrošnje. Stoga je odlučeno da se u dva navrata radovi izvode nedjeljom, kada se vlastita potrošnja TS napajala preko agregata koji se nalaze u pogonskoj zgradi 35 kV postrojenja.

U sljedećoj, III fazi sanacije, planira se zamjena preostale VN opreme, što će biti obrađeno u nekom od narednih brojeva.





Formiranje veze sekundar 20(10) kV  
transf. T1 - izlazni rastavljač - kablovska  
veza - ćelija 20(10) kV

# UVOĐENJE 20 kV NAPONA U TS 110/20/10 kV GRAČANICA

Transformatorska stanica 110/x kV Gračanica nalazi se u industrijskoj zoni u Gračanici i preko nje se vrši snabdijevanje električnom energijom kompletne opštine Gračanica. Zbog veličine konzuma i konstantnog povećanja potrošnje usljed razvoja poduzetništva, teret na ovoj transformatorskoj stanici u periodima vršnog opterećenja prelazi 21 MVA.

Autor: **Srđan Petrović**, dipl. ing. el., rukovodilac TJ Doboj

U postojećoj konfiguraciji u transformatorskoj stanici su ugrađena dva transformatora, i to: T1 110/10(20)/10 kV snage 20/20/14 MVA i T2 110/10/10 kV snage 31,5/31,5/10,5 MVA. Sabirnice 10 kV su dimenzionisane za najveću podnosivu struju od 1240 A, odnosno 21,5 MVA, tako da se ne može u potpunosti iskoristiti raspoloživa snaga transformatora T2. U normalnom radnom režimu, u pogonu su oba transformatora, pri čemu su 10 kV sabirnice sekcionisane. U slučaju neraspoloživosti jednog od transformatora, obje sekcije 10 kV sabirnice se spajaju i kompletno napajanje se prebacuje na jedan od transformatora. U slučaju kada je u pogonu samo T1, raspoloživa snaga na sekundaru, 20 MVA, u određenim periodima nije dovoljna da pokrije čitav konzum, tako da se manji dio konzuma prebacuje na alternativno napajanje kroz distributivnu mrežu (napajanje dijela konzuma iz mobilne TS 110/10 kV Doboj istok, a jedan dio u redukciju).

Lokacija transformatorske stanice je specifična, odnosno transformatorska stanica se nalazi na lokaciji koja je ugrožena poplavama. U više navrata dolazilo je do plavljenja transformatorske stanice, pri čemu je u maju 2014. godine poplava prouzrokovala dvodnevni prekid u snabdijevanju električnom energijom. Tom prilikom poplavljenno je srednjenaponsko postrojenje i komandna prostorija.

Na zahtjev JP Elektroprivrede BiH i u skladu sa opredjeljenjem JP Elektroprivrede BiH da se srednjenaponska mreža prebaci na 20 kV napon, u plan investicija Elektroprenosa–Elektroprijenosa BiH unesena je stavka rekonstrukcije i proširenja srednjenaponskog postrojenja u transformatorskoj stanici Gračanica radi uvođenja 20 kV napona.

Prilikom izrade projektnog zadatka za izradu projekta rekonstrukcije i proširenja srednjenaponskog postrojenja i uvođenja 20 kV napona u transformatorsku stanicu Gračanica, namjera je bila da se izabere rješenje kojim bi se pokušali otkloniti uočeni problemi u funkcionisanju same transformatorske stanice, a da se pri tome ne remeti postojeća fleksibilnost raspoloživih uklopnih stanja. Planirano je da se novo postrojenje 20 kV

ugradi u postojeću zgradu pogonskog postrojenja, pri čemu je potreban slobodni prostor u zgradi obezbijeđen uklanjanjem postojećeg 35 kV postrojenja koje većim dijelom nije bilo korišteno. Planirano je da se na tom slobodnom prostoru izgradi betonska konstrukcija, podest unutar same zgrade, na koji će biti montirane 20 kV ćelije. Betonski podest je zamišljen tako da bude podignut u odnosu na kotu postojeće osnove postrojenja 10 kV u dovoljnoj mjeri da se nove ćelije 20 kV zaštite od eventualne poplave i da se ispod podesta obezbijedi prostor dovoljne visine za nesmetano uvlačenje energetskih kablova u ćelije. Istovremeno, betonski podest trebalo je da bude ograničene visine da ne bi onemogućio komunikaciju unutar zgrade postrojenja.

Projektnim zadatkom je predviđeno da se novo 20 kV postrojenje napaja preko sekundara transformatora T1, koji je prespojiv, 10(20) kV, i koji ima raspoloživu snagu 20 MVA, što je i bila jedina mogućnost, s obzirom na to da samo transformator T1 ima namotaj koji može obezbijediti 20 kV napon. Prema informacijama iz Elektrodistribucije Tuzla, na novo 20 kV postrojenje trebalo je da budu prebačena četiri postojeća 10 kV izlaza sa ukupnim teretom od oko 8 MVA. Na ovaj način bi raspored opterećenja u transformatorskoj stanici bio cca 12 MVA na 10 kV sabirnicama, dok bi se po procjeni 8 MVA konzuma napajalo sa 20 kV sabirnice. Ovakav raspored opterećenja bi nam omogućio da se tercijer transformatora T1, 10 kV napona i snage 14 MVA, iskoristi kao rezervno napajanje 10 kV sabirnice bez redukovanja potrošnje u slučaju neraspoloživosti transformatora T2. Nedostatak ovog rješenja je činjenica da bi se 20 kV postrojenje napajalo samo preko sekundara transformatora T1, što nije bilo moguće izbjeći.

Nakon provođenja tenderske procedure, odabran je dobavljač opreme i radova Deling d.o.o. Tuzla, sa kojim je 05.01.2017. godine potpisan Ugovor u nabavci opreme, izvođenju radova, ispitivanju i puštanju u pogon 20 kV postrojenja u transformatorskoj stanici Gračanica. Vrijednost ugovora je bila 490.975,86 KM sa PDV-om.

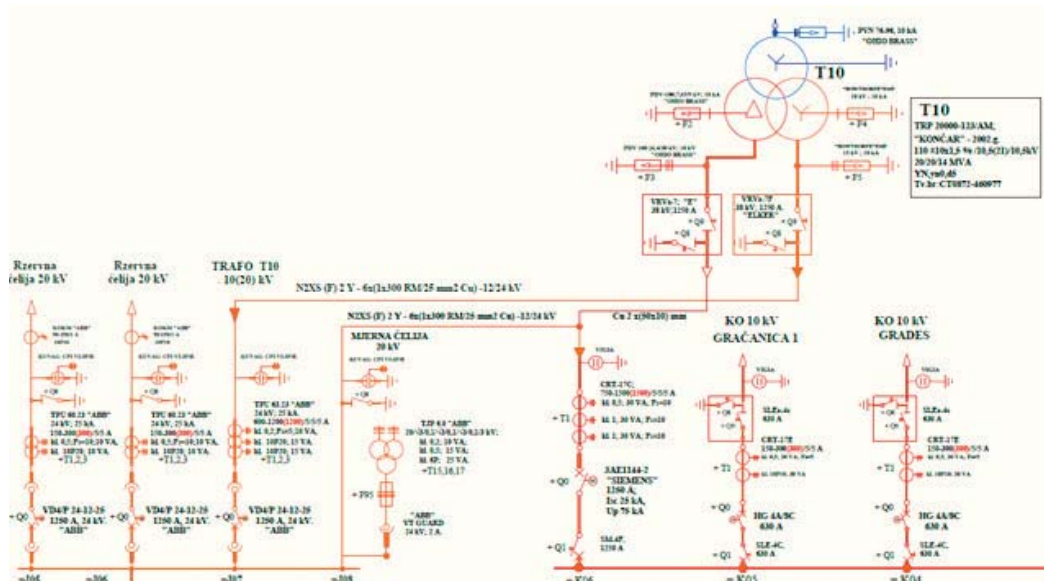
Po potpisivanju Ugovora, Elektrodistribucija Tuzla obaviještena je da su radovi planirani na ugradnji novog 20 kV postrojenja u TS Gračanica započeli



i da je prema dinamičkom planu završetak radova predviđen za mjesec juni 2017. godine. Elektrodistribucija Tuzla ima obavezu pripremiti 10 kV odvođe koji su predviđeni za priključenje na novo 20 kV postrojenje za pogon po 20 kV naponu.

Međutim, iz Elektrodistribucije Tuzla upućen je odgovor da 10 kV vodovi koji su planirani za pogon po 20 kV naponu neće biti spremni do završetka Ugovora. Zbog svega navedenog, našli smo se u neugodnoj situaciji da potpisani ugovor moramo provesti, a provođenjem ugovora u transformatorskoj stanici dobijamo konfiguraciju koja nam ograničava mogućnosti za izbor uklopnih stanja za napajanje potrošača. U skladu sa planiranim rješenjem, sekundar transformatora T1, koji je dimenzionisan za punu snagu 20 MVA, prespaja se na 20 kV napon i priključuje na 20 kV postrojenje koje će trenutno biti bez bilo kakve potrošnje. Postojeće postrojenje 10 kV ostaje sa kompletnom potrošnjom, što bi značilo da u slučaju neraspoloživosti transformatora T2, tercijer transformatora T1, raspoložive snage 14 MVA, može napajati 60–70% potrošnje na 10 kV sabirnicama. Smatrali smo da je takvo stanje neprihvatljivo.

Da bismo proveli ugovor u cijelosti, a istovremeno zadržali fleksibilnost u izboru uklopnih stanja, odlučeno je da se u ovom trenutku ne vrši prespajanje sekundara transformatora T1 na 20 kV napon, jer je to potpuno nepotrebno s obzirom na to da trenutno nema potrošnje na 20 kV naponu. Odlučeno je da se sekundar transformatora T1 priključi u 20 kV ćeliju u novom 20 kV postrojenju, u skladu sa ugovorom, i da se kompletno novo postrojenje 20 kV pusti pod 10 kV napon. Da bi iskoristili sekundar transformatora T1 za napajanje 10 kV potrošnje u postojećem postrojenju bilo je potrebno izvršiti povezivanje sabirnica novog 20 kV postrojenja sa sabirnicama 10 kV postojećeg postrojenja. U tom dijelu, dobavljač nam je izašao u susret tako što je prihvatio da mjernu ćeliju 20 kV u novom postrojenju izradi u izvedbi "mjerne ćelija sa direktnim pristupom na sabirnice". Na ovaj način je omogućeno povezivanje sabirnica 20 kV i postojećih sabirnica 10 kV kroz mjernu ćeliju 20 kV sa punom opteretivošću 1250 A. Povezivanje na 10 kV sabirnice je izvedeno kroz postojeću 10 kV ćeliju transformatora T1, pri čemu je dovod sa tercijera transformatora T1 blokiran na vanjskom rastavljaču.



Energetski kabl za povezivanje sabirnica 20 kV i 10 kV obezbijedio je naručilac i za tu namjenu su iskorišteni demontirani kablovi iz ranijih projekata. Montažu kablovske veze 20 kV i 10 kV sabirnica obavio je dobavljač. Na prethodno opisani način uspjeli smo u potpunosti realizovati ugovor, a da istovremeno i dalje budemo u mogućnosti da koristimo sekundar transformatora T 1 za napajanje 10 kV potrošnje. Kada Elektrodistribucija Tuzla bude spremna za priključenje na 20 kV napon nama ostaje da uklonimo kablovku vezu između

sabirnica 20 kV i 10 kV, prespojimo sekundar transformatora T 1 na 20 kV napon i deblokiramo rastavljač na tercijeru transformatora T 1.

Izvođenje radova nakon prethodno definisanog opisa poslova teklo je bez problema. Ugrađeno novo 20 kV postrojenje sastoji se od osam ćelija (jedna transformatorska ćelija, jedna mjerna ćelija i šest vodnih ćelija) raspoređenih u dva reda po četiri ćelije jedne nasuprot drugim, pri čemu su dva reda ćelija međusobno povezana sabirničkim mostom.



Izgled kablovske veze 10(20) kV strana transf. T1 - 20 kV postrojenje -  
10 kV postrojenje  
(pogled sa vanjske strane pogonske zgrade)



Raspored novih ćelija 20(10) kV

Sabirnice i transformatorska ćelija su dimenzionisane za trajno podnosivo opterećenje 1250 A. Tenderskom dokumentacijom bilo je predviđeno da se transformatorska ćelija sa sekundarom transformatora T 1 poveže energetskim kablom, i to jedan provodnik po fazi i dodatno jedna kablovska žila kao rezerva, što je bilo dovoljno za pogon po 20 kV naponu. S obzirom na to da je sekundar transformatora T 1 priključen po 10 kV naponu zbog dvostruko veće struje montirana su dva provodnika po fazi. U okviru predviđenih radova na sekundarnoj strani transformatora T 1 ugrađen je novi vanjski rastavljač sa uzemljiivačem i izvršena je zamjena strujnim mjernih transformatora u postojećoj transformatorskoj ćeliji transformatora T 1. U dvije postojeće ćelije 10 kV ugrađeni su novi vakuumski prekidači kao zamjena postojećih malouljnih prekidača. Radovi za koje je bilo potrebno organizovati beznaponsko stanje sabirnica 10 kV izvođeni su nedjeljom, uz maksimalne organizacione napore da se ti zastoji učine što kraćim. Nakon završetka radova obavljen je interni tehnički pregleda na kome nije

bilo uslovnih primjedbi, a nakon toga izvršen je i tehnički pregled obavljenih radova koji je obavila Komisija imenovana od strane nadležnih organa Opštine Gračanica. Sve aktivnosti su završene u roku koji je definisan Ugovorom.

Nakon obavljenog tehničkog pregleda izvršeno je puštanje novog 20 kV postrojenja u pogon, pri čemu je ponovo uspostavljeno uklopno stanje sa razdvojenim sekcijama 10 kV sabirnica koje nam pruža potrebnu fleksibilnost u izboru načina napajanja potrošača.



Položaj postrojenja 20 kV u odnosu na postojeće 10 kV postrojenje

# PREGLED INVESTICIJA U OP TUZLA ZA DRUGU POLOVINU 2017. GODINE

Autori:

**Mia Lešić**, bach. ing. el., samostalni inženjer za planiranje, razvoj, investicije  
Mr sc. **Armin Hrustić**, dipl. ing. el., rukovodilac Sektora za planiranje i inženjering

Radi zadovoljenja kriterija starosti, nezadovoljavajućih rezultata ispitivanja, nedostatka rezervnih dijelova i nemogućnosti održavanja, pristupilo se rekonstrukciji TS 400/x kV Tuzla 4 u više faza.



TS HAK - montiran novi energetski transformator T20

U januaru 2017. godine potpisan je ugovor za drugu fazu rekonstrukcije u TS 400/x kV Tuzla 4, što podrazumijeva pojedinačnu zamjenu opreme u VN postrojenju, rekonstrukciju 35 kV postrojenja, zamjenu opreme vlastite potrošnje i antikorozivnu zaštitu i farbanje portala i nosača aparata u VN postrojenju. Vrijednost ugovora iznosi 1.757.594,02 KM. Svi radovi na

realizaciji Ugovora su završeni osim zamjene NMT 220 kV u fazi "0" mjernog polja sistema II, za šta je potreban zastoj DV polja 110 kV TE Tuzla III, odnosno zastoj generatora G6 u TE Tuzla, što je u nadležnosti NOS BIH i CUP JP EP BiH. Planom investicija za period 2017–2019. predviđena je i treća faza rekonstrukcije TS Tuzla 4, što će podrazumijevati zamjenu rastavljača u TS.





TS BIJELJINA 1

novi energetske transformatori T1 i T2 110/35/10 kV – 40 MVA

U skladu sa zahtjevima JP EP BiH, a zbog smanjenja gubitaka i pada napona na postojećoj 10 kV mreži izvršena je rekonstrukcija 10 kV postrojenja u TS 110/x kV Gračanica, nabavka i ugradnja sredjenaponskih 24 kV ćelija sa ugrađenim zaštitno-upravljačkim terminalima, za uvođenje 20 kV napona preko ugradnje novonabavljenih ćelija u postojeću pogonsku zgradu. Ugovor ukupne vrijednosti 419.637,49 KM realizovan je u potpunosti u ugovorenom roku.

Završeni su radovi na izgradnji priključnog DV/KV 2x110 kV za TS 110/x kV Tuzla 3 (sa DV 110 kV TS Tuzla Centar – TS Lopare), radovi na polaganju OPGW na DV 110 kV Tuzla Centar – Tuzla 3, kao i radovi na izgradnji TS 110/x kV Tuzla 3. TS 110 kV Tuzla 3 je svečano puštena u pogon 25.10.2017. godine. Ukupna vrijednost investicije za izgradnju TS Tuzla 3 i za njeno povezivanje na EES BiH iznosila je cca 3.896.724,45 KM.

Kako je TS 110/35/6 kV Tuzla 5 rudarska trafostanica, a postojeće 35 kV postrojenje je na saonicama i u vrlo lošem stanju, ugovorena je nabavka i ugradnja 35 kV ćelija bez ZU terminala, izgradnja objekta za smještaj 35 kV postrojenja i izrada projektne dokumentacije u TS 110/x Tuzla 5. Radovi na realizaciji ugovora su privedeni kraju, međutim, završetak realizacije projekta od strane dobavljača zavisi od Podružnice „Elektrodistribucija“ Tuzla, čija je obaveza kabliranje dionica 35 kV dalekovoda Dubrave i Odlagalište. Ukupna vrijednost projekta je 712.891,80 KM.

U toku je realizacija ugovora za rekonstrukciju TS 110/x kV Bijeljina 1 (nabavka opreme, projektovanje i izvođenje elektromontažnih i građevinskih radova),



TS ZVORNIK

isporučena oprema za 110 kV postrojenje

ugovora za rekonstrukciju i proširenje TS 110/x kV Zvornik i ugovora za rekonstrukciju i proširenje TS 110/x kV Hak. Ukupna vrijednost ugovora za rekonstrukcije TS Bijeljina, TS Zvornik i TS Hak iznosi 14.578.199,10 KM.

Nakon ponovljenog postupka javne nabavke, potpisan je ugovor za sanaciju TS 110/x kV Tuzla Centar, koji obuhvata zamjenu pojedinačne opreme u VN postrojenju, u vrijednosti 645.892,00 KM. Izrađen je Glavni projekat i u toku su preparni građevinski radovi za zamjenu opreme, a završetak postupka se očekuje krajem 2017. godine.

Potpisani su ugovori za nabavku energetskih transformatora 40 MVA za TS Lukavac i TS Brod. Postupak nabavke energetskih transformatora za TS Maglaj i TS Šamac je nakon izjavljenih žalbi učesnika u postupku vraćen na ponovno razmatranje. Vrijednost energetskih transformatora za TS Brod i TS Lukavac iznosi 1.658.745,00 KM. U toku je provođenje postupka javne nabavke zamjene opreme u TS Lukavac, u okviru koje je predviđena i zamjena drugog energetskog transformatora u TS Lukavac. Procijenjena vrijednost nabavke iznosi 1.208.000,00 KM. Planom investicija za period 2017–2019. predviđena je kompletna rekonstrukcija TS Brod.

U toku je realizacija ugovora za nabavku zamjene zemljospojnih zaštita i opremanja tri rezervne ćelije u TS 110/x kV Doboj 2 i mjerne ćelije u TS 110/x kV Doboj 3 i ugovora za nabavku radova izgradnje uljnih jama i temelja transformatora u TS 110/x kV Ugljevik, TS 110/x kV Janja i TS 110/x kV Lopare, u koje će se prevesti demontirani energetske transformatori iz TS

Bijeljina 1. Završen je u potpunosti ugovor za nabavku dva invertora sa uslugom šemiranja i povezivanja na postojeći sistem baterijskog napajanja u TS 400/x kV Ugljevik. Ukupna vrijednost navedenih ugovora iznosi 415.247,97 KM.

U toku je provođenje postupka javne nabavke za nabavku rekonstrukcije i proširenja TS 110/x kV Teslić, procijenjene vrijednosti nabavke 3.622.000,00 KM, kao i postupci za nabavku relejne zaštite za TR i DV u TS 220/x kV Gradačac i nabavku antikorozivne zaštite DV 110 kV Šamac–Odžak i DV 110 kV Odžak–Modriča.

U svrhu rasterećenja TS Tešanj, kao i napajanja rastućeg konzuma Jelaha, Usore i Matuzića (u prosjeku se godišnje gradi 7–10 novih TS 10(20)/0,4 kV), u pripremi je izgradnja nove TS 110/x kV Jelah, sa priključnim dalekovodom. Nakon nekoliko upriličenih sastanaka sa predstavnicima Općine Tešanj u svrhu iznalaženja najpogodnijeg rješenja, za izgradnju transformatorske stanice izabrana je parcela Glinište, KO Rosulje i sačinjen je ugovor o kupoprodaji zemljišta sa Općinom Tešanj. Proveden je postupak javne nabavke izgradnje TS Jelah sa priključnim dalekovodom, međutim, radi izjavljenih žalbi učesnika u postupku javne nabavke, poništena je odluka o izboru najpovoljnijeg ponuđača. U toku je ocjena prispjelih ponuda u ponovljenom postupku javne nabavke. Procijenjena vrijednost nabavke izgradnje TS Jelah sa priključnim dalekovodom iznosi 5.750.000,00 KM. U cilju obezbjeđenja dvostranog napajanja TS Tešanj, Planom investicija za period 2017–2019. predviđena je izgradnja DV 110 kV Tešanj–Jelah. U toku je rad komisije za izbor trase budućeg dalekovoda DV 110 kV Tešanj–Jelah.

Radi osiguranja dvostranog napajanja TS Srebrenica i TS Ljubovija u Republici Srbiji, Planom investicija za 2017. godinu predviđena je izgradnja dalekovoda DV 110 kV Srebrenica–Ljubovija. Završen je Zapisnik o izboru trase budućeg dalekovoda i određene su tačke prelaza državne granice na rijeci Drini. Izrađen je Projektni zadatak za izradu Glavnog projekta izgradnje DV-a.

U okviru zajedničkih nabavki pojedinačne opreme na nivou Kompanije, za potrebe OP Tuzla nabavljeni su visokonaponski i srednjenaponski mjerni transformatori, visokonaponski i srednjenaponski odvodnici prenapona, srednjenaponski prekidači, visokonaponski rastavljač, brojila, oprema vlastite potrošnje i oprema za MRT, kao rezervna oprema ili oprema za zamjenu na konkretnim objektima OP Tuzla, ukupne vrijednosti 1.809.521,99 KM.

Nabavljenu opremu vlastite potrošnje (invertori, ispravljači i akumulatorske baterije) vlastitim snagama zamijenili su zaposlenici Službe za MRT i PN TJ Tuzla u 24 objekta Operativnog područja Tuzla. U toku je postupak javne nabavke geodetske opreme, softvera za monitoring i test protokola sa ultrabukom, OTDR uređaja za ispitivanje optičkih vlakana, instrumenta za testiranje parametara Ethernet saobraćaja i alata i opreme za radove na dalekovodima, kao i postupci javne nabavke ispitne kutije za potrebe SCADA sistema i seta elektroničarskog alata, nabavke alata i instrumenata za primarno ispitivanje releja u OP Tuzla i nabavka sanacije hidrantskih mreža u TS Tuzla 4, TS Banovići i TS Gradačac.

Od ostalog, s ciljem zadovoljenja organizacijskih potreba OP Tuzla, predviđena je izgradnja novog poslovnog objekta za smještaj administrativno-tehničkog osoblja OP Tuzla, sanacija postojeće upravne zgrade i dogradnja komandno-pogonske zgrade TS Doboj 2, s obzirom na to da su postojeći objekti u lošem stanju, i nedovoljni za adekvatan smještaj ciljnog broja zaposlenih u OP Tuzla. U toku 2016. godine realizovana je nabavka idejnih projekata. Realizovan je ugovor za nabavku Glavnog projekta za izgradnju nove poslovne zgrade i magacinskog prostora u iznosu 18.500,00 KM. U toku je pribavljanje odobrenja za građenje kako bi se moglo pristupiti realizaciji izgradnje nove poslovne zgrade i magacinskog prostora za OP Tuzla. Pribavljeni su lokacijski i urbanističko-tehnički uslovi za dogradnju komandno-pogonske zgrade TS Doboj 2. Također, u svrhu obezbjeđenja adekvatnih uslova rada za zaposlenike OP Tuzla, izvršena je nabavka osnovnih sredstava (namještaja) za potrebe zaposlenika OP Tuzla u vrijednosti 179.064,41 KM, i nabavka informatičke opreme u vrijednosti 110.091,99 KM.



TS ZVORNIK - istovar transformatora T20 110/35/10 kV - 20 MVA

# REKONSTRUKCIJA I PROŠIRENJE TS 110/X kV HAK

Autor: **Mia Lešić**, bach. ing. el., samostalni inženjer za planiranje, razvoj, investicije



Funkcionalno ispitivanje staničnog microSCADA sistema i ormara zaštite i upravljanja  
Mirsad Hadžić,  
Vedran Grgić  
i predstavnici  
Izvođača radova

Transformatorska stanica 110/35/6 kV HAK izgrađena je 1976. godine i služila je isključivo za napajanje kompleksa HAK-a. Napajanje užeg područja grada Tuzle vrši se iz transformatorske stanice TS 110/35/10 kV Tuzla Centar, dok se zapadni, industrijski dio grada, kao i šira periferija grada Tuzla, napaja preko 35 kV mreže iz TE Tuzla, što nije bilo dovoljno zbog rapidog porasta konzuma.

**P**lanom investicija za 2014. godinu predviđena je rekonstrukcija TS 110/35/6 kV HAK, odnosno kupovina lokacije TS, izrada projektne dokumentacije, ugovaranje građevinskih radova i nabavka dijela opreme. Kako isto nije realizovano u toku 2014. godine, Planom investicija za 2015. godinu, investicioni projekat je proširen dodatnim sredstvima za nabavku i zamjenu energetskog transformatora T2.

Kupovina nekretnina: građevinskog zemljišta, pomoćnih objekata, zgrade i pristupnog puta, na kojima

je locirana TS 110/35/6 kV HAK sa pripadajućom opremom izvršena je zaključivanjem kupoprodajnog ugovora i aneksa ovog ugovora 21.05.2015. godine sa prodavcem Soda So Holding d.d. u mješovitoj svojini Poliuretanske hemije „Polihem“ Tuzla u stečajju. Kupovina nekretnina je izvršena kako bi se moglo pristupiti realizaciji investicije vezane za izgradnju pogonske zgrade za smještaj SN postrojenja i nabavku novog energetskog transformatora u TS HAK. Planom za 2016. godinu, investicioni projekat je proširen sredstvima i za rekonstrukciju VN postrojenja.





Radovi u postrojenju 110 kV i na novoj komandno-pogonskoj zgradi – Armin Hrustić

U toku 2016. godine, proveden je postupak javne nabavke i 16.11.2016. godine potpisan je Ugovor broj JN-OP-55-73/16 za nabavku rekonstrukcije i proširenja TS 110/x kV HAK, sa Konzorcijem:

- Energoinvest d.d. Sarajevo i
- Elcom d.o.o. Tuzla.

Vrijednost ugovora iznosi 4.498.893,00 KM.

Ugovorom je predviđena:

- izgradnja nove komandno-pogonske zgrade,
- rekonstrukcija 110 kV postojenja,
- izgradnja 35 i 10(20) kV postrojenja,
- ugradnja ormara zaštite i upravljanja,
- prelazak sa RTU na ISAS sistem (uvođenje lokalnog staničnog microSCADA sistema),
- ugradnja drugog energetskog transformatora,
- zamjena vanjske rasvjete i
- uređenje platoa.

Ugovorom je obuhvaćena nabavka opreme, projektovanje, izvođenje građevinskih i elektromontažnih radova do potpune funkcionalnosti rekonstruisanog objekta i pribavljanje potrebnih dozvola i saglasnosti, zaključno sa upotrebom dozvolom.

Od opreme, u TS HAK ugrađeno je:

- energetski transformator T20: Hyundai Heavy Industries Bugarska;
- prekidači trofazni jednopolni 123 kV (DV polje TE Tuzla, DV polje Tuzla 4, spojno polje): ABB Švedska;
- rastavljači trolpolni 123 kV (DV polje TE Tuzla, DV polje Tuzla 4, spojno polje, trafo-polje T10, trafo-polje T20): Alstom Grid GE;
- rastavljači trolpolni sa noževima za uzemljenje 123 kV (DV polje TE Tuzla, DV polje Tuzla 4): Alstom Grid GE;
- rastavljači trolpolni s noževima za uzemljenje 36 kV (TR10, TR20): Alstom Grid GE;
- strujni mjerni transformatori 123 kV (spojno polje, DV polje TE Tuzla, DV polje Tuzla 4, trafo-polje T20): Končar mjerni transformatori d.d. Zagreb;
- naponski mjerni transformatori 123 kV (mjerno polje sistem S1, DV polje TE Tuzla): Končar mjerni transformatori d.d. Zagreb;
- odvodnici prenapona (T20): Tyco Electronics Connectivity Solutions GmbH;

- spojna i ovjesna oprema: HASCELIC Kablo Turska, Mosdorfer Austrija, ARRUTI Španija, Lorunser Austrija;
- energetske kablovi: TIM Kabel Hrvatska;
- kablovske završnice i kablovske stopice: Tyco Raychem;
- SN postrojenje 24 kV: ABB s.r.o. EPMV Brno Češka;
- SN postrojenje 36 kV: ABBElektrik San. A.S. PPMV Turska;
- transformatorski boks sa kućnim transformatorom i NN razvodom: TESAR s.l.r. Italija;
- NN i kontrolni kablovi: TIM Kabel Hrvatska;
- ormar za razvod pomoćnog napajanja i ispravljač/invertor: Energoinvest SUE d.d. Sarajevo;
- ormari zaštite i upravljanja polja (DV, SP i TP): Siemens/TEO;
- SCADA sistem: Siemens/TEO;
- brojila električne energije: Iskraemeco d.o.o. Sarajevo;
- TK oprema: Keymile GmbH Njemačka;
- uzemljenje i gromobranska zaštita: ARRUTI/Hermi;
- pomoćni sistemi (vatrodojava i protivprovalna zaštita, oprema zaštite na radu): Siemens/Workitalia s.r.l.;
- vanjska rasvjeta: Tranzit Elektro.



Do ukupne realizacije ugovora preostala su ispitivanja opreme, funkcionalna ispitivanja, radovi na montaži pomoćnih sistema (vatrodojava i protuprovalna zaštita, vanjska rasvjeta), završni građevinski radovi, uređenje transformatorske stanice, izrada projekta izvedenog stanja i pribavljanje upotrebne dozvole.

Istovar transformatora T20 – Mirsad Vehabović



# СЛУЖБА ЗА ОДРЖАВАЊЕ ДАЛЕКОВОДА, ТЕРЕНСКА ЈЕДИНИЦА БАЊА ЛУКА, ОП БАЊА ЛУКА

Аутор: **Милибор Кнежевић**, руководилац Службе за одржавање ДВ

У јуну 1953. године основано је предузеће „Електропренос“ Сарајево и у својој надлежности је имало око 300 km изграђених 110 kV далековода.

П риликом оснивања предузећа за пренос електричне енергије, за одржавање далековода издвојен је одређени број стручних кадрова из тадашњих предузећа која су се бавила производњом и преносом електричне енергије, како би се формирале „далеководне екипе“ које су бројале од 8 до 15 радника. Екипе су биле без искуства на пословима одржавања далековода 110 kV, слабо опремљене возилима и алатом, а далеководна мрежа била је неразвијена (без резервних напајања), што је захтијевало одржавање далековода, како у обичним, временски подношљивим, дневним, тако и у неподношљивим, па и ноћним условима. У случају већег обима послова, окупљане су све далеководне екипе како би се скратило вријеме безнапонског стања. За „далековоције“ су овакви послови представљали прилику за размјену искустава, нових сазнања и технологија у одржавању далековода, а по завршетку посла све се завршавало дружењем, неријетко уз додјеле признања и стимулативних награда.

Изградња далековода свих напонских нивоа (110, 220 и 400 kV), потреба за све већом поузданошћу у напајању, нове технологије и опрема, нови прописи и законска регулатива, као и сама дешавања у друштву, директно утичу на организацију, структуру, обим послова, као и само дјеловање служби за одржавање далековода.

„Далековоције“ од давне 1953. године извршавају све задатке успјешно, прилагођавају

се новим ситуацијама и захтјевима „у ходу“, и одговарају на све изазове са максималном професионалном ангажованошћу. Искуство је показало да су три главна предуслова за добро и безбједно извршење било којег посла на одржавању далековода сљедећи:

- опремљеност средствима рада,
- опремљеност средствима личне и колективне заштите,
- тимски рад.

Служба за одржавање далековода у ТЈ Бања Лука испуњава сва три предуслова и може се њима похвалити.

Данас Служба одржава преко 60 далековода укупне дужине преко 1050 km, преко 3300 стубова, и то како сlijеди:

- јједан далековод 400 kV, укупне дужине 60 km, 160 стубова;
- седам далековода 220 kV, укупне дужине 260 km, 870 стубова;
- 53 далековода 110 kV, укупне дужине 750 km, 2300 стубова.

Чињенице представљене у тексту оправдавају потребу за свакодневним ангажовањем екипа на терену, чиме се осигурава погонска спремност и поузданост у редовној експлоатацији. Битно је напоменути да је у свим ванредним ситуацијама, којима смо били свједоци, а неки од нас и учесници у отклањању посљедица штета, Служба за ДВ Теренске јединице Бања Лука у свом пуном капацитету дала немјерљив допринос.



Ревизије далековода самостално извршавају запосленици Службе за одржавање далековода, Теренска јединица Бања Лука. По извршеном прегледу далековода, приступа се отклањању уочених недостатака (попуна недостајуће конструкције, поправка оштећења на проводницима и заштитној ужади, замјена оштећене изолације, замјена оштећене спојне и овјесне опреме, сјеча критичног растиња у трасама далековода, итд.). Провођење ових и низа других мјера и активности у ревизијама, неријетко компликују и отежавају разне околности, а то су, поред рада у лошим временским условима и по неприступачним теренима, врло често проблеми са појединим власницима шуме и земљишта преко којих прелазе далеководи, те заостала минско-експлозивна средства у трасама и у близини траса далековода.

У послеријатном периоду, све сумњиве површине су деминиране или је извршено техничко извиђање од стране стручно оспособљених лица и прибављени су сертификати од МАС БиХ за исте, тако да је, у том погледу, одржавање далековода данас, у односу на претходни период, у великој мјери сигурније, с тим да је и у данашње вријеме могућа појава инцидентних ситуација у близини траса појединих далековода, што „далековоџијама“ мора бити знак за опасност.

Све врсте згода и незгода везаних за теренски рад и „блиске сусрете“, како са дивљим животињама тако и са локалним становништвом, честа су тема анегдота и „далековоџијских прича“ које се са задовољством препричавају на дружењима, приликом којих се обавезно позову и пензионисане колеге из службе, а њихов срдачни одазив употпуни окружење у којем се нађемо.

Осим редовних активности на одржавању далековода у надлежности ТЈ Бања Лука, предвиђених Правилником о одржавању ЕЕС-а, Служба за одржавање далековода у ТЈ Бања Лука редовно учествује у инвестиционим пројектима и реализацији бројних уговора на изградњи и реконструкцији, како далековода, тако и трансформаторских станица. Служба је активно учествовала у реализацији кључних пројеката, од којих је битно поменути сљедеће:

1. Изградња и прикључење ДВ 110 kV Котор Варош – Укрина,
2. Изградња ТС 110/x kV Котор Варош,
3. Изградња и прикључење прикључног вода за ТС 110/x kV Градишка 2,
4. Изградња ТС 110/x kV Градишка 2,
5. Изградња ТС 110/x kV Шипово,



## ПРЕДСТАВЉАМО



6. Реконструкција ТС 110/x kV М. Град,
7. Реконструкција и прикључење ДВ 110 kV М. Град – Шипово,
8. Реконструкција ДВ 2 x 110 kV Б. Лука 6 – К. Дубица,
9. Дислокације стубова на ДВ 400 kV Станари – Б. Лука 6 због потреба ауто-пута у изградњи,
10. Дислокације стубова на ДВ 110 kV Прњавор–Укрина због потреба ауто-пута у изградњи.

Служба за одржавање ДВ-а у ТЈ Бања Лука свој допринос реализацији ових пројеката и уговора дала је самосталним извођењем појединих послова, као и учешћем у изради пројектне и тендерске документације, вршењем стручног надзора на појединим пословима, праћењем извршења уговора, вршењем интерних техничких прегледа, изведених радова и слично.

Узевши у обзир чињеницу да на подручју које је у надлежности Службе постоје трансформаторске станице са једностраним напајањем (Нови Град и Шипово), као и ТС Прњавор (некомпетирана ДВ поља), јасно је да запослени у Служби морају бити спремни у сваком моменту реаговати и ефикасно отклонити пријављени квар (што прије пронаћи и отклонити квар и пустити далековод у експлоатацију). Списак таквих дјеловања је дугачак, али поменућемо неке:

1. ДВ 110 kV Бања Лука 2 – Бања Лука 5, ишчупано дрво, мокри снијег, наслоњено на проводнике;
2. ДВ 110 kV ХЕ Јајце – ТС Бјелајце, прекинуто заштитно уже усљед великог додатног терета;
3. ДВ 110 kV Станари–Укрина, накренуто дрво, сњежни терет остао на проводницима;
4. ДВ 110 kV Бања Лука 6 – Бања Лука 1/1, дрво на проводнику;

5. ДВ 220 kV Какањ – Приједор 2, оборено дрво на проводник;
6. ДВ поље 110 kV Јајце 1 у ТС Јајце 2, пробијена изолација на порталу у ТС Јајце 2;
7. ДВ 220 kV Јајце 2 – Приједор 2, вод испадао због критичне шуме и високих температура.

Сви кварови су отклоњени у најкраћем могућем року и објекти су врло брзо враћени у нормалан погон.

Осим наведених послова, Служба врши и планске послове на прокресу траса далековода, антикорозивној заштити (АКЗ) далеководних стубова и већим санацијама које изводе спољни сарадници који су обавезани уговорима. У току 2017. године, спољном сараднику смо помогли у реализацији сљедећих планских радова и услуга:

1. ДВ 110 kV Б. Лука 2 – Б. Лука 5 – Грбићи, прокрес трасе,
2. ДВ 110 kV Б. Лука 6 – Приједор 2, прокрес трасе,
3. ДВ 110 kV Приједор 3 – К. Дубица, прокрес трасе,
4. ДВ 110 kV Приједор 2 – Приједор 3, прокрес трасе,
5. ДВ 2x110 kV Б. Лука 6 – К. Дубица, прокрес трасе,
6. ДВ 110 kV М. Град – Шипово, прокрес трасе,
7. ДВ 110 kV Б. Лука 1 – Б. Лука 8 – Лакташи, прокрес трасе,
8. ДВ 110 kV Н. Топола – Србац, прокрес трасе,
9. ДВ 110 kV Приједор 2 – Сански Мост, прокрес трасе,
10. ДВ 400 kV Станари – Б. Лука 6, АКЗ далеководних стубова.





Ангажовање Службе на овим пословима односило се на планирање, припрему, израду тендерске документације, обезбјеђење безнапонског стања и мјеста рада, надзор, праћење извршења уговора, учешће у раду комисије за процјену штета, као и вршење интерних техничких прегледа, изведених радова и услуга.

Осим наведених послова, у току године запосленици Службе су успјешно извршавали и многе непланиране послове, као што су:

- преспајање 35 kV стране трафоа Т40 на ДВ поље 110 kV Јајце 1 у ТС Јајце 2;
- демонтажа одвода 35 kV ИНЦЕЛ са зида погонске зграде у ТС Б. Лука 1;
- поправка рефлекторске расвјете у ТС Б. Лука 1, ТС Б. Лука 4, ТС Б. Лука 7, ТС Б. Лука 8, ТС Лакташи, ТС Нова Топола, ТС Градишка, ТС Приједор 1, ТС Приједор 3, ТС К. Дубица и ТС Нови Град;

као и низ других непланираних послова и задатака, а по потреби „прискочи се“ у помоћ колегама из других сектора и служби у ОП Бања Лука или „далековијама“ из других теренских јединица.

Оволики обим посла, смањење броја радника и релативно велика просјечна старост далековода, уз све отежавајуће факторе (опасност од близине напона, велике силе и терети, велике удаљености, неприступачни терени, сурови временски услови и слично) захтијева добру организованост и опремљеност наше службе.

Конечно, треба навести поименично прегаоце који својим дјелом, трудом и залагањем одржавају препознатљив стандард, карактеристичан само за „далековиције“ Електропреноса:

1. Милибор Кнежевић, руководилац Службе за одржавање ДВ;
2. Милош Марјановић, самостални инжењер за ДВ;
3. Предраг Париповић, пословођа за ДВ;
4. Сениша Ловрић, пословођа за ДВ;
5. Дејан Бранковић, водећи монтер за ДВ;
6. Васо Ковачевић, водећи монтер за ДВ;
7. Зоран Ковачевић, водећи монтер за ДВ;
8. Саша Кременовић, самостални монтер за ДВ;
9. Огњен Грбић, самостални монтер за ДВ;
10. Немања Париповић, самостални монтер за ДВ;



## ПРЕДСТАВЉАМО

11. Срђан Ловрић, самостални монтер за ДВ;
12. Младен Ђорда, самостални монтер за ДВ;
13. Борислав Мирковић, радник на одржавању ДВ;
14. Мирко Тадић, радник на одржавању ДВ;
15. Александар Пејић, монтер-приправник;
16. Гордана Ђирић, инжењер-приправник.

У 2017. години, пензионисани су Драго Јокановић, Витомир Доњак и Милорад Ђурашиновић, дугогодишњи радници Службе.

Како су у претходном двогодишњем периоду у Служби запослена петорица монтера-приправника и један самостални инжењер за далеководе, поправила се ситуација са радном снагом, а посебан значај дат је обуци нових колега. Стицајем околности, у том периоду били су планирани различити послови на изградњи и одржавању далековода и трафостаница, а притом смо имали и двије хаварије. За двије године смо обучили нове колеге у свим сегментима рада, тако да се може рећи да је Служба за одржавање далековода у Теренској јединици Бања Лука прави спој искуства и младости.

Важно је нагласити да је опремљеност службе теренским возилима, алатом и опремом на веома високом нивоу, те се сви задаци, по већ устаљеној процедури, а може се рећи и традицији, извршавају максимално безбједно и врло успјешно, без обзира на бројне потешкоће.

Треба истакнути и одличну сарадњу са осталим службама и секторима у Оперативном подручју Бања Лука и обострану спремност на сарадњу и помоћ приликом извршавања радних задатака, те разумијевање потреба Службе за одржавање далековода у Теренској јединици Бања Лука од стране руководства Теренске јединице и Оперативног подручја, што олакшава рад Службе у свим могућим окружењима.

Професионалан однос према радним задацима, тимски рад и добри међуљудски односи красе ову службу и то је оно што треба развијати у будућности.



# SLUŽBA ZA SPECIJALNA MJERENJA – OPERATIVNO PODRUČJE MOSTAR

Autor: **Zoran Žarić**, mag. ing. el., rukovoditelj Službe za specijalna mjerenja

Iako je u Operativnom području Mostar važnost specijalnih ispitivanja elemenata prijenosne mreže oduvijek bila prepoznata, problemi u bližoj prošlosti, kao što su nedovoljan broj osoblja te neposjedovanje odgovarajuće opreme, doveli su do smanjenog opsega djelovanja na tome području.

**D**olaskom nove uprave 2014. godine, stvari se počinju mijenjati. Stižu se uvjeti za zapošljavanje novoga kadra, s vremenom se nabavljaju potrebni instrumenti, te je kao rezultat svega oformljena Služba za specijalna mjerenja, koja sa samostalim radom započinje u 2017. godini.

Služba za specijalna mjerenja djeluje u sklopu Tehničkog sektora te svojim radom pokriva sve objekte OP Mostar. Trenutno se sastoji od četiri člana, i to:

1. Zoran Žarić, mag. ing. el. – rukovoditelj Službe za specijalna mjerenja;
2. Sandro Zurovac, mag. ing. el. – samostalni inženjer za specijalna mjerenja;

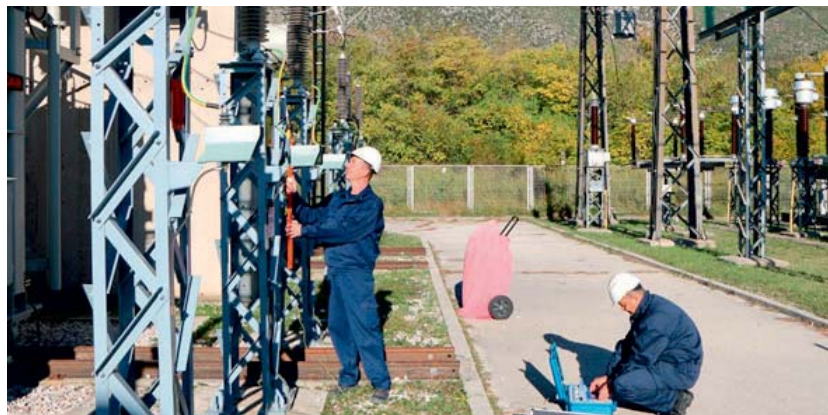
3. Zdenko Galić, el. teh. – tehničar za specijalna mjerenja;

4. Dražen Penavić, el. teh. – tehničar za specijalna mjerenja.

Energetski transformator je najskuplji, a s obzirom na funkciju, može se reći i najvažniji dio svake transformatorske stanice, te kao takav predstavlja jedan od najvažnijih dijelova prijenosne mreže. Sukladno tome, specijalistička ispitivanja transformatora predstavljaju jednu od važnijih zadaća u radu ove službe. U Operativnom području Mostar nalaze se tri transformatora prijenosnog omjera 400/220 kV, četiri transformatora prijenosnog omjera 220/110 kV, 42 transformatora prijenosnog omjera 110/x kV, te 12 transformatora prijenosnog omjera



D. Penavić, Z. Galić, S. Zurovac, Z. Žarić



D. Penavić, Z. Galić, ispitivanje odvodnika prenapona u TS Mostar 6

## PREDSTAVLJAMO

35/10 kV. Specijalistička ispitivanja koja se provode na energetskim transformatorima su u prvom redu mjerenje kapaciteta i faktora dielektričnih gubitaka izolacijskog sustava transformatora i provodnih izolatora, te mjerenje električnog otpora izolacije. Pored toga, sastavni dio ispitivanja čini mjerenje prijenosnog omjera, mjerenje rasipnih induktiviteta, mjerenje struje magnetiziranja te mjerenje radnog otpora namotaja, na osnovu čega se definira trenutno stanje transformatora u pogonu. Prema Pravilniku o održavanju elemenata prijenosne mreže, specijalistička ispitivanja energetskih transformatora provode se svake četiri godine. S obzirom na već spomenutu stratešku funkciju energetskih transformatora, jedan od ciljeva ove službe je razviti bazu podataka o rezultatima ispitivanja na transformatorima o pogonu, tvorničkim rezultatima,



S. Zurovac, Z. Galić,  
D. Penavić, ispitivanje  
transformatora u TS Mostar 5

vezi između pogonskih i tvorničkih ispitnih rezultata, kao i intervencijama na transformatoru. Ti parametri će omogućiti primjenu statističke metode obrade svih relevantnih informacija za svaki transformator kao preduvjet za procjenu stanja transformatora s ciljem prevencije kvara, skraćivanja beznaponskih stanja, smanjenja troškova održavanja i povećanja pouzdanosti opreme. Pri ispitivanju se koriste instrumenti proizvođača ISA tip STS 5000+TD 5000+STCS +STDE i proizvođača Megger tip MIT 520/2.

Prijelazne pojave pri promjeni stanja u mreži (kratki spojevi, isklapanja) te atmosferska pražnjenja dovode do pojave prenapona. Svi elementi u transformatorskim stanicama građeni su tako da mogu izdržati određena naponska naprezanja, ali je

nemoguće spriječiti da se u mreži pojave prenaponi veći od onih koje ti elementi mogu izdržati, što naročito vrijedi za prenapone zbog atmosferskih pražnjenja. Kako bi se spriječilo štetno djelovanje tih prenapona, odnosno kako bi se spriječilo njihov prodor do dijelova postrojenja u kojima previsoki naponi mogu izazvati najveće štete, u polja se ugrađuju odvodnici prenapona, koji imaju zadatak da smanje prenapone prije ulaska u postrojenje toliko da ne izazovu oštećenja ili da do njih dođe na dijelovima postrojenja manje vrijednosti. Stoga se u radu Službe za specijalna mjerenja redovito vrše kontrolna ispitivanja ugrađenih odvodnika prenapona na način da se instrumentom LCM 500 proizvođača Doble vrše mjerenja struje curenja (eng. Leakage current) odvodnika u pogonu te se na osnovu rezultata zaključuje o ispravnosti odvodnika.

Jedno od područja djelovanja Službe za specijalna mjerenja je i mjerenje parametara dalekovoda. Rezultat tog mjerenja su stvarne impedancije dalekovoda, a taj je podatak nužan za pravilno podešavanje zaštitnih uređaja, a sve s ciljem njihovog točnijeg djelovanja, odnosno povećanja pouzdanosti isporuke električne energije. Zanimljivo je istaknuti kako je ova služba, unatoč svom kratkom vremenu djelovanja, prva u Kompaniji počela provoditi spomenuto mjerenje.

Osim navedenih, specijalistička ispitivanja koja se redovito provode su također mjerenja otpora uzemljenja u transformatorskim stanicama, mjerenja napona koraka i napona dodira, povezanosti aparata i konstrukcija na glavni uzemljivački sustav, te kontrola električnih instalacija i sustava gromobranske zaštite.

Za kvalitetan rad i izvršenje svih zadataka Službe, neophodno je imati opremu za provođenje pojedinih ispitivanja te kontinuiranu edukaciju koja će omogućiti korištenje iste te pomoći kod interpretacije rezultata mjerenja. S tim ciljem planirana je nabavka instrumenta za mjerenje parcijalnih izbivanja i instrumenta za mjerenje frekvencijskog odziva transformatora, što će omogućiti dobivanje kvalitetnijih pokazatelja stanja energetskih transformatora i omogućiti ispitivanje stanja mjernih transformatora u pogonu, a sve s ciljem ocjene stanja opreme i prevencije kvarova.

U svome radu, djelatnici Službe za specijalna mjerenja posebnu važnost pridaju kontinuiranom usavršavanju i nadograđivanju znanja iz područja ispitivanja, monitoringa i dijagnostike visokonaponske opreme.



# ODRŽAVANJE DALEKOVODA U OP SARAJEVO – TJ SARAJEVO

Autor: **Salim Džananović**, rukovodilac Službe za održavanje DV

Aktivnosti u Službi za održavanje dalekovoda TJ Sarajevo obavljaju se za potrebe investicionog održavanja i investicija. Radovi na dalekovodima obavljaju se prema godišnjim, mjesečnim i sedmičnim planovima.

**R**ealizacija 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 remontu dalekovoda. Nakon obavljenih aktivnosti, sačinjavaju se izvještaji na propisanim obrascima. Ukoliko stepen oštećenja ili ugroženosti dalekovoda ne zahtijeva 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 sačinjava se inicijalni i, na kraju, finalni izvještaj o pogonskom događaju.

Finalni izvještaj o pogonskom događaju sadrži:

1. Uvod (opis događaja; kada, šta i gdje se desilo; ključni uzrok);
2. Pogonsko stanje objekta pred havariju i vremenski uslovi od uticaja na pogonski događaj – havariju;
3. Preduzete aktivnosti na sanaciji havarije u skladu sa procedurom OPE 83/03, postupak otklanjanja posljedica havarije;
4. Posljedice havarije (područja koja su ostala bez napajanja i trajanje beznaponske pauze; pregled objekata koji su ostali trajno u kvaru; vrsta kvara, obim i procjena štete na objektima;

negativne posljedice po potrošače; ekonomski efekti havarije);

5. Analiza uzroka poremećaja (dijagnoza ključnih uzroka za nastanak pogonskog događaja – havarije);
6. Analiza djelovanja zaštitnih uređaja (pregled djelovanja, osvrt na korektnost djelovanja, objašnjenje u slučajevima nekorektnog djelovanja ili adresiranje problema ako nema objašnjenja);
7. Realizovane mjere i preporuke (rezime uočenih slabosti i nedostataka, rezime aktivnosti koje su u toku i procjena završetka, eventualne operativne mjere preduzete odmah, a čiji je cilj bio otklanjanje uzroka uočenih neusklađenosti, prijedlog eventualnih dugoročnih i/ili sistemskih mjera čiji je cilj otklanjanje mogućih neusklađenosti – prijedlog preventivnih mjera);
8. Prilozi (materijali koji se dostavljaju u prilogu, kao što su: šema mreža sa prikazom tačaka kvara, šeme postrojenja sa odgovarajućim ilustrativnim prikazima, raspoloživi listinzi, fotografije...).

U radu su predstavljene neke od aktivnosti Službe za održavanje dalekovoda OP Sarajevo – TJ Sarajevo. Nakon redovnog/vanrednog pregleda, remonta, pogonskog događaja, u zavisnosti od stanja, pristupilo se planiranju i otklanjanju nedostataka na dalekovodu. U nekim slučajevima, nakon ponavljanja kvarova, izvršeni su i dodatni zahvati i intervencije koji su preventivne mjere kako se kvarovi ne bi ponavljali.

### Ugradnja „A“ lanaca na SM 15 i 16 na donjim faznim vodičima DV 2x110 kV TS Sarajevo 1 – TS Sarajevo 18 i TS Sarajevo 20 zbog problema u eksploataciji sa istezanjem vodiča kod ekstremnog dodatnog tereta

U vrijeme velikih snježnih padavina, 05.03.2015. godine, došlo je do istezanja faznih vodiča i do preskoka napona u rasponu SM 15 – SM 16. Uzrok preskoka je ekstremni snijeg koji se taložio na faznim vodičima u kratkom vremenskom periodu. Većem istezanju vodiča u rasponu SM 15 – SM 16 doprinijelo je i to što su ovi, kao i susjedni stubovi, nosni. Zbog ranijeg opadanja snijega u rasponu SM 14 – SM 15 i SM 16 – SM 17, uže se iz ovih raspona

„izvuklo“, a povećao se provjes u rasponu SM 15 – SM 16. Geodetskim provjerama ustanovljeno je da su provjesi faznih vodiča prema projektovanim.

Kako bi se spriječilo „izvlačenje“ užeza iz susjednih raspona kod neravnomjernog dodatnog tereta, izvršena je ugradnja „A“ lanaca na donjim fazama SM 15 i SM 16. Nakon ugradnje „A“ lanaca na donjim fazama SM 15 i SM 16 29.10.2015. godine, nije bilo sličnih ispada.



Ugradnja „A“ lanaca na SM 16 na donjim faznim vodičima DV 2x110 kV TS Sarajevo 1 – TS Sarajevo 18 i TS Sarajevo 20

### Demontiranje „ukrsnih dijagonala“ u vrhu gornjih i donjih konzola sa ojačanjem od „L“ profila na SM 15, DV 2x110 kV TS Sarajevo 15 – TS Sarajevo 14 i 20

Nakon ponovnog ispada DV 110 kV TS Sarajevo 15 – TS Sarajevo 14 na SM 15 (stambena naselja sa većom koncentracijom kontejnera i ptica), zbog žice u gnijezdu vrha konzole, izvršena je analiza u sklopu izvještaja o pogonskom događaju. Gnijezda na ovom tipu stuba su se uvijek nalazila na gornjoj ili donjoj konzoli, gdje se u vrhu stuba „LH1“ nalaze dvije dijagonale u križu od „L“ profila 35x35x4 mm. Na srednjim konzolama stuba „LH1“ nema tih ukrasnih

dijagonala. Ove dijagonale su bile „zgodno“ mjesto za zadržavanje granja, žica i pravljenje gnijezda. Žice iz gnijezda su presvajale dio izolatora. Narušavanjem sigurnosnog rastojanja dolazilo je do preskoka napona sa faznog vodiča na čeličnu konstrukciju stuba i obostranog ispada dalekovoda. Demontirane su ukrasne dijagonale na dvije gornje i dvije donje konzole, a na tom mjestu je montirano ojačanje od „L“ profila 50x50x5 mm, da nadomjesti demontirani

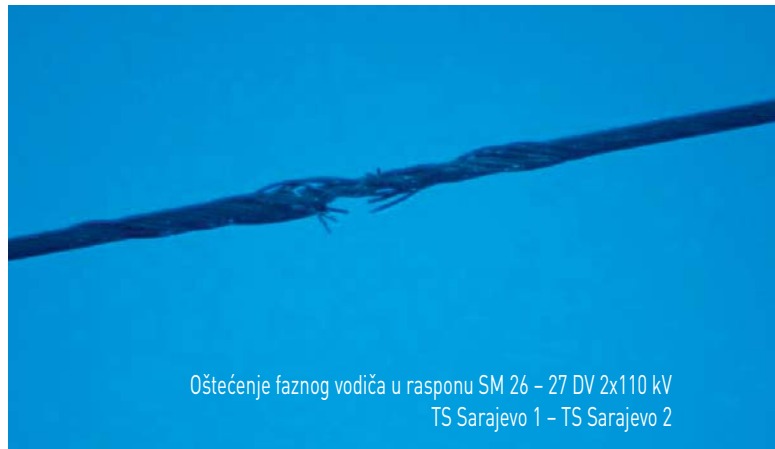
ukrsni komad. Na ovaj način su ptice „odvrćene“ od pravljenja gnijezda u vrhu konzola i izazivanju ispada dalekovoda i drugih neželjenih posljedica. Redovnim pregledima dalekovoda nije evidentirano gnijezdo u vrhu konzole. Evidentirano je pravljenje gnijezda u trupu stuba koje nema negativnih posljedica po pouzdan rad dalekovoda.

Za pravljenje gnijezda ptice koriste i žice



## Saniranje oštećenog vodiča srednje faze DV 2x110 kV TS Sarajevo 1 – TS Sarajevo 18 – TS Sarajevo 20, raspon SM 26–27

Pregledom dalekovoda uočeno je oštećenje faznog vodiča na srednjoj konzoli u rasponu SM 26–27 DV 110 kV TS Sarajevo 1 – TS Sarajevo 20. Oštećenje je najvjerojatnije uzrokovano upotrebom vatrenog oružja. Veličina oštećenja je zahtijevala ubacivanje novog komada Al/Fe užeta 240/40 mm<sup>2</sup> kako bi se uklonio oštećeni dio. S obzirom na to da se radi o dvosistemskom dalekovodu, za saniranje ovog oštećenja bilo je potrebno obostrano isključenje i uzemljenje DV 110 kV TS Sarajevo 1 (Blažuj) – TS Sarajevo 20 (Lukavica) i TS Sarajevo 20 – TS Sarajevo 18 (Hrasnica). Spuštanje oštećenog faznog vodiča izvršeno je uz pomoć specijalnog vozila za rad na dalekovodu „Mercedes – Unimog“, kao i vraćanje saniranog i „ubacivanje“ na SM 26 i SM 27.



Oštećenje faznog vodiča u rasponu SM 26 – 27 DV 2x110 kV  
TS Sarajevo 1 – TS Sarajevo 2



Saniranje oštećenog faznog vodiča ubacivanjem novog komada užeta



## Rad na 400 kV TS Sarajevo 20 – TS Sarajevo 10, SM 215

DV služba za održavanje dalekovoda ima deset uposlenika i osposobljena je kadrovski i opremom za sve vrste elektromontažnih radova na 110 i 220 kV dalekovodima. Na 400 kV dalekovodima, pored radova na izradi i ugradnji nedostajućih pozicija, izvode se i radovi manjeg obima na kraćim zateznim poljima. Na slici je prikazano izvođenje radova na korekciji provjesa faznog vodiča desne faze u zateznom polju SM 212 – SM 215.

Korekcija provjesa na  
DV 400 kV TS Sarajevo 20 – TS Sarajevo 10



## Izrada i ugradnja nedostajućih otuđenih pozicija i zamjena oštećenih

Redovnim ili vanrednim pregledom evidentiraju se otuđene pozicije. Procjenjuje se stepen ugroženosti dalekovoda i obavještava nadležna policijska stanica da izvrši uviđaj. Vršiti se precizna defektaža sa definisanjem oznaka i dimenzija nedostajućih pozicija. U slučaju manjeg otuđenja, planira se izrada i u okviru planskih aktivnosti vrši ugradnja nedostajućih pozicija. Kada je ugrožen stub, odmah se pristupa izradi i ugradnji nedostajućih pozicija.

Izrada i ugradnja nedostajućih i deformisanih pozicija na  
SM 100 DV 110 kV TS Breza – TS Sarajevo 4



## Zamjena i sanacija oštećenih veza (brikni) uže–stub, OPGW kabla i armarosa na DV 2x110 kV TS Sarajevo 14 – TS Sarajevo 15 i Sarajevo 20 na SM 13 i SM 15



U toku remonta DV 2x110 kV TS Sarajevo 14 – TS Sarajevo 15 i TS Sarajevo 20, uočeno je da je usljed atmosferskog prenapona došlo do oštećenja na SM 13 veza brikni uže–stub i OPGW kabla na prolazu zateznog stuba SM 13. Na nosnom stubu SM 15 takođe je došlo do oštećenja brikni uže–stub, kao i armarosa sa nosnom klemom.

Prvo je na SM 15 izvršeno demontiranje oštećenog nosnog ovješnja (na slici) sa ugradnjom kompletno novog nosnog ovješnja (armaros, nosna klema sa gumenim uloškom i briknom uže–stub).

Na SM 13 vizuelnim pregledom evidentirano je oštećenje OPGW kabla (na slici) na prolazu zateznog stuba i na briknama uže–stub. Uposlenici službe za telekomunikacije izvršili su ispitivanje ispravnosti optičkih vlakana. Rezultati ispitivanja su pokazali ispravnost svih optičkih vlakana te se zajednički dogovorio način saniranja oštećenja. Mjesto oštećenja na prolazu zateznog stuba je zaštićeno

silikonom i sa dva specijalna tipa gumene izolacije za ovu namjenu. Na SM 13 montirane su dvije nove brikne uže–stub. Nakon završene sanacije i na SM 13 ponovo je izvršeno ispitivanje i konstatovana ispravnost optičkih vlakana. Takođe je izvršeno i mjerenje otpora uzemljenja dionice od SM 11 do TS Sarajevo 14 i konstatovana ispravnost uzemljenja.



Oštećenje OPGW kabla na prolazu zateznog stuba SM 13



Saniranje oštećenog OPGW kabla na prolazu zateznog stuba SM 13

## Sanacija oštećenog armarosa na SM 11 DV 110 kV EVP Blažuj – TS Hadžići

Redovnim pregledom dalekovoda uočeno je oštećenje nosnog ovješnja OPGW kabla na SM 11. Dodatni teret usljed snježnih padavina i trzaji prilikom opadanja snijega uzrokovali su oštećenje. Nakon obezbjeđenja isključenja, izvršena je zamjena

oštećene opreme. Demontiran je oštećeni armaros (mehaničko ojačanje) na mjestu nosnog ovješnja. Na OPGW kablju nije bilo tragova oštećenja te je sanacija izvršena montažom nove opreme: armarosa, gumenog ojačanja u nosnoj klemi i brikne uže–stub.



Oštećenje nosnog ovješnja i veze uže–stub na SM 11



Nakon sanacije nosnog ovješnja i veze uže–stub na SM 11



## Izrada novog, demontiranje oštećenog i montaža novog vrha stuba SM 9, DV 110 kV TS Hadžići – EVP Konjic

Dodatni teret usljed velikih snježnih padavina i trzaji prilikom opadanja snijega uzrokovali su oštećenje vrha stuba SM 9, DV 110 kV TS Hadžići – EVP Konjic. Raspon SM 8 – SM 9 je dug 561 m. Montažom „G“ nosača dodatno je povećan moment sile na stub. Nakon defektaže deformisanog stuba i provjere stanja na licu mjesta i projektu, uposlenici Službe za dalekovode i Službe za rasklopna postrojenja su u radionici izradili vrh stuba. Vrh stuba je dodatno ojačan sa dvije pozicije kako bi se preduprijedilo ponavljanje problema. Nakon montaže pomoćne „igle“, OPGW uže je oslobođeno. Nakon demontaže havarisanog vrha stuba, montiran je novi.



Deformisani vrh stuba SM 9



Demontaža deformisanog vrha stuba SM 9



Vrh stuba SM 9, nakon ugradnje novog vrha



Salim Džananović, rukovodilac Službe za održavanje dalekovoda u TJ Sarajevo



Nakon završetka radova na SM 9  
(stoje slijeva nadesno):  
Hajrudin Solak,  
Emir Mašić, Almedin  
Podgorica, Senad Babić,  
Ramiz Kulovac, Hamed  
Hamzić;  
(na stubu): Haris Kulovac,  
Almir Kaljun i Emir  
Dupovac



# SLUŽBA ZA TELEKOMUNIKACIJE, OPERATIVNO PODRUČJA TUZLA

Autor: **Azra Ćosićkić**, bach. ing. el., inženjer saradnik za TK

Telekomunikacije imaju veoma važnu ulogu u svim granama privrede, kao i mnogobrojnim društvenim aktivnostima. Kada se izgovori riječ “telekomunikacije”, zbog prefiksa “tele”, glavna asocijacija za kolege koje nisu iz te struke su telefoni, međutim, telekomunikacije su mnogo više od toga.

**D**anas telekomunikacioni sistemi treba da pruže podršku nadgledanju i upravljanju elektroenergetskim sistemom, omoguće rad poslovnog i tehničkog informacionog sistema, poslovnu telefoniju, kao i druge servise neophodne za dobar rad operativnih područja, odnosno Kompanije.

Telekomunikaciona mreža elektroenergetskog sistema povezuje Elektroprenos BiH, Elektroprivredu

Bosne i Hercegovine (EPBiH), Elektroprivredu Hrvatske zajednice Herceg Bosne (EPHZHB), Elektroprivredu Republike Srpske (ERS) i Nezavisni operator sistema BiH (NOS BiH).

Komunikacijski sistem čine:

- prenosna i multipleksna SDH (Synchronous Digital Hierarchy) oprema,
- pristupna PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) oprema,



Arslan Gotovušić



Senid Hodžić



Dragiša Aleksić i Ljubiša Ćirić  
Timski rad kolega iz OP Tuzla i OP Banja Luka

## PREDSTAVLJAMO

- sistem optičkih veza po dalekovodu OPGW (Optical Ground Wire) i podzemnih optičkih veza POK,
- sistem besprekidnog napajanja SBN,
- telefonska central,
- radio-komunikacije.

Služba za telekomunikacije OP Tuzla je služba unutar Sektora za upravljanje i predstavlja servis za ostale službe unutar tog sektora, kao i za druge službe unutar operativnog područja.

Uz pomoć telekomunikacione infrastrukture, uveliko je olakšan rad Kompanije u smislu prenosa i prikupljanja podataka za SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistem i automatizaciju, za AMR (Automatic Meter Reading) sistem, za sistem zaštite, kao i za ERP (Enterprise Resource Planning) sistem, zatim poboljšana i ubrzana korespondencija uposlenika.

Uposlenici u Službi za telekomunikacije Operativnog područja Tuzla su:

- Zrinka Klis, dipl. ing. el. – rukovodioc Službe za telekomunikacije;
- Dragiša Aleksić, dipl. ing. el. – samostalni inženjer za telekomunikacije;
- Azra Ćosićkić, dipl. ing. el. – inženjer saradnik za telekomunikacije;
- Arslan Gotovušić – vodeći ispitivač za telekomunikacije;

- Suad Mešanović – samostalni ispitivač za telekomunikacije;
- Senid Hodžić – ispitivač za telekomunikacije.

Na osnovu Pravilnika o održavanju, ova služba se bavi ispitivanjem/održavanjem dijela telekomunikacione mreže, odnosno telekomunikacionih uređaja u 39 trafostanica koje pripadaju Operativnom području Tuzla (tabela 1). U trafostanicama se nalaze telekomunikacioni ormari sa sistemom za besprekidno napajanje telekomunikacionih uređaja (SBN), optičkim razdjelnikom (ODF), prenosnom i multipleksnom SDH i/ili pristupnom PDH opremom, zatim fiksne i mobilne radio-stanice, telefoni i interfoni. Ova služba se bavi još i održavanjem registrofona i video-nadzora.

Služba za telekomunikacije, pored redovnih planiranja i održavanja, ima ulogu i u investicionim projektima. Kompanija je u proteklih nekoliko godina pokrenula izgradnju novih i rekonstrukciju starih trafostanica gdje Služba za TK brine o telekomunikacionom dijelu objekata. Međutim, problem koji se javlja prilikom nabavke opreme za TK prostorije jeste zastarjelost opreme, zbog čega se određene kartice za uređaje ne proizvode, te se mora tražiti alternativa, a to vodi do novog problema nekompatibilnosti softvera, te nemogućnosti daljinskog nadzora i konfiguracije.



Suad Mešanović



Zrinka Klis i Azra Ćosićkić  
Konfiguracija veza prema TS HAK

Zbog nemogućnosti nabavke rezervnih dijelova za PDH i SDH uređaje, nemogućnosti popravke istih, te zbog progresivnog razvoja komunikacijske tehnologije, veoma je važno da se, u bliskoj budućnosti, realizuje nabavka studije izvodljivosti za obnavljanje telekomunikacione opreme elektroprenosne mreže BiH kako bi došlo do izmjene tehnologija, te kako bi se unificirao komunikacijski sistem. Da bi se uspješno pratio razvoj tehnologija, te kako bi se išlo u korak sa vremenom, važno je da uposlenici ove službe kontinuirano prisustvuju obukama, seminarima i prezentacijama koje organizuju poslovni partneri ove kompanije.

Kako bi se uposlenici Službe za TK Operativnog područja Tuzla „osamostalili“ u smislu da za određene poslove ne moraju tražiti ispomoć ili posuđivati instrumente iz drugih operativnih područja, te kako bi pravovremeno mogli reagovati i odlaziti na intervencije, veoma je važno da se nabave potrebni alati i instrumenti (OTDR – Optical time-domain reflectometer, instrument za testiranje parametara Ethernet saobraćaja, optički Loss test set, lokator grešaka na optičkim kablovima, fuzioni splajser i dr.).

Investicioni projekti koji su se realizovali, a koji su vezani sa Službom za TK su:

- Nabavka zamjene zaštitnog užeta Če III 50 mm<sup>2</sup> sa OPGW kablom ASLH-D(S)b 24 SMF (AL3/27SA 29/29-5,4) na DV 110kV Gračanica–Lukavac;

- Nabavka i ugradnja OPGW na dalekovodima DV 110 kV Srebrenik – Brčko 1, DV 110 kV Kladanj–Vlasenica, DV 110 kV Tuzla–Banovići, DV 110 kV Tuzla Centar – Tuzla 5;
- Nabavka izgradnje priključnog DV/KV 2x110 kV za TS 110/x kV Tuzla 3 (sa DV 110 kV TS Tuzla Centar – TS Lopare) i nabavka i polaganje OPGW na DV 110 kV Tuzla Centar – Tuzla 3 (novoizgrađena i postojeća dionica);
- Nabavka polaganja OPGW na dalekovodu DV 110 kV Lukavac–Srebrenik;
- Nabavka i instalacija IT infrastrukture za ERP poslovno okruženje;
- Nabavka alata i instrumenata (uređaj za mjerenje kapaciteta AKU baterija i kontrolisano pražnjenje AKU baterija).

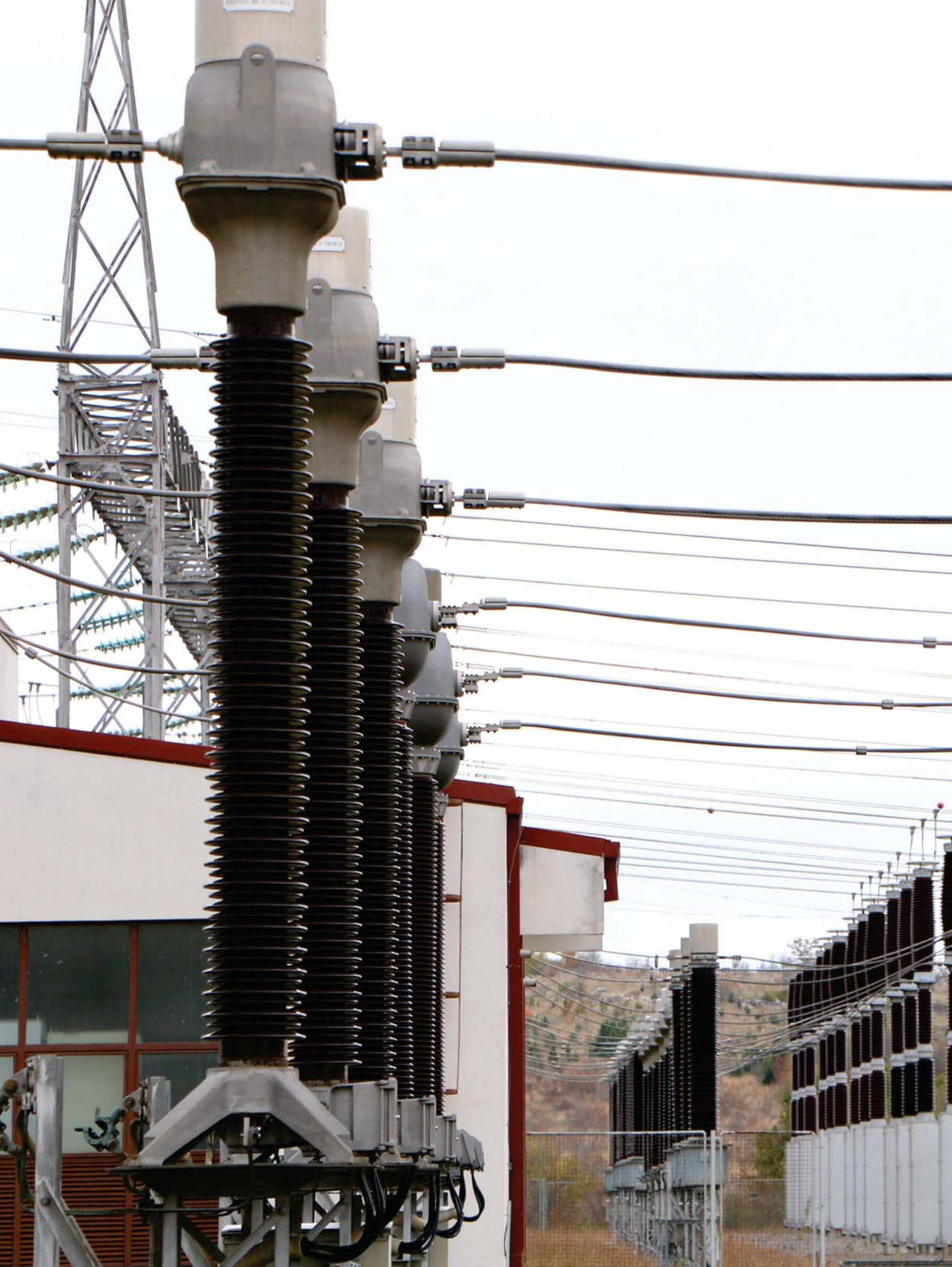
Uglavnom su navedeni projekti vezani za optičke spojne puteve i veoma su važni za telekomunikacije zbog ostvarivanja redundantnih spojnih puteva ili povezivanja određenih trafostanica na čvor backbone mreže.

I pored navedenih problema sa kojima se susreće, Služba za telekomunikacije Operativnog područja Tuzla uspješno izvršava sve radne zadatke.



Spajanje POK-a i ODF-a u TS HAK  
(izvođač Energoinvest d.d.)









# Stručni radovi



# SIMULACIJA PARCIJALNIH PRAŽNJENJA U KABLOVSKOM VODU POMOĆU PROGRAMA MATLAB

**Dr Miodrag V. Simović**, dipl. inž. el., Elektroprenos BiH a.d., OP Banja Luka

**Dr Jovan Mikulović**, vanr. prof., Elektrotehnički fakultet Beograd

**Dr Zoran Lazarević**, red. prof., Elektrotehnički fakultet Beograd

**Miroslav Tuvić**, dipl. inž. el., ELNOS BL Banja Luka

## Sadržaj

U radu je opisan fizički proces parcijalnih pražnjenja i izvršena je simulacija parcijalnih pražnjenja u izolaciji energetskog kablovskog voda, uz primjenu programa MATLAB. Rezultati simulacije pokazuju da se parcijalna pražnjenja mogu detektovati snimanjem struja mjernih kondenzatora. Sa aspekta eventualne primjene rezultata simulacije u praktičnim ispitivanjima, zaključuje se da isti mogu biti značajna podrška u određivanju tačke kablovskog voda za koju se pretpostavlja da sadrži izvor parcijalnih pražnjenja.

**Ključne riječi:** parcijalna pražnjenja, simulacija, VN kablovski vod, MATLAB/SIMULINK.

## I. UVOD

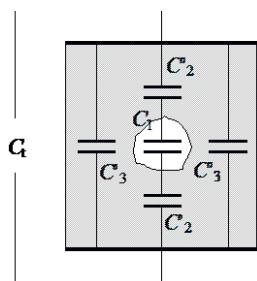
Parcijalna pražnjenja predstavljaju poseban vid električnih pražnjenja, koja djelimično premoštavaju međuelektrodno rastojanje ili izolaciju među provodnicima. Svojim djelovanjem parcijalna pražnjenja razaraju strukturu električne izolacije i zbog tog razloga se svrstavaju u red negativnih pojava u oblasti elektroenergetike. Električna izolacija, u kojoj su tokom dužeg vremena zastupljena intenzivna parcijalna pražnjenja, ubrzano stari u poređenju sa izolacijom, u kojoj parcijalna pražnjenja ne postoje ili su izražena u manjoj mjeri. Praktična ispitivanja su pokazala da je starenje ili oštećenje izolacije povezano sa porastom intenziteta parcijalnih pražnjenja. Ovu vezu treba posmatrati u kontekstu činjenice da se, takođe, u slučaju starije ili oštećene izolacije, povećava vjerovatnoća pojave potpunog proboja izolacije i havarije u postrojenju. Uzimajući u obzir moguće razmjere negativnih posljedica, koje iniciraju parcijalna pražnjenja, zaključeno je da izučavanju ovog fenomena u oblasti elektroenergetike treba posvetiti posebnu pažnju. U tu svrhu inženjerska praksa je razvila čitav niz ispitnih metoda, koje imaju za cilj pravovremeno otkrivanje i određivanje parcijalnih pražnjenja, kako kvalitativno tako i kvantitativno. U okviru rada je prikazan postupak simulacije parcijalnih pražnjenja na modelu energetskog kablovskog voda uz podršku programa MATLAB/SIMULINK. Smisao simulacije procesa parcijalnih pražnjenja na softverskom modelu je utemeljan na pretpostavci da je na bazi rezultata, koji su dobijeni za pretpostavljene početne uslove, moguće predvidjeti scenario odvijanja procesa parcijalnih pražnjenja, zatim isti prepoznati prilikom pojave u praksi i na kraju locirati tačku sa izvorom.

## II. FIZIČKI PROCES PARCIJALNIH PRAŽNJENJA

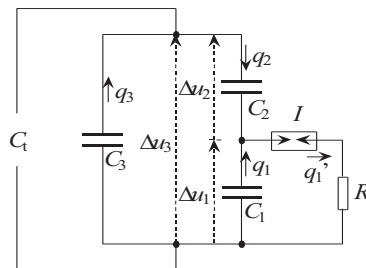
Fizički proces, pri pojavi parcijalnih pražnjenja, najlakše je analizirati na primjeru izolacije kondenzatora sa pločastim elektrodama, koja je prikazana na sl. 1. Pretpostavka je da u unutrašnjosti izolacije postoji deformacija u obliku šupljine ispunjene gasom. Prema pretpostavci, kondenzatorima  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  i  $C_t$  su, na sl. 1, ekvivalentirani određeni dijelovi izolacije:

- $C_1$  – kapacitivnost šupljine (deformacije),
- $C_2$  – kapacitivnost dijela između šupljine i elektroda,
- $C_3$  – kapacitivnost dijela u kome nije izražen uticaj šupljine
- $C_t$  – ukupna kapacitivnost ispitivanog objekta.





Slika 1. Izolacija kondenzatora sa parcijalnim pražnjenjem



Slika 2. Ekvivalentno kolo kondenzatora sa parcijalnim pražnjenjem

Na sl. 2. je prikazano ekvivalentno kolo za proces parcijalnih pražnjenja, izrađeno u skladu sa podjelom izolacije na sl. 1. Kapacitivnosti, u ekvivalentnom kolu sa sl. 2, jesu  $C_2 = C_2'/2$  i  $C_3 = 2C_3'$ . Početak parcijalnih pražnjenja u šupljini, odnosno na kondenzatoru kapacitivnosti  $C_1$ , simulira se preskokom na iskrištu označenom sa  $I$ . Do preskoka na iskrištu  $I$  dolazi kada napon između krajeva kondenzatora kapacitivnosti  $C_1$  dostigne napon proboja šupljine. Preskokom na iskrištu  $I$  započinje pražnjenje količine elektriciteta  $q_1'$ , preko otpornika  $R_t$ , sa kondenzatora kapacitivnosti  $C_1$ ,  $C_2$  i  $C_3$ . Za ekvivalentno kolo, prikazano na sl. 2, shodno pretpostavljenom odnosu između kapacitivnosti,  $C_t \approx C_3 \gg C_1 \gg C_2$ , važi formula u nastavku:

$$q_2 = q_3 = \frac{C_2}{C_1} q_1 \quad (1)$$

Kao što je ranije navedeno, sa  $C_t$  je označena ukupna kapacitivnost ispitivanog objekta. Vrijednosti veličina koje figurišu u formuli (1) nije moguće direktno mjeriti, te se u skladu s tom činjenicom, u praksi, efekti parcijalnih pražnjenja vrednuju putem prividne količine elektriciteta  $q$ . U standardu [2], prividna količina elektriciteta je definisana kao količina elektriciteta koja bi, primijenjena između priključnih krajeva ispitivanog objekta, izazvala naglu promjenu napona među njima, označenu sa  $\Delta u_t$ , u istom iznosu kao i odgovarajuće parcijalno pražnjenje:

$$q = C_t \Delta u_t \quad (2)$$

Analizom električnog kola datog na sl. 2. može se zaključiti da kondenzator  $C_3$  ( $C_3 \approx C_t$ ), tokom procesa parcijalnih pražnjenja, oslobađa količinu elektriciteta u iznosu  $q_3$  ( $q \approx q_3 = q_2$ ). U svrhu mjerenja parcijalnih pražnjenja u praksi se električno kolo sa sl. 2. proširuje ugradnjom kondenzatora  $C_k$ , paralelno objektu ispitivanja ili kondenzatoru  $C_t$ . Na primjer, na sl. 3. su prikazani kondenzatori  $C_k$ , spojeni na priključne krajeve odnosno paralelno ispitivanom objektu, dok je ukupna kapacitivnost ispitivanog objekta  $C_t$  ekvivalentirana sa više  $\pi$  sekcija, kako će detaljno biti objašnjeno u nastavku. Zbog specifične uloge koju obavlja, kondenzator  $C_k$  se najčešće naziva mjernim ili sprežnim kondenzatorom i za njegovu kapacitivnost se može pisati naredna nejednakost  $C_k \gg C_t$ . Tokom trajanja parcijalnih pražnjenja, kondenzator  $C_k$  oslobađa tzv. mjerljivu količinu elektriciteta  $q_m$ , čiji je odnos prema prividnoj količini elektriciteta  $q$  definisan formulama (3) i (4), datim u nastavku:

$$\frac{q_m}{q} = \frac{C_k}{C_k + C_t} \quad (3)$$

$$\lim_{C_k \rightarrow \infty} \frac{q_m}{q} = 1 \quad (4)$$

Na osnovu formula (3) i (4) zaključuje se da, tokom trajanja procesa parcijalnih pražnjenja, među količinama elektricite  $q$ ,  $q_m$  i  $q_2$  postoji odnos definisan formulom u nastavku:

$$q \approx q_m \approx q_2 = \frac{C_2}{C_1} q_1 \quad (5)$$

Formula (5), kako će se vidjeti u nastavku, ima veliki značaj sa stanovišta izrade softverskog modela parcijalnih pražnjenja. Naime, modelovanje parcijalnih pražnjenja u izolaciji objekta realizuje se na tzv. mikronivou i makronivou. Shodno sl. 2, mikromodelom su obuhvaćeni kondenzatori  $C_1$ ,  $C_2$  i otpornik  $R_1$  ili dio izolacije uz izvor parcijalnih pražnjenja. Makromodel sadrži kondenzatore  $C_3$  i  $C_k$  ili dio izolacije van zone direktnog uticaja izvora pražnjenja. Na osnovu formule (5), zaključuje se da kondenzatori  $C_3$  i  $C_k$  praktično ne utiču na iznos količine elektricite  $q_2$ . Razlog za to je izrazito mala vrijednost kapacitivnosti kondenzatora  $C_2$ , koji, redno vezan između kondenzatora  $C_1$  i  $C_k$  ( $C_3$ ), jasno ocrta granicu između mikronivoua i makronivoua modelovanja. Uvažavajući prethodnu analizu, konstatuje se da parcijalna pražnjenja na mikronivouu mogu biti modelovana pomoću idealnog strujnog generatora, kao na sl. 3.

### III. MODEL PARCIJALNIH PRAŽNJENJA

Model parcijalnih pražnjenja u izolaciji energetskog kabla, prikazan u nastavku, realizovan je na osnovu postojećih znanja o fizičkom procesu, uz upotrebu elemenata elektroenergetike i savremenih informacionih tehnologija. Model u programu MATLAB/SIMULINK, odnosno ekvivalentno električno kolo energetskog kablovskog voda, sa parcijalnim pražnjenjima u izolaciji, dat je na sl. 3. Zbog ograničenosti prostora na sl. 3. nije prikazano ekvivalentno električno kolo u cjelini, već je dat principijelan prikaz. Smatra se da je način prikaza modela na sl. 3. sasvim dovoljan, te da se uprošćenja neće negativno odraziti na razumijevanje principa modelovanja i tumačenje rezultata simulacije. Važno je napomenuti da paralelne kapacitivnosti označene sa  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , ...,  $C_n$ , u  $\pi$  sekcijama u ekvivalentnom kolu, na sl. 3, ne treba miješati sa kapacitivnostima kondenzatora  $C_1$ ,  $C_2$  i  $C_3$  u ekvivalentnim kolima na sl. 1. i sl. 2. Uzimajući u obzir zahtjeve standarda [1], koji se odnose na problem superpozicije putujućih talasa u kablovskim vodovima velike dužine, tokom izrade predmetnog modela odabrana je dužina kablovskog voda u iznosu 100 m. Posljedice primjene odredbi standarda [1], pri izboru dužine kablovskog voda koji se modeluje, imaju istovremeno i negativnu i pozitivnu dimenziju. Negativnom dimenzijom se može smatrati ograničenje primjene rezultata simulacije na kablovske vodove dužine isključivo do 100 m, dok pozitivnu predstavlja mogućnost da efekti, nastali usljed superpozicije putujućih talasa, budu zanemareni tokom izrade modela. U fazi izrade modela kabla, posebna pažnja je usmjerena na njegova tri konstruktivna elementa, i to provodnik, izolacionu oblogu i metalni omotač. Naime, kratkotrajna struja, koja se tokom trajanja procesa generiše u izvoru parcijalnih pražnjenja, uspostavljena je konturom, koju čine izolacija, provodnik, metalni omotač i mjerni kondenzator. U kolu datom na sl. 3, predmetni kablovski vod je, uz puno uvažavanje prelaznog procesa pri pojavi parcijalnih pražnjenja, modelovan pomoću ekvivalentnih električnih parametara: kapacitivnosti, aktivne otpornosti i induktivnosti. Parametri energetskog kablovskog voda su izabrani shodno vrijednostima koje u katalogima navode proizvođači kablova. Uvažavajući činjenicu da kontura struje parcijalnih pražnjenja sadrži provodnik i metalni omotač kablovskog voda, isto kao i nulta komponenta trofazne struje, u softverskom modelu sa sl. 3. figurišu parametri nulte impedanse kablovskog voda. Usvojene vrijednosti podužnih parametara modelovanog kablovskog voda su date u nastavku: aktivna otpornost  $0,178 \Omega/\text{km}$ , kapacitivnost  $0,2 \mu\text{F}/\text{km}$  i induktivnost  $0,363 \text{mH}/\text{km}$ . Vrijednosti parametara približno odgovaraju kablovskim vodovima sa izolacijom od umreženog polietilena i nazivnim naponom 110 kV. Kablovski vod je u modelu, uvažavajući zahtijevanu preciznost lociranja izvora parcijalnih pražnjenja, izdijeljen na deset identičnih segmenata. U svakom od njih pripadajuće kapacitivnosti, induktivnosti i aktivne otpornosti su spojene u ekvivalentnu  $\pi$ -šemu. Simulacija procesa parcijalnih pražnjenja vrši se injektiranjem pobudne količine elektricite  $q_p$  iz strujnog generatora, kojim je modelovan izvor parcijalnih pražnjenja, u određene tačke kablovskog voda. Simulacija procesa započinje na priključnom kraju kablovskog voda označenom sa  $a$ . Tačka injektiranja strujnog generatora se potom pomjera duž kablovskog voda, prema priključnom kraju  $b$ , uvećavajući svaki put rastojanje od tačke  $a$  za po 10% ukupne dužine voda. Simulacija procesa parcijalnih

pražnjenja se okončava na priključnom kraju kablovskog voda b. Shodno modelu prikazanom na sl. 3, u toku simulacije parcijalnih pražnjenja predviđeno je snimanje vremenskih zavisnosti i mjerenje trenutnih vrijednosti napona, struja i akumulisanih količina elektriciteta. Negativni iznosi količina elektriciteta snimljeni na mjernim kondenzatorima simbolično pokazuju da se, u procesu parcijalnih pražnjenja, iz izolacije ispitivanog objekta, oslobađa količina elektriciteta. U praksi je uobičajeno da se ispitivanje parcijalnih pražnjenja izvodi uz upotrebu jednog mjernog kondenzatora. Standard [2], u dijelu koji se odnosi na utvrđivanje lokacije izvora u kablovskim vodovima ili namotajima, preporučuje istovremeno mjerenja parcijalnih pražnjenja na više priključnih krajeva. U skladu sa datom odredbom standarda [2] i pretpostavkom koja se odnosi na praktičnu primjenu rezultata simulacije, u softverski model sa sl. 3. su instalisana dva mjerna kondenzatora, označena sa  $C_{ka}$  i  $C_{kb}$ . Količine elektriciteta  $q_{ka}$  i  $q_{kb}$ , koje tokom simulacije akumuliraju mjerni kondenzatori, odgovaraju mjerljivim količinama elektriciteta u praktičnim ispitivanjima. Kada mjerni kondenzatori imaju znatno veće iznose kapacitivnosti u odnosu na ispitivani objekat, vrijednosti mjerljive i prividne količine elektriciteta su približno jednake. Prividnu količinu elektriciteta standard [2] deklariše kao osnovnu veličinu za vrednovanje efekata parcijalnih pražnjenja. Prema standardu [2], prividna količina elektriciteta, u slučaju nagle primjene između priključaka ispitivanog objekta, uzrokuje trenutnu promjenu napona na priključcima u istom iznosu kao i parcijalno pražnjenje. U slučaju modela sa sl. 3, pojedinačne kapacitivnosti mjernih kondenzatora  $C_{ka}$  i  $C_{kb}$  iznose 0,2  $\mu$ F. U nastavku analize ekvivalentnog kola sa sl. 3, pažnja će biti usmjerena na modelovanje izvora parcijalnih pražnjenja. Na početku treba podsjetiti da se ispitivanje parcijalnih pražnjenja u praksi, shodno standardu [2], sastoji od tri koraka. Prvi korak obuhvata baždarenja mjerno-ispitnog kola, drugi mjerenje parcijalnih pražnjenja i treći tumačenje rezultata ispitivanja. Analiza prelaznog procesa u ekvivalentnom električnom kolu je pokazala da na generisanje struje u izvoru parcijalnih pražnjenja parametri ispitivanog objekta i kapacitivnost mjernih kondenzatora nemaju uticaj. Analiza, takođe, pokazuje da je struja generisana u izvoru parcijalnih pražnjenja kratkotrajna, te da ima eksponencijalno opadajući karakter. Poređenjem simulacije parcijalnih pražnjenja na softverskom modelu i postupka baždarenja mjernog kola sa ispitivanim objektom u nepobuđenom stanju, uočava se sličnost. Standardom [2] je predviđeno da struja, koju u praksi emituje tzv. baždarni generator, preko priključnih krajeva u ispitivani objekat unosi poznatu količinu elektriciteta. Vrijeme porasta struje mora biti kraće od 0,1  $\mu$ s, dok preporučeno vrijeme opadanja iznosi od stotinu do nekoliko hiljada mikrosekundi. U skladu sa zaključcima analize prelaznog procesa i postupka baždarenja mjerno-ispitnog kola, izvor parcijalnih pražnjenja, u modelu prikazanom na sl. 3, sasvim je opravdano predstavljen idealnim generatorom, sa eksponencijalno zavisnom strujom:

$$i_p(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (6)$$

Amplitudna vrijednost pobudne struje  $I_0$  i vremenska konstanta opadanja struje  $\tau$  su odabrane tako da idealni izvor, svojim djelovanjem u fazi simulacije procesa, omogući akumulisanje ili oslobađanje, u zavisnosti od upotrijebljenog smjera, količine elektriciteta  $q_p$  iz izolacije ispitivanog objekta. Između amplitudne struje idealnog izvora  $I_0$ , vremenske konstante  $\tau$  i pobudne količine elektriciteta  $q_p$  postoji naredni odnos:

$$q_p = \int_0^{\infty} i_p(t) dt = \int_0^{\infty} I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} dt = I_0 \tau \quad (7)$$

Eksponencijalno opadajuća struja pobudnog generatora, definisana foremu amplitudni spektar  $I(\omega)$ , na opsegu kružnih frekvencija  $\omega \in (-\infty, +\infty)$ , ima sljedeći oblik:

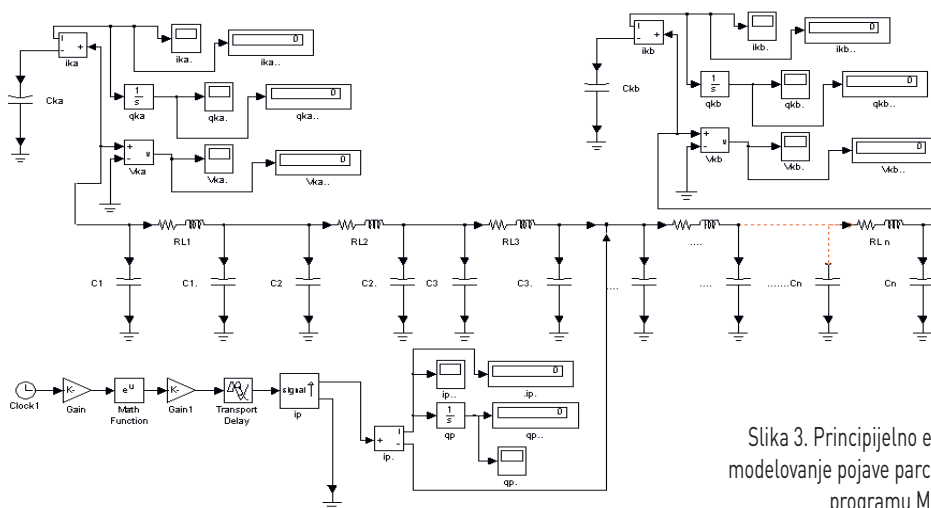
$$I(\omega) = \frac{q_p}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}} \quad (8)$$



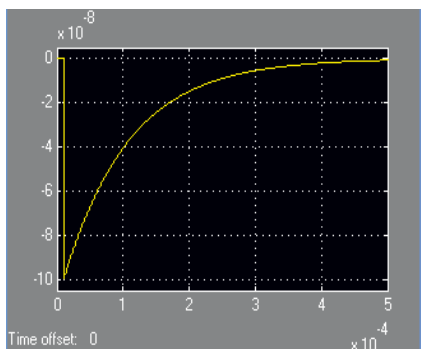
Za odabrane vrijednosti pobudne količine elektriciteta  $q_p$  i vremenske konstante opadanja  $\tau$  karakteristična su dva slučaja. U prvom slučaju, za harmonijske struje relativno visoke vrijednosti frekvencije, uvažavajući nejednakost  $(\omega\tau)^2 \gg 1$ , amplitudni spektar se mijenja obrnuto proporcionalno promjeni kružne frekvencije. U drugom slučaju, za harmonijske struje relativno niske vrijednosti frekvencije, uvažavajući nejednakost  $(\omega\tau)^2 \ll 1$ , amplitudni spektar ne zavisi od kružne frekvencije. Posmatrano iz tačke injektiranja pobudnog generatora, harmonijske struje visoke frekvencije „vide“ u paralelnoj kapacitivnosti malu, a u rednoj induktivnosti veliku otpornost, dok obratno vrijedi za struje niske frekvencije. Navedeni razlozi bitno utiču na raspodjelu pobudne struje generatora  $i_p(t)$  duž modelovanog kablovskog voda, odnosno vremenske zavisnosti struja  $i_{ka}(t)$  i  $i_{kb}(t)$ , koje se uspostavljaju i snimaju u mjernim kondenzatorima. Zaključci proistekli iz baždarenja mjerno-ispitnog kola primjenjuju se tokom lociranja izvora parcijalnih pražnjenja. Lociranje izvora parcijalnih pražnjenja je predviđeno u trećem koraku i smatra se nezaobilaznim dijelom tumačenja rezultata ispitivanja. Izvođenje lociranja se vrši analogno metodi „poređenja slika“, koja je detaljno obrazložena u standardu [5]. Na bazi vrijednosti prividnih količina elektriciteta za kablovske vodove i kablovski pribor, koje su dozvoljene preporukom [6], usvojena vrijednost pobudne količine elektriciteta  $q_p$  u kolu sa sl. 1. iznosi 10 pC. Dalje, uvažavajući odredbe standarda [2], usvojena je nominalna vrijednost vremenske konstante opadanja struje pobudnog generatora u iznosu 100  $\mu$ s. Napominje se da je u cilju poređenja promjena vrijednosti veličina, kao i procjene mogućnosti i ograničenja, simulacija parcijalnih pražnjenja izvođena za više vremenskih konstanti iz opsega od 1 ns do 1 ms. U dosadašnjem izlaganju, pažnja je posvećena obrazloženju osnovnih principa koji su korišćeni tokom izrade modela kablovskog voda sa parcijalnim pražnjenjima u izolaciji. Treba posebno naglasiti da je modelovanje procesa u potpunosti usaglašeno sa naučnim saznanjima u oblasti parcijalnih pražnjenja, kao i standardima i preporukama koje prate ovu oblast elektroenergetike. U dijelu koji slijedi biće prezentovani rezultati simulacije parcijalnih pražnjenja na modelu kablovskog voda, sa posebnim osvrtom na pretpostavke o mogućnosti korišćenja dobijenih rezultata u praktičnim ispitivanjima. Takođe, posebna pažnja će biti posvećena i ograničenjima u praktičnoj primjeni rezultata simulacije.

#### IV. SIMULACIJA PARCIJALNIH PRAŽNjenja NA MODELU

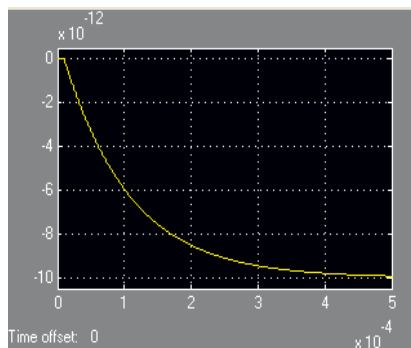
Kao što je već navedeno, u ovom dijelu rada će biti analizirani rezultati dobijeni simulacijom procesa parcijalnih pražnjenja na softverskom modelu kablovskog voda primjenom programa MATLAB/SIMULINK. Analiza dobijenih rezultata predstavlja važan segment modelovanja, jer zaključci koji iz nje proizlaze direktno utiču na značaj i poziciju modelovanja u okviru ispitivanja parcijalnih pražnjenja. Na početku analize su navedene osnovne pretpostavke koje su vezane za početak i kraj simulacije. Prvo, postupak simulacije se započinje uz pretpostavku da je akumulirana količina elektriciteta, u mjernim kondenzatorima i kapacitivnostima kablovskog voda u trenutku neposredno prije uključenja strujnog generatora, kojim je modelovan izvor parcijalnih pražnjenja, jednaka nuli. Drugo, padovi napona na aktivnim otpornostima i induktivnostima kablovskog voda, mjereni u trenutku zaustavljanja simulacije ili, simbolično posmatrano, gašenja prelaznog procesa usljed parcijalnih pražnjenja, treba da imaju vrijednost približno jednaku nuli.



Slika 3. Principijelno električno kolo za modelovanje pojave parcijalnih pražnjenja u programu MATLAB

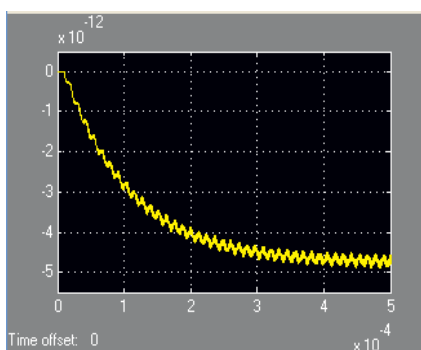


Slika 4. Vremenske zavisnosti struje pobudnog generatora  $i_p$

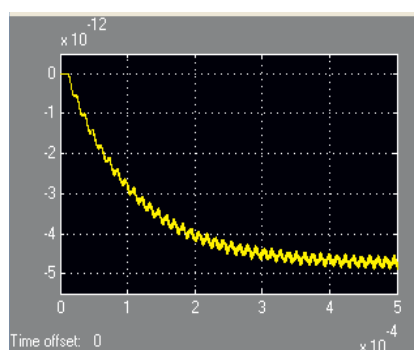


Slika 5. Vremenska zavisnost pobudne količine elektriciteta  $q_p$

Teoretski posmatrano, potpuno gašenje prelaznog procesa usljed parcijalnih pražnjenja i stacionarno stanje u električnom kolu sa sl. 3. nastupaju u beskonačnosti, kada struja parcijalnih pražnjenja ima konstantnu vrijednost jednaku nuli. Ako se gubici energije u aktivnim otpornostima kablovskog voda, nastali tokom prelaznog procesa, zanemare, pobudna količina elektriciteta, koju je injektirao strujni generator  $q_p$  biće raspodijeljena jednim dijelom u mjernim kondenzatorima, a drugim dijelom u kapacitivnostima kablovskog voda. Na sl. 4. i sl. 5. prikazane su vremenske zavisnosti pobudne struje  $i_p(t)$  i količine elektriciteta  $q_p(t)$ , respektivno. U skladu sa ranije navedenom pretpostavkom, veličine pobudnog generatora su eksponencijalne funkcije vremena, sa vremenskom konstantom u iznosu  $100 \mu s$ . Neposredno nakon početka prelaznog procesa, pobudna struja ima negativnu amplitudnu vrijednost u iznosu  $-0,1 \mu A$ . Pobudna količina elektriciteta eksponencijalno raste u negativnom smislu i asimptotski se, u stacionarnom stanju ili u trenutku prekida simulacije, približava amplitudnom iznosu od  $-10 pC$ . Jednostavan proračun pokazuje da su u stacionarnom stanju količine elektriciteta, koje se akumuliraju u mjernim kondenzatorima kao posljedica djelovanja pobudnog strujnog generatora prethodno navedenih karakteristika, međusobno jednake i iznose približno  $-4,762 pC$ . Vrijednosti količina elektriciteta mjernih kondenzatora u stacionarnom stanju ne zavise od pozicije tačke kablovskog voda, u koju generator injektira pobudnu struju  $i_p(t)$ , odnosno količinu elektriciteta  $q_p(t)$ . Razlog zbog koga količine elektriciteta, akumulirane na mjernim kondenzatorima u postupku simulacije parcijalnih pražnjenja imaju negativnu vrijednost ranije je objašnjen. Na sl. 6. i sl. 7. prikazane su vremenske zavisnosti količina elektriciteta u mjernim kondenzatorima  $q_{ka}(t)$  i  $q_{kb}(t)$ , u slučaju injektiranja pobude  $q_p$  u priključni kraj a (0% dužine voda).



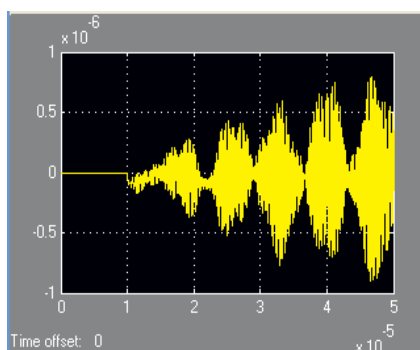
Slika 6. Vremenska zavisnost količine elektriciteta  $q_{ka}$  (0% dužine voda)



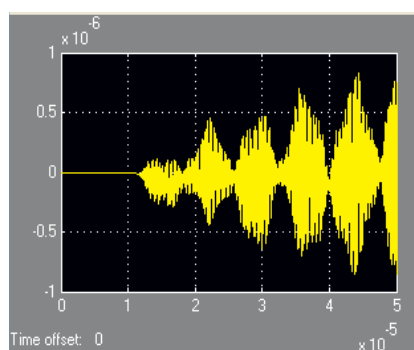
Slika 7. Vremenska zavisnost količine elektriciteta  $q_{kb}$  (0% dužine voda)

Poređenjem dijagrama na sl. 5, sl. 6. i sl. 7. uočava se da među vremenskim zavisnostima  $q_{ka}(t)$ ,  $q_{kb}(t)$  i  $q_p(t)$  u osnovi postoji sličnost. Naime, svaka od tri navedene vremenske zavisnosti ima eksponencijalan karakter i isti iznos vremenske konstante  $\tau$ . Takođe, među dijagramima se uočava i razlika, izražena kroz pojavu deformacije u obliku „testere“ duž eksponencijalnih krivih  $q_{ka}(t)$  i  $q_{kb}(t)$ . Deformacija se javlja kao posljedica

prelaznog procesa u električnom kolu tokom simulacije i, shodno razlozima koji su navedeni u nastavku, ona se zanemaruje. Naime, iz dijagrama je uočljivo da je opseg deformacije znatno manji od vrijednosti 1pC, koju je standard [2], u dijelu koji se odnosi na problem smetnji, naveo kao najmanju vrijednost mjerljive količine elektriciteta u praksi. Simulacija procesa parcijalnih pražnjenja na softverskom modelu sa sl. 3. traje 10 ms, što predstavlja znatno veći iznos u poređenju sa vremenskom konstantom. Na sl. 4, sl. 5, sl. 6. i sl. 7. prikazane su vremenske promjene pobudne struje  $i_p(t)$  i količina elektriciteta, pobudne  $q_p(t)$ , mjerljive  $q_{ka}(t)$ , i  $q_{kb}(t)$ , u prvih 0,5ms simulacije. Vrijednosti količina elektriciteta, koje su na kapacitivnostima izmjerene po zaustavljanju simulacije, jesu sljedeće:  $q_{ka} = -4,694$  pC,  $q_{kb} = -4,691$  pC i  $q_p = -10$  pC. Uočava se da količine elektriciteta na  $q_{ka}$  i  $q_{kb}$ , u trenutku zaustavljanja simulacije, nemaju jednaku vrijednost. Ova pojava se može pravdati sljedećim razlozima. Prvi, zaustavljanje simulacije i gašenje prelaznog procesa u kolu sa sl. 3. ne dešavaju se istovremeno, odnosno struje u kolu nisu konstantne i jednake nuli. Drugi, zbog nesimetrične pozicije tačke, u koju je priključen pobudni generator, u odnosu na priključne krajeve kablovskog voda, promjena napona i struje na mjernim kondenzatorima nije ista. Kao i u slučaju proračuna, i ovdje se može reći da su količine elektriciteta, akumulisane na mjernim kondenzatorima, jednake i nezavisne od tačke kablovskog voda u koju se injektira pobudna količina elektriciteta, samo u stacionarnom stanju, koje nastupa u beskonačnosti.



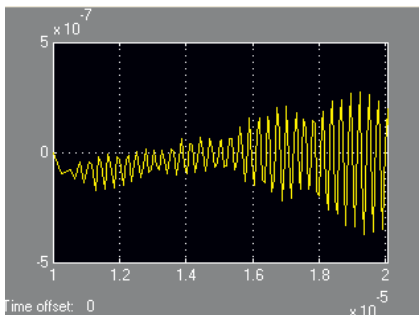
Slika 8. Vremenska zavisnost struje  $i_{ka}$  (0% dužine voda)



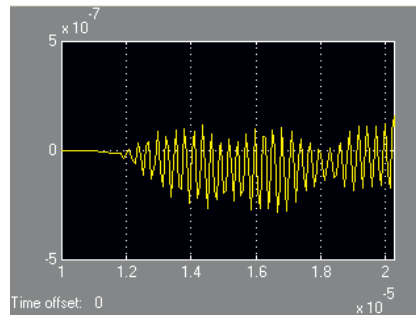
Slika 9. Vremenska zavisnost struje  $i_{kb}$  (0% dužine voda)

U praktičnim ispitivanjima, zakonitost raspodjele pobudne količine elektriciteta između kapacitivnosti kablovskog voda i mjernih kondenzatora može se odrediti u postupku baždarenja. U nastavku analize, polazeći od činjenice da su kapacitivnosti mjernih kondenzatora  $C_{ka}$  i  $C_{kb}$  međusobno jednake i znatno većeg iznosa u odnosu na ukupnu kapacitivnost modelovanog kablovskog voda, smatra se da u stacionarnom stanju približno vrijedi jednakost:  $q_{ka} = q_{kb} = q_p/2$ . Na sl. 8. i sl. 9. prikazane su vremenske zavisnosti struja mjernih kondenzatora  $i_{ka}(t)$ , i  $i_{kb}(t)$ , snimljene u prvih 50  $\mu$ s nakon početka simulacije. Podsjećanja radi, pobudni strujni generator je tokom snimanja spojen na priključnom kraju kablovskog voda označenom sa a. Polazeći od činjenice da struje mjernih kondenzatora  $i_{ka}(t)$ , i  $i_{kb}(t)$  u stacionarnom stanju imaju vrijednost nula, logično je da poređenje dijagrama bude izvedeno na početku simulacije. Na osnovu dijagrama vremenskih zavisnosti struja, prikazanih na sl. 8. i sl. 9, konstatuje se da su struje neperiodične funkcije vremena. Dalje, u cilju što preciznije analize, na sl. 10. i sl. 11. prikazane su vremenske zavisnosti struja  $i_{ka}(t)$ , i  $i_{kb}(t)$ , ali na vremenskom intervalu (10,20)  $\mu$ s. Značaj ovih dijagrama dolazi do izražaja u nastavku, odnosno u fazi poređenja istih sa dijagramima koji su prikazani na sl. 12. i sl. 13. Naime, predmet dijagrama sa sl. 12. i sl. 13. su vremenske zavisnosti struja mjernih kondenzatora  $i_{ka}(t)$ , i  $i_{kb}(t)$ , takođe snimljene na vremenskom intervalu (10,20)  $\mu$ s, ali u slučaju priključenja pobudnog generatora u tačku koja je od priključnog kraja a udaljena 30% ukupne dužine modelovanog kablovskog voda. Na osnovu dijagrama sa sl. 10, sl. 11, sl. 12. i sl. 13. uočava se da su parovi vremenskih zavisnosti struja  $i_{ka}(t)$ , i  $i_{kb}(t)$  jedinstveni sa aspekta pozicije tačke u koju se injektira pobudna struja. Pretpostavka je da uočena jedinstvenost može biti važna podrška postupku tumačenja rezultata praktičnih ispitivanja, i to u dijelu koji se odnosi na lociranje izvora parcijalnih pražnjenja. Detalji vezani za način primjene rezultata simulacije u praksi biće precizirani u nastavku. Polazi se od pretpostavke da su u fazi ispitivanja parcijalnih pražnjenja na stvarnom objektu, u konkretnom slučaju – kablovskom vodu, snimljeni dijagrami vremenskih zavisnosti količina elektriciteta i struja koje se uspostavljaju u mjernim kondenzatorima.





Slika 10. Vremenska zavisnost struje  $i_{ka}$  (0% dužine voda)

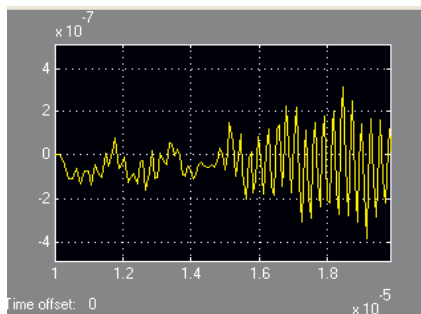


Slika 11. Vremenska zavisnost struje  $i_{kb}$  (0% dužine voda)

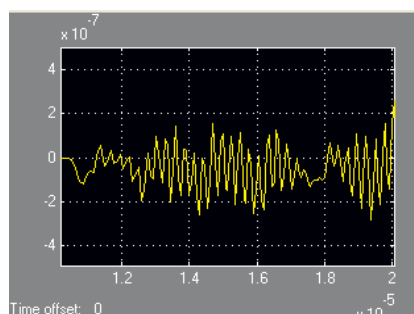
Dalje se pretpostavlja da su dijagrami vremenske promjene količina elektriciteta na mjernim kondenzatorima, snimljeni u praktičnim ispitivanjima, principijelno slični dijagramima koji su prikazani na sl. 6. i sl. 7. Na osnovu tih dijagrama, moguće je odrediti tzv. mjerljive količine elektriciteta oslobođene sa mjernih kondenzatora u stacionarnom stanju i vremensku konstantu eksponencijalnih funkcija  $q_{ka}(t)$ , i  $q_{kb}(t)$ . Polazeći od pretpostavki da kapacitivnost mjernih kondenzatora ima znatno veći iznos u odnosu na kapacitivnost ispitivanog kabla i da se gubici snage na aktivnim otpornostima kablovskog voda mogu zanemariti, za količinu elektriciteta oslobođenu iz ispitivanog objekta kroz izvor pražnjenja može se reći da je približno jednaka zbiru količina elektriciteta koje su u stacionarnom stanju oslobođene sa mjernih kondenzatora. U kontekstu modela parcijalnih pražnjenja, koji je prikazan na sl. 3, može se pisati sljedeća jednakost:

$$q_p = q_{ka} + q_{kb} \quad (9)$$

Očitavanjem iznosa vremenske konstante  $\tau$  sa snimljenih dijagrama i uvrštavanjem istog, zajedno sa prethodno određenim iznosom količine elektriciteta  $q_p$ , u formulu (7), određuje se amplitudna vrijednost eksponencijalne struje izvora parcijalnih pražnjenja  $I_o$ . Uvrštavanjem amplitudne vrijednosti struje  $I_o$  i vremenske konstante  $\tau$  u formulu (6) dobija se vremenska zavisnost struje koju generiše izvor tokom odvijanja procesa parcijalnih pražnjenja. Na osnovu prethodne analize proizlazi pretpostavka da je, na bazi rezultata praktičnih ispitivanja i simulacije procesa na softverskom modelu, moguće odrediti vremensku zavisnost koju generiše izvor parcijalnih pražnjenja, odnosno generator u modelu sa sl. 3.



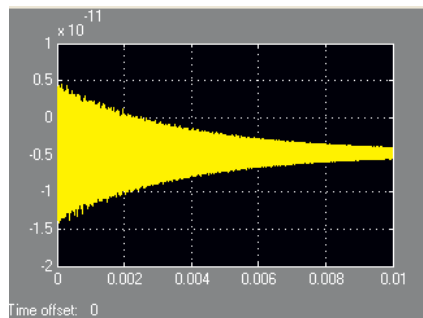
Slika 12. Vremenska zavisnost struje  $i_{ka}$  (30% dužine voda)



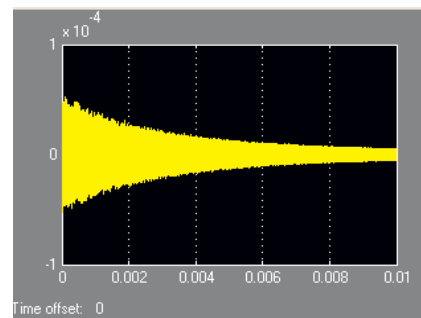
Slika 13. Vremenska zavisnost struje  $i_{kb}$  (30% dužine voda)

U nastavku će biti data važna napomena koja se odnosi na vezu između simulacije parcijalnih pražnjenja na softverskom modelu ispitivanog objekta i baždarenja mjerno-ispitnog kola, odnosno simulacije parcijalnih pražnjenja u realnim uslovima. Zbog ograničenja sa aspekta fizičkog pristupa, baždarenjem je moguće simulirati pojavu izvora parcijalnih pražnjenja isključivo u okolini priključnih krajeva kablovskog voda. Nasuprot tome, softverski model nema ograničenja u fizičkom pristupu i pruža mogućnost simulacije parcijalnih pražnjenja

u proizvoljnoj tački duž kablovskog voda. Na primjer, u dva slučaja, opisana dijagramima na sl. 10, sl. 11, sl. 12. i sl. 13, tačke injektiranja pobudne struje na modelu su međusobno udaljene 30% ukupne dužine predmetnog kablovskog voda. Rastojanje između tačaka injektiranja određuje se u skladu sa zahtijevanim nivoom preciznosti u postupku lociranja izvora parcijalnih pražnjenja. Može se konstatovati da simulacija parcijalnih pražnjenja, na softverskom modelu, predstavlja dopunu rezultata dobijenih tokom ispitivanja u postupku baždarenja. Dakle, nakon sistematizacije rezultata ispitivanja na objektu u praksi i rezultata simulacije procesa parcijalnih pražnjenja na softverskom modelu, stvaraju se uslovi za lociranje izvora primjenom metode „poređenja slika“ [5].



Slika 14. Vremenska zavisnost količine elektriciteta  $q_{ka}$



Slika 15. Vremenska zavisnost struje  $i_{ka}$

U okviru navedene metode je predviđeno da se paru vremenskih zavisnosti  $i_{ka}(t)$ ,  $i_{kb}(t)$ , koji je snimljen tokom realnih ispitivanja parcijalnih pražnjenja na pobuđenom objektu, pronađe podudaran par struja koji je snimljen u fazi simulacije na softverskom modelu ili baždarenja na mjerno-ispitnom kolu sa objektom ispitivanja u nepobuđenom stanju. Na primjer, provjerava se podudarnost para stvarnih struja parcijalnih pražnjenja, sa parovima struja na sl. 10. i sl. 11. ili sl. 12. i sl. 13, koje su snimljene pri simulaciji parcijalnih pražnjenja u tačkama udaljenim od tačke a za 0% ili 30% ukupne dužine kablovskog voda. Ako se pronađu podudarni parovi struja, onda se može tvrditi da su stvarni i „izvor“ pražnjenja iz softverskog modela blisko locirani. Uvažavajući činjenicu da se pozicija izvora u softverskom modelu poznaje, zaključuje se da je pozicija tačke sa stvarnim izvorom pražnjenja u izolaciji objekta ispitivanja takođe poznata. Sada je važno dati napomenu koja se odnosi na ograničenje upotrebe rezultata simulacije dobijenih na modelu sa sl. 3. Naime, na sl. 14. i sl. 15. prikazane su vremenske zavisnosti količine elektriciteta i struje mjernog kondenzatora, koje su snimljene u slučaju kada vremenska konstanta pobudnog generatora iznosi 100 ns. Simulacija izvedena za razne vrijednosti vremenske konstante pokazuje da prethodno data pretpostavka o praktičnoj upotrebi rezultata simulacije parcijalnih pražnjenja na modelu, za vremenske konstante pobudne eksponencijalne struje manje od 10  $\mu$ s, nije primjenjiva. Napominje se da je simulacija izvedena na cijeloj dužini voda i da su zbog ograničenosti prostora u ovom radu prikazani rezultati za dvije tačke, odnosno za 0% i 30% dužine kablovskog voda.

## V. ZAKLJUČAK

Ispitivanje parcijalnih pražnjenja predstavlja nezaobilazan segment savremenih metoda dijagnostike i prevencije kvarova u izolaciji energetskih kablova. Postupak ispitivanja parcijalnih pražnjenja karakterišu složenost u tehničkom i visoka cijena ekonomskom pogledu. Modelovanje parcijalnih pražnjenja na računaru izvodi se s ciljem dobijanja informacija o procesu, unaprijed i bez nepotrebnog rizika ili velikih troškova. U radu su prikazani rezultati simulacije parcijalnih pražnjenja na softverskom modelu visokonaponskog kablovskog voda uz primjenu programa MATLAB/SIMULINK. Na osnovu prikazanih rezultata, pretpostavlja se da simulacija procesa na modelu može biti upotrijebljena kao podrška praktičnim ispitivanjima, i to u svrhu prepoznavanja pojave i lociranja izvora parcijalnih pražnjenja. U fazi izrade predmetnog softverskog modela, korišćeni su standardi i preporuke kojima je definisana oblast ispitivanja i mjerenja parcijalnih pražnjenja u praksi. Napominje se da je sa aspekta praktične primjene dobijenih rezultata neophodno da, kroz izbor parametara, budu u što većoj mjeri uvažene specifičnosti ispitivanog objekta i procesa koji se simulira. Iz tog razloga, treba naglasiti da su u prikazanom radu korišćeni okvirni, odnosno uopšteni parametri, uz svjesno uvođenje određenih aproksimacija,

kao i da je akcenat stavljen na ideju primjene metode simulacije parcijalnih pražnjenja pomoću računara. U okviru narednih istraživanja, preporučuje se izvođenje niza praktičnih ispitivanja u cilju poređenja navedenih pretpostavki i stvarnih mogućnosti simulacije parcijalnih pražnjenja na softverskom modelu. Preporučuje se, takođe, izvođenje simulacije procesa parcijalnih pražnjenja uz snimanje struja mjernih kondenzatora u frekventnom domenu, kao i precizno određivanje parametara, sa uvažavanjem promjena, koje uzrokuju prelazni procesi u visokonaponskog kablovskom vodu.

## Literatura

- [1] Jugoslovenski standard JUS N.C0.042, Ispitivanje energetskih kablova, Mjerenje parcijalnih pražnjenja (1990)
- [2] Jugoslovenski standard JUS N.A5.530, Visokonaponska ispitivanja, Mjerenje parcijalnih pražnjenja (1990).
- [3] Miodrag V. Simović, Jovan Č. Mikulović, "Simulacija parcijalnih pražnjenja", Zbornik radova, Vol. 3, Ref. D-10, str. 205–209, Naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA, Jahorina, mart 2003.
- [4] Miodrag V. Simović, Zoran Lazarević, Miroslav Tuvic, „Modelovanje parcijalnih pražnjenja u izolaciji energetskog kablovskog voda“, Zbornik radova, Vol. 12, str. 197–202, XII međunarodni naučno-stručni simpozijum, INFOTEH-JAHORINA, Jahorina 2013.
- [5] CEI 60076-3 Transformateurs de puissance, Niveaux d'isolement essais diélectriques et distances d'isolement dans l'air Commission Électrotechnique Internationale (2000).
- [6] Tehnička preporuka br. 3, Osnovni tehnički zahtevi za izbor i montažu energetskih kablova i kablovskog pribora u elektrodistributivnim mrežama 1kV, 10kV, 20kV, 35kV i 110kV, JP EPS – Direkcija za distribuciju električne energije, Beograd, 2012.



# PRIMJER DOBRE PRAKSE – IZRADA ORMARA RAZVODA ISTOSMJERNOG I IZMJENIČNOG NAPONA

**Mr Dražan Krsmanović**, dipl. ing. el.,  
rukovodilac Službe za održavanje MRT i PN, TJ Višegrad, OP Sarajevo

S obzirom na izuzetnu važnost opreme za pomoćna napajanja (razvodi istosmjernog 220 VDC i izmjeničnog 3x380/220 VAC napona) za jednu transformatorsku stanicu, gdje se svi važniji potrošači:

- uređaji za zaštitu, upravljanje i signalizaciju;
- elektromotorni pogoni prekidača;
- isključni krugovi (špule, releji...);

kao i:

- sistemi za hlađenje energetskih transformatora (ventilatori i uljne pumpe);
- pogoni regulacionih preklopki;
- opšta potrošnja (grijanje, rasvjeta...);

napajaju sa razvoda istosmjernog ili izmjeničnog napona, pristupilo se analizi trenutnog stanja navedenih razvoda istosmjernog i izmjeničnog napona sa aspekta pouzdanosti i funkcionalnosti.

Naime, dio objekata u Terenskoj jedinici Višegrad, kao što su TS 400/x kV Višegrad i TS 110/x kV Goražde 1 su kroz određene projekte obuhvatili i zamjenu ormara istosmjernog i izmjeničnog razvoda napona. Međutim, u ostalim objektima TS 110/x kV Foča, TS 110/x kV Goražde 2, TS 110/x kV Rogatica i TS 110/x kV Sokolac, u kojima se uglavnom radilo o ormara starije izvedbe – tip ELPIM (starost i preko 35 godina), a uzimajući u obzir starost postojeće opreme i učestale pojave kvarova sa jedne strane i trenutne cijene na tržištu novih ormara istosmjernog i izmjeničnog razvoda napona sa druge strane, te u cilju što racionalnije potrošnje sredstava za potrebe održavanja i investicija, u Službi za održavanje MRT i PN pristupilo se izradi potrebne projektne dokumentacije i specifikacija koje su za cilj imale da potvrde opravdanost zamjene navedenih ormara.

Izrada projektne dokumentacije obuhvatila je izradu: montažnih nacrti, šema djelovanja i vezivanja (urađeno u AutoCAD-u), kao i specifikaciju potrebne opreme (ormari, automatski zaštitni prekidači, montažne ploče i lajsne, pokazni instrumenti, releji, pretvarači, redne stezaljke...), što je u potpunosti potvrdilo opravdanost navedene analize (ušteta i do 40% u odnosu na gotove ormare) i opredjeljenje da se pristupi izradi navedenih ormara angažovanjem vlastitih snaga, i to u radionici Službe za održavanje MRT i PN, naravno, uz redovno izvršavanje svih poslova na održavanju opreme iz domena rada službe:

- ispitivanje zaštita, signalizacije, blokada, upravljanja i SCADA-e;
- ispitivanje energetskih transformatora (mjerenje otpora izolacija, otpora namotaja, prenosnog odnosa i struja magnetiziranja);
- ispitivanje mjernih transformatora (mjerenje otpora izolacija, otpora namotaja i prenosnog odnosa);
- održavanje opreme za pomoćna napajanja (ispitivanje kapaciteta akumulatorskih baterija, redovno održavanje ispravljača i invertora);
- redovno periodično održavanje obračunskih mjernih mjesta (zamjena brojila zbog isteka baždarskog roka, kontrola mjernih mjesta...).

Sva oprema koja je korištena za potrebe izrade ormara istosmjernog i izmjeničnog razvoda napona je specifikovana tako da zadovoljava sve trenutno važeće standarde koji se primjenjuju u ovoj oblasti.

Navedeni ormari su izrađivani u fazama koje su obuhvatale sljedeće:

- projektovanje: montažne nacрте, šeme djelovanja i vezivanja;
- specifikaciju i nabavku potrebne opreme;
- radioničku izradu ormara;
- funkcionalno ispitivanje ormara prije ugradnje;
- ugradnju ormara u objektima.

Do sada su navedeni ormari (šest komada) koji su izrađeni u radionici Službe za održavanje MRT i PN ugrađeni u TS 110/x kV Foča, TS 110/x kV Goražde 2 i TS 110/x kV Rogatica, a u fazi izrade su trenutno ormari za potrebe zamjene u TS 110/x kV Sokolac.

Na narednim slikama su prikazane faze izrade ormara od montaže elemenata do faze ispitivanja i pripreme za ugradnju u jednu TS.



# TAP CHANGER CONDITION ASSESSMENT USING DYNAMIC RESISTANCE MEASUREMENT

**Goran Skelo**, dipl. ing. el., rukovodilac Službe za specijalna mjerenja, OP Sarajevo  
**Edis Osmanbašić**, dipl. ing. el., test inženjer, DV Power

*Stručni referat objavljen u sciencedirect ELSEVIER na kojem je koautor uposlenik Elektroprenosa BiH – OP Sarajevo. ELSEVIER je organizacija koja prikuplja stručne radove sa CIGRE, IEEE, itd., a koji konkretno doprinose analizama elektroenergetskog sistema.*

## Abstract

The DVtest method (Dynamic Resistance Measurement – DRM) is an off-line, non-destructive testing method based on a dc current being injected through a winding and a tap changer as it moves through all of its positions. The test current is recorded with high resolution. Also, an on-load tap changer (OLTC) motor current can be recorded simultaneously with the test current. A high sampling rate is very important due to fast transition processes (transition time of a resistor OLTC type is approximately 50 ms). The DRM method has been proven as a very effective method in the early detection of possible faults on on-load tap-changers (OLTCs). This test may be used to detect problems such as slow transition time, open circuits, problems with contacts, transition resistors, mechanism, motor control, and much more. This paper provides the description of the DVtest method for OLTC analysis. In addition, a few interesting cases about detected tap changer defects and diagnostic analysis are presented, as well.

© 2017 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

Peer-review under responsibility of the organizing committee of ICTRAM 2017.

**Keywords:** Tap changer, DRM, Transformer, OLTC, Transformer maintenance, OLTC failures

## 1. Introduction

The international statistical failure data analysis has been presented for a sample of 47000 transformer-years [1]. This analysis shows the tap changer failures represent more than 40% of all failures on power transformers. As outlined in the WECC meeting presentation [2], one in 20 tap changer failures lead to a transformer main tank failure. Major advantages of the DVtest method are the fast measurement procedure and reliable test results. The condition assessment of the OLTC transition contacts can be performed without opening transformer tank. The measurement is performed very quickly without a need to discharge energy accumulated in the transformer and then to recharge the test current when taps are changed. There is no a perfect test, and having more than one in the “tool box” is preferable when making a decision to take a transformer out of service for repair. The DRM graph pinpoints an exact location of defects indicated by a high level of gasses, or the Bucholtz operation causing tripping the transformer out of service. This approach saves time and money. The DVtest graph irregularities can indicate the OLTC problems such as contacts, mechanism, energy accumulator, and motor problems. All of them being dynamic problems, they are not visible with winding resistance tests.

Results from the current signatures are examined and compared against previous tests, similar units, or other phase test results. The analysis of DRM graph shape and its characteristic parts gives useful information about tap changer condition. There are different variations of OLTC models in the field.



The reliable, trustworthy OLTC analysis requires understanding principles of regulation and OLTC operation. Each type of a tap changer belongs to a group of units operating in the similar manner. As a new method, the test has been used in the past 15 years by utilities in Europe and over the last 5 years it has been accepted in the USA as applied to the reactor tap changers. The new three phase method allows performing all three phases DRM simultaneously, and verifying synchronization of YN connected multiple OLTCs in a transformer. This method, recording the test current - is the only one applicable to both resistor and reactor tap changer type. In addition, the tap changers incorporating a series transformer can be verified as well.

## 2. DVtest method

DVtest provides certain information about an OLTC condition without the OLTC removal from the main tank, which is an expensive and time consuming job. The measurement is performed very quickly without a need to discharge the transformer and then to recharge it again for all tap changes. A DC current is injected through a winding and the OLTC as it moves through all of its positions. A DC current is recorded with a high sampling rate. A high sampling rate is very important due to fast transition processes (transition time of a resistor OLTC type is approximately 50 ms). The minimum 10 kHz sampling rate (0.1 ms) is required for a quality OLTC analysis. When switching from one position to the next, the resistors are incorporated in the circuit to minimize arcing and to lower the circulating current during the short period when the portion of the winding between the taps is shorted. The current graph during the transition (between two tap positions) provides diagnostic information of the tap changer performance. Speed, transition time, ripple, and other important features may provide indication into possible defects of the tap changer. See the Figure 1.

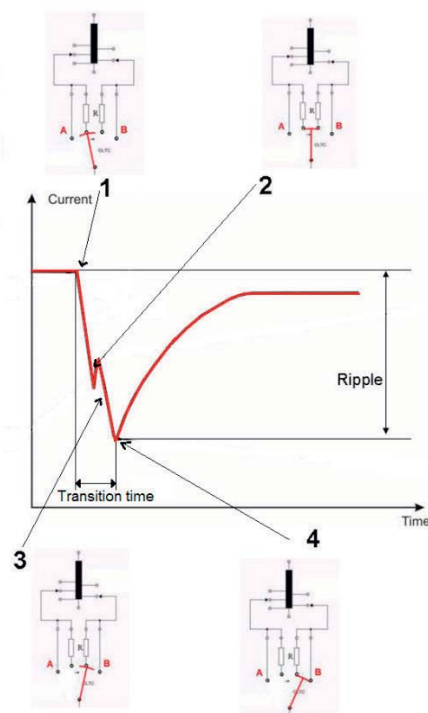


Figure 1. Resistor-type OLTC with Tap Selector and Diverter Switch, the DRM graph

### 3. DVtest parameters

The measurement should be done with a DC current exceeding the transformer knee point of the magnetization current, to keep the core saturated during a complete measurement in order to reduce the impedance as much as possible. The impedance causes a current change to be slow/inert during the measurement, and the high impedance makes the interpretation of the resulting curves difficult.

During field tests it was observed that DVtest results, in a situation of degraded contacts, are highly dependent on the test circuit and test parameters [3]. The important issue that should be considered when performing DVtest is the value of the test current, and procedure of short circuiting the transformer secondary side, as recommended by the working group on DRM [4].

A low value of the test current may indicate a false problem presented by interruption of the current due to a thin oil film on the contact surfaces. The higher value of the test current will break this film layer.

### 4. Short circuiting the secondary side

The secondary side short circuit provides important benefits when carrying out a DVtest where a tap changer is located on the primary side. When the secondary side is short circuited, the core inductance has no significant effect and the current is allowed to change relatively fast [5]. Having this short time constant, quick change in the contact resistance can be detected. Therefore, shorting the transformer secondary side during DVtest test provides more details on the test graph, such as short irregularities, contact bouncing, etc. Figures 2 and 3 show the example of graphs for open and shorted transformer secondary side. The DC current recovery after a transition (tap change), is much faster in case when the secondary side is shorted.

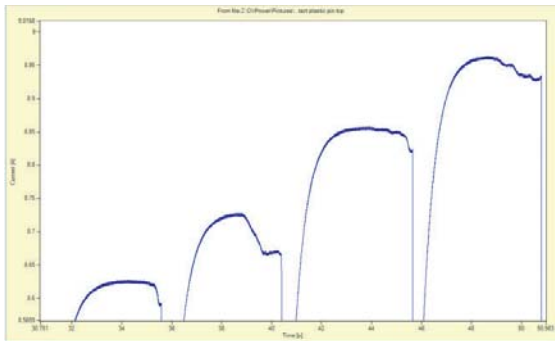


Figure 2. DVtest graph when the secondary side is open

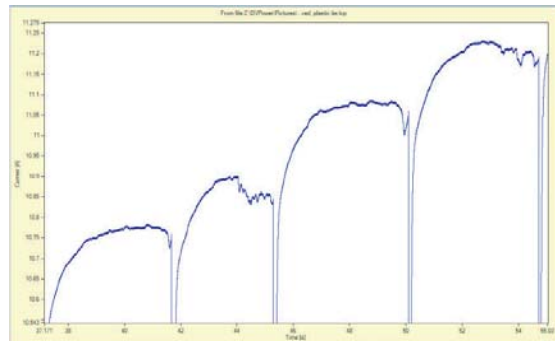


Figure 3. DVtest graph when the secondary side is shorted

Notice that ripple values (the current drop during the tap change, expressed in percent), are higher when the secondary is shorted, which is important for DVtest graph analysis.

It should also be noted that shorted transformer secondary side is recommended for this dynamic test; however, not for the static resistance test (measurement of winding resistance). If the transformer secondary side is shorted, the stabilization time of the static resistance measurement could be extremely long.

### 5. Interpreting DVtest graphs

There are different variations of OLTC models. To perform a reliable, trustworthy OLTC analysis requires understanding of principles of regulation and the OLTC operation. Each type of a tap changer belongs to a group of units operating in a similar manner. Every operating method provides a different graph and requires a distinct analysis technique. DVtest graph analysis consists of the following steps:

### 5.1. DVtest graph shape

The DVtest graph should have linear shape through all tap positions. The graph shape linearity is important in the upper graph envelope, as well as in the lower part (ripples envelope) as shown in the Figure 4. Any deviation in the graph shape indicates a potential problem. Abnormalities at all even (or odd) tap positions indicate a potential problem in the OLTC diverter switch.

The DC current wiggles in the static part of the DVtest graph can be caused by damaged OLTC fixed contacts (such as the selector contacts). The case studies described in the Section 7 illustrate the examples of the problems mentioned above.

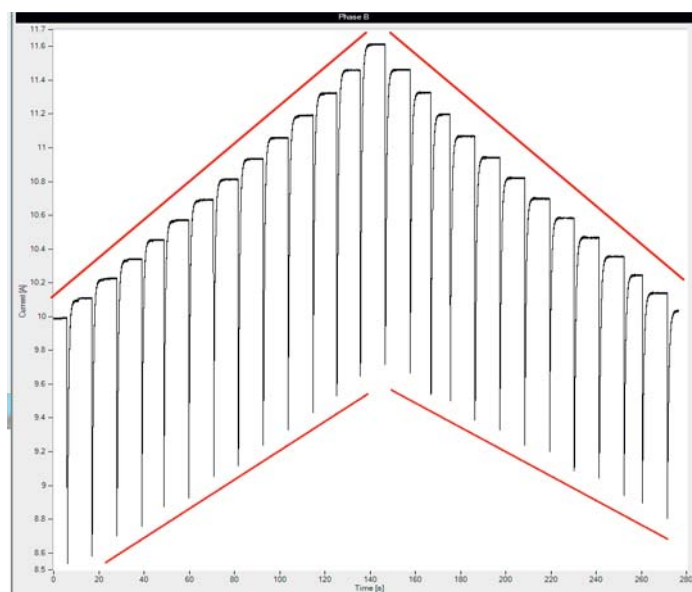


Figure 4. DVtest graph shape of a good OLTC

### 5.2. Transition graph shape

Transition portion of the graph is characteristic for the period when tap positions change, as illustrated in the Figure 1. During this period, the transition resistors are a part of the test circuit. In a normal transformer operation, the heating is significant due to a higher circulating current value. Thus, the transition time should be very short. It depends on the OLTC model, and for the resistor types it is in the range of 40-60 ms. If the transition time significantly deviates from the expected value, the OLTC manufacturer should be consulted.

The other parameter is ripple. It is expressed in percents, and should be similar for all transitions. Any value close to 100% indicates opening of the circuit. This is not acceptable for an OLTC as it operates while the transformer carries a full load.

Designs of OLTC with one or 4 resistors, as opposed to two resistors shown in figure 1, will provide different shape of the transition graph. Knowledge of the internal design such as: number of resistors, operation using vacuum interrupters, arcing tap switch or a diverter switch are a must for proper analysis.

### 5.3. OLTC synchronization

The DC current is injected into all three phases simultaneously and the graph for all three phases is recorded. In case delta winding connection, synchronization can be checked between any two phases. Proper coordination of multiple tap changers, operated by the same motor and mechanism should result in a synchronization graph where ripples for all three phases coincide. If one of the phases is faster or slower than the others, investigation should be performed to find the reason for such discrepancy. Although it is



impossible to have all three operate at the same exact point in time – some difference is always present – a trend pointing to increased differences with time, may be indicative of a mechanical issues, gaps and tolerances in the mechanism and the gear.

#### 5.4. The OLTC motor current

The tap changer motor current recording is additional information about OLTC operation. The current probe should be connected to one phase of the motor supply as shown in the Figure 5.

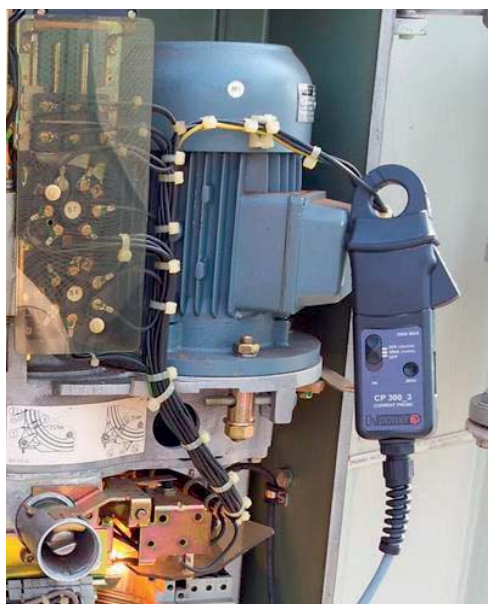


Figure 5. Example of Current-clamp connection to OLTC motor

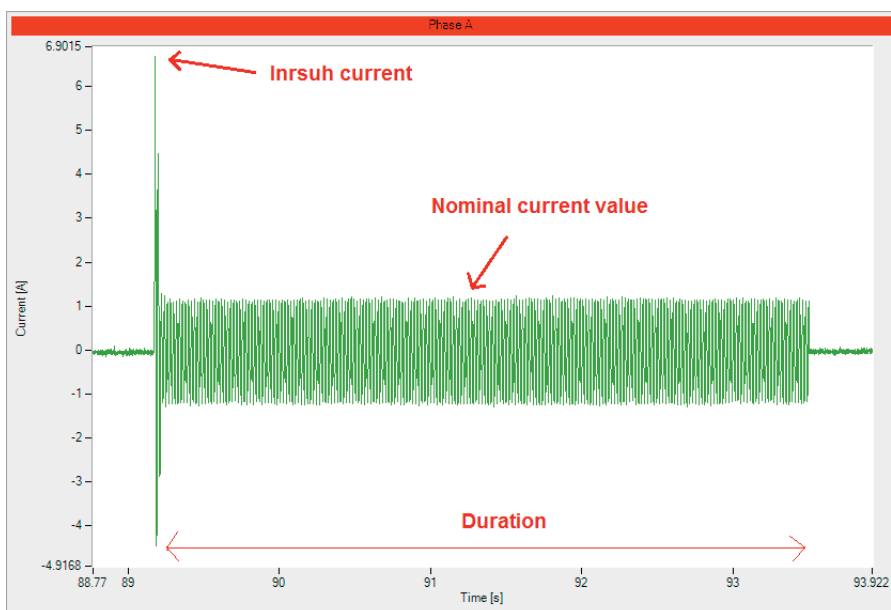


Figure 6. Motor-current graph for one transition

The motor current graph can indicate various OLTC mechanism problems. The higher motor current or fluctuations in the current are caused by mechanical forces motor has to overcome, and problems such as lack of lubrication or problems with alignment of the gear will show as current deviations. Also, electrical problems such as defects in the control circuitry can be detected. The unexpected duration of a motor operation during tap positions change is an indicator of these kinds of problems. If the motor control is defective, the motor would operate for few positions at the same time or only one position, or no positions at all, or even stop in the middle of a transition.

## 6. Case studies

Initial OLTC questionable condition may be inferred from a DGA (dissolved gas analysis) performed on a sample of oil from the tap changer compartment. Any significant change in characteristic gas-ratios (ethylene/acetylene or ethane/methane) may point to a developing problem as per Weidmann guidelines outlined by N. Field in [5]. Certain tap changer constructions may allow for better DGA diagnostics than the others. In all cases, incipient problems may be pinpointed using the DVtest analysis to the exact phase or a particular switch. Tap changers vary in their design characteristics. For that reason, analysis requires good knowledge of the principles of operation.

### 6.1. Case 1 – Loose stationary selector contact

The problem with stationary selector contact was found on an older tap changer (transformer 5 MVA, 37.5 / 10.48 kV, YNyn0). The loose bolt on the selector contact (tap position 9) caused the problem. The consequence of the bad contact pressure was an increased resistance, thereby heating when transformer operated at the tap position 9. The Figure 7 shows DVtest graph where the aberration of the linear envelope is obvious at that particular tap position.

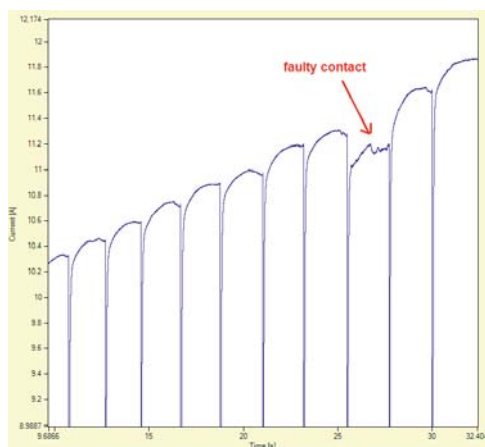


Figure 7. The aberration of the DVtest graph linearity

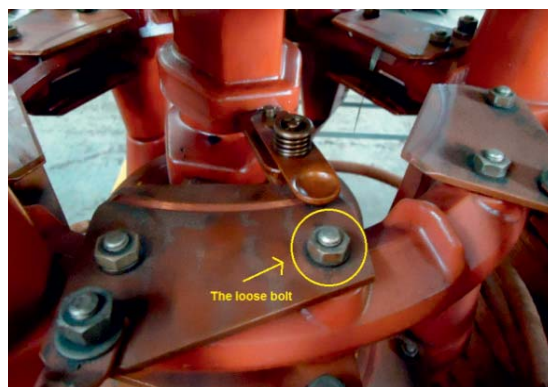


Figure 8. The loose bolt on the selector contact

### 6.2. Case 2 – Loose reversing switch

Following the increased DGA results pointing to a problem in the main tank, a DVtest was performed on the vacuum type tap changer with change-over selector. One phase had increased values of the winding resistance on all tap positions compared to the other two phases. This transformer had to operate for several months at reduced load to monitor development of gasses. Nevertheless, the ethylene gas increased from 8 to 102 ppm in the main tank. As both winding resistance and dynamic graphs are obtained during the same DVtest, analysis was immediately indicative of a tap changer problem. Graph of the DVtest showed the phase C with a big discrepancy at positions that correspond to operation of the reversal switch. Whenever the K switch operated and moved from position [+] to position [-] or opposite, the graph showed a significant current dip.

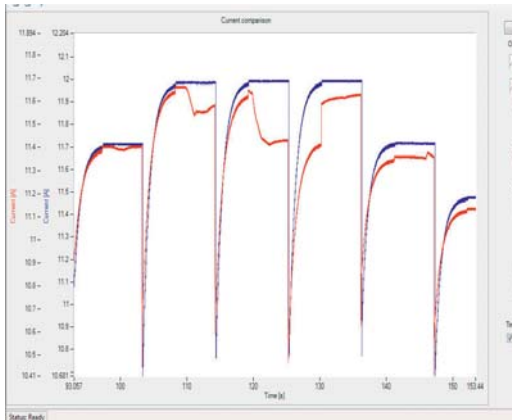


Figure 9. Phase C (red) problematic waveform, with the blue trace of a good phase

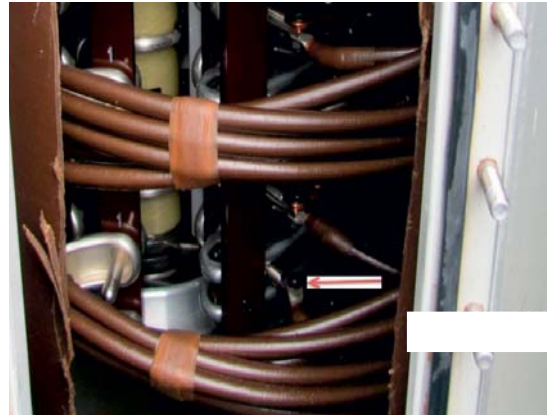


Figure 10. The arrow points to a contact that was found loose

This change of the current was not observed on other phases. The figure 9 shows two DVtest graphs overlaid. The good phase B, the trace in blue colour, and the troublesome phase C in red indicate significant difference in tap changer operation around neutral position, where the reversing switch operates.

Fortunately this transformer was equipped with the manhole next to the selector of a tap changer so the repair was significantly simpler. Investigating the phase C reversing switch contacts, a loose one was found, cleaned and tightened (figure 10).

### 6.3. Case 3 – Broken energy accumulator spring

There are usually 1, 2 or more springs that act as energy accumulators in an OLTC, which are charged by the motor and then released to operate the tap changer as fast as possible. This MR type V III model had two springs, and one of them was broken due to a fatigue of the material, as observed in the Figure 11, where it is shown next to the replacement set.



Figure 11. Broken spring assembly and replacement set

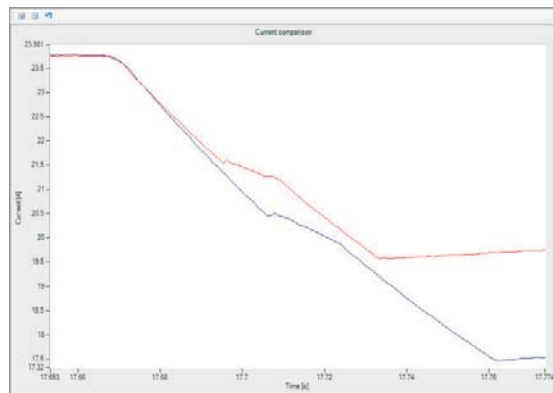


Figure 12. After repair (red), and before repair (blue trace)

The transition time increased from 60 msec to 95 msec and consequently the ripple changed significantly increasing almost 50%. The Figure 12 shows that the shape of the ripple is the same, but the times and current drops were increased due to a slower operation of the diverter switch.



#### 6.4. Case 4 – Broken contact springs

A tap changer type V III made by MR showed very unusual shape of the ripple during the DVtest on the phase C (Figure 14). The other two phases had the normal graph shapes. Ripple values were very random, changing drastically from a tap to tap. All transitions were affected. This type of anomaly pointed to a bad moving contact operation. As this tap changer is an arcing tap switch model, a suspect was the set of three moving contacts. Upon opening the unit, broken contact springs were discovered (see Figure 13).

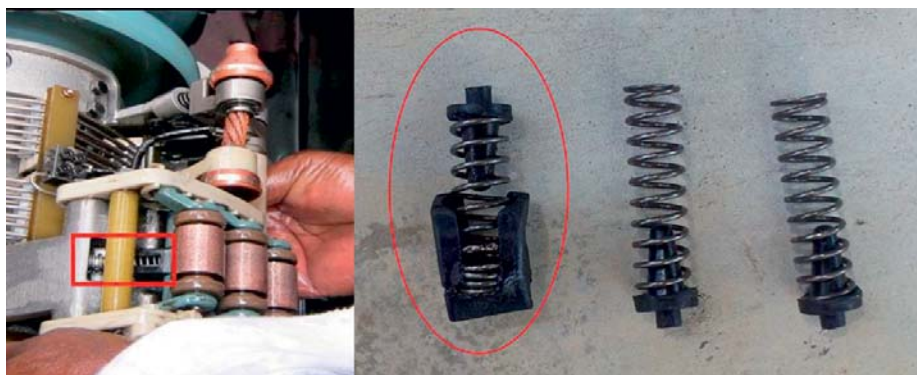


Figure 13. Broken contact springs

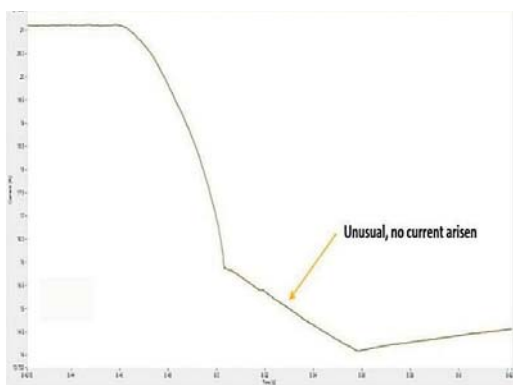


Figure 14. DRM graph – Broken contact springs

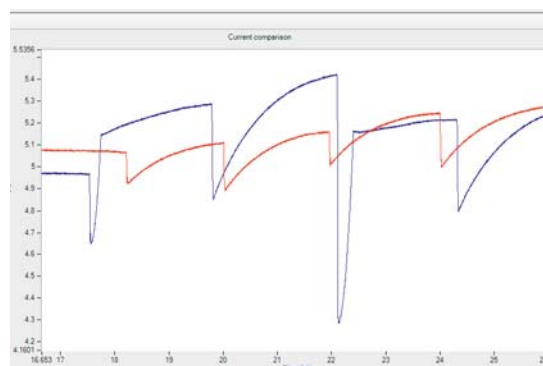


Figure 15. Resistor open (blue) and good (red)

After replacing the springs, the ripple shape took a usual waveform for the V tap changer type. The values of ripples were consistent and did not vary between taps.

#### 6.5. Case 5 – Diverter resistor burned open

A problem of a burned-open transition resistor in a diverter switch was simulated on the ACEC tap changer. During the repair process, the other defects were simulated, and this time the resistor was removed, simulating a situation when it burns open. One phase was modified and the other two were kept in good condition. The graph in the Figure 15 illustrates the two phases compared. The defective one (blue) has two different recovery portions of the ripple, one quick and the other exponential. The unaffected phase (red trace) shows consistent recovery portion of the graph as an inductance type exponential current increases. Here again the defective phase's ripples alternate, they do not behave the same for all transitions. Another important clue is that the defective ripples are larger, twice the size or even more, than of the good phase.

## 7. Conclusion

The DVtest has been in use for condition assessment of on-load tap-changers for the last 12 years with a great success in detecting the source of the defect, either electrical, or mechanical. It is simple to perform, and more importantly, the analysis is very straight forward by evaluating irregularities on the graph created during the test, or checking the consistency of measured parameters such as Transition Time or Ripple. The DVtest is optimal method for all types of OLTC, including the series transformer (booster winding) arrangement as explained in the 2015 report [6].

## 8. Appendix

Various authors reported their experience with DVtest method detecting problems associated with:

1. Resistor type OLTC
  - a. Contacts: moving contacts [7], selector contacts [8], reversal switch contacts [9],
  - b. Mechanical : energy accumulator problems [7], mechanism gear misadjustment [10]
  - c. Opening the circuit [11]
  - d. Transition resistors burned open [7]
2. Reactor type OLTC
  - e. Loose bolt on collector ring [12]
  - f. Transfer switch contact worn out [13] or coked [14]
  - g. Reversal switch pitting contacts [15]
  - h. Motor control circuitry [10]
  - i. Stationary contacts worn out [13]

In addition to this regular application of DVtest on OLTC in a power transformer, dynamic testing of regulators and booster windings in transformers was reported at TechCon in 2016 [16].

## References

- [1] Transformer failure causes in Germany, IEH Leibniz University Hanover, Shering Institute, Institute of electric power systems, Division of high voltage engineering.
- [2] WECC Substation Work Group meeting minutes, Vancouver, WA, May 2006.
- [3] J. J. Erbrink, E. Gulski, J. J. Smith, R. Leich, P. P. Seitz, B. Quak. 2010: "Effect of test parameters on dynamic resistance measurement results from on-load tap changers", Proceedings Electrical Insulation (ISEI), Conference Record of the 2010 IEEE International Symposium
- [4] "Report of the second Workshop on DRM", 2012, Organized by AMforum, Stockholm, Sweden
- [5] N. Field, "Diagnostic Evaluation of LTCs using Dissolved Gas Analysis". Presentation: Weidmann Technical Seminar, Hydro One, Toronto, Canada. 28 July 2011.
- [6] R. Levi, G. Milojevic, "From the AMforum Knowledge-base: Case studies of OLTC problems detected by DVtest", TechCon – Training Track presentation, Sacramento CA, February 2015.
- [7] E. Osmanbasic, I. Krajisnik, "Importance of Transformer Demagnetization", Cigre 4th International Colloquium "Transformer Research and Asset Management" Pula Croatia 2017.
- [8] S. Medar, R. Levi, "Condition Assessment of OLTC Dynamic Performance Using DVtest Method", Coiltech 2017.
- [9] R. Levi, On-load Tap Changer Testing – Dynamic Recording, NETA World Journal, Summer 2017, pages 101–106.
- [10] R. Levi, G. Milojevic, "From the AMforum Knowledge-base: Case studies of OLTC problems detected by DVtest", TechCon – Training Track presentation, Sacramento CA, February 2015.
- [11] R. Levi, "Dynamic Testing for On Load Tap Changer Condition Assessment", Tutorial at the 4th International Colloquium "Transformer Research and Asset Management", Pula 2017.
- [12] R. Levi, G. Milojevic, E. Osmanbasic, "DVtesting Reactor Type OLTCs" Transformer magazine Volume 3, Issue 4, 2017.
- [13] Chad Tremaine First Energy, Goran Milojevic, Raka Levi, "Findings and Repair of Westinghouse UTT and McGraw 550 Tap Changers", Doble Client Conference, Boston USA, 2017.
- [14] Marcos Ferreira, Reinhausen Manufacturing, Raka Levi, DV Power, Sweden, Nijaz Hadzimejlic, DV Power, Sweden, "Three-Phase DRM and Both Sides Grounded", Weidmann Annual Transformer Conference, Las Vegas, 2013.
- [15] Eric Back, Marcos Ferreira, Dave Hanson, Edis Osmanbasic, "TDA: Tap-changer Dual Assessment", TechCon USA, Chicago, paper D12, 2012.
- [16] R. Levi, V. Mrdic, Advanced Dynamic Testing of Substation Apparatus, TechCon Albuquerque, NM, USA, 2016.



# Događaji











## IZMEĐU DVA BROJA



Između dva broja održane su dvije sjednice Skupštine akcionara/dioničara Kompanije: 8. redovna sjednica Skupštine akcionara/dioničara Kompanije, održana dana 21.06.2017. godine, u službenim prostorijama Vlade Republike Srpske, i telefonska sjednica Skupštine akcionara/dioničara Kompanije, održana dana 13.11.2017. godine.

Od značajnih odluka koje su razmatrane i usvojene na sjednicama, treba istaći:

- Odobranje Odluke o usvajanju rebalansa Finansijskog plana Kompanije za period 2017–2019. godina, broj: 42-UO-04/2017 od 29.05.2017. godine;
- Odobranje Odluke o imenovanju vršilaca dužnosti izvršnih direktora – članova Uprave, broj: 42-UO-08/2017 od 29.05.2017. godine;
- Odobranje Odluke o usvajanju Studije izvodljivosti za obnavljanje SCADA sistema u centrima za upravljanje u sjedištima OP Kompanije, broj: 93-UO-03/2017 od 06.11.2017. godine;
- Odobranje Odluke o davanju saglasnosti za potpisivanje Mandatnog pisma i pregovore sa Evropskom bankom za obnovu i razvoj (EBRD) radi zaključivanja ugovora o kreditu za finansiranje rekonstrukcije telekomunikacionog sistema Kompanije, broj: 93-UO-04/2017 od 06.11.2017. godine i
- druge odluke koje su značajne za funkcionisanje Kompanije.

# ОДРЖАНО 33. САВЈЕТОВАЊЕ CIGRE СРБИЈА

Од 05. до 08. јуна 2017. године одржано је 33. по реду савјетовање српског огранка CIGRE. Већ традиционално мјесто оджавања била је планинска љепотица Златибор, која је својом угодном климом пружила пријатне услове за рад и боравак учесницима и гостима савјетовања. Догађања 33. савјетовања организована су у конференцијским салама хотела Мона и хотела Палисад.

Савјетовању је присуствовало преко седамсто учесника и гостију, не само из Србије него и из земаља окружења. На свечаном отварању, у пригодном уводном говору, председник CIGRE Србија господин Гојко Дотлић нагласио је да је савјетовање највећи скуп електроенергетичара

у Србији и присутне упознао са новинама које су ове године уведене у рад савјетовања. Ове године је награда за животно дјело у знак признања и захвалности за допринос развоју CIGRE Србија додијељена чувеном професору београдског ЕТФ-а Јовану Нахману.



Отварање 33. савјетовања CIGRE Србија



Радница Електропреноса БиХ на презентацији рада

Стручни рад на Савјетовању одвијао се у склопу сесија шеснаест студијских комитета, гдје су аутори презентовали прихваћене радове који су уједно били и основа за дискусију. Са веома занимљивом тематиком су биле и двије овогодишње актуелне теме. Прву је организовао СТК Ц2 – управљање и експлоатација ЕЕС под називом „Напонско-реактивна проблематика у ЕЕС Србије“, а другу СТК Ц5 – тржиште електричне енергије и регулација под називом „Пројекти успостављања регионалног тржишта електричне енергије у Југоисточној Европи“.

За вријеме Савјетовања, одржана је и техничка изложба у склопу које је двадесет осам компанија приказало своја достигнућа из области електроенергетике. Одржано је и десет пословних презентација у којима су спонзори Савјетовања приказали новитете у производним програмима и могућности пружања услуга у електроенергетском сектору.

У раду Савјетовања су учествовали и радници Електропреноса БиХ а.д. Бањалука из сва четири оперативна подручја, од којих неки и као аутори радова.





Intoniranje himne BiH na početku otvaranja XII savjetovanja BH K CIGRE



Svečanom otvaranju XIII savjetovanja BH K CIGRE prisustvovao je veliki broj učesnika iz zemlje i regije

## Održano XIII savjetovanje BH K CIGRE

Bosanskohercegovački komitet Međunarodnog vijeća za velike električne sisteme – BH K CIGRE održao je svoje 13. savjetovanje u Neumu, u hotelu Grand Hotel Neum, od 17.09. do 21.09.2017. godine. Savjetovanje je održano uz prisustvo 400 učesnika i gostiju iz zemlje i inostranstva, od čega je iz Elektroprenosa BiH učestvovalo 50 uposlenika.

**N**a svečanom otvaranju, u nedjelju, 17.09.2017. godine, pored pozdrava predsjednika Bosanskohercegovačkog komiteta CIGRE Edhema Bičakčića, goste i učesnike 13. savjetovanja pozdravili su predstavnici CIGRE komiteta iz regiona: Božidar Filipović Grčić, Hrvatski ogranak CIGRE; Momir Grbović, Crnogorski komitet CIGRE; Pavel Omahen, SLOKO CIGRE; Koviljka Stanković, Srbijanski komitet CIGRE; Miloš Trifković, predsjednik Akademije nauka i umjetnosti BiH; Bajazit Jašarević, generalni direktor JP EP BiH, kao generalni pokrovitelj 13. savjetovanja JP Elektroprivrede BiH; Tarik Begić,

predstavnik Federalnog ministarstva energetike, rudarstva i industrije; Branko Blanuša, dekan ETF Banja Luka i Mile Srdanović, predsjednik FERK.

U sklopu ceremonije svečanog otvaranja, dodijeljena su priznanja za životno dijelo, plakete po osnovu pisanja referata i plakete po osnovu afirmacije CIGRE.

U toku rada 16 studijskih komiteta, prezentirano je 158 prihvaćenih referata, a uposlenici Elektroprenosa BiH su bili u ulozi autora i koautora na 12 referata, te stručni izvjestioci na velikom broju referata.



Obraćanje skupu predsjednika BH K CIGRE Edhema Bičakčića



Obraćanje skupu generalnog direktora Elektroprenosa BiH Mate Žarića

# 13. SAVJETOVANJE HRVATSKOG OGRANKA CIGRE

U Šibeniku je od 5. do 8. studenog 2017. godine održano 13. savjetovanje hrvatskog ogranka CIGRE (Međunarodno vijeće za velike elektroenergetske sustave), koje je okupilo više od 900 sudionika iz područja razvoja, izgradnje, pogona i održavanja elektroenergetskih postrojenja i njihovih elemenata

Uvažavajući činjenicu da je u šesnaest studijskih odbora održan rekordan broj referata – njih 231, od čega šest studentskih radova, pet sponzorskih predavanja sa učešćem trideset sponzora, po svim pokazateljima može se zaključiti da je ovo bilo najuspješnije savjetovanje HRO CIGRE do sada. U radu skupa sudjelovalo je tridesetak djelatnika tvrtke Elektroprijenos BiH.

„Energetski sektor, kao jedna od najvažnijih sastavnica gospodarstva, suočen je s brojnim izazovima koje su donijeli otvaranje tržišta, zajednička pravila na razini EU, te pojava novih subjekata i njihovih međusobnih odnosa. U tom pogledu, u brojnim stručnim krugovima prevladava mišljenje da u tranziciji energetskog sektora u našoj zemlji nisu učinjene veće pogreške“ – kazao je Miroslav Mesić, predsjednik HRO CIGRE i predsjednik Uprave HOPS-a na svečanom otvorenju 13. savjetovanja. Najavio je da nas u skorij budućnosti očekuje donošenje ključnih strateških dokumenata u energetici, Strategije niskougličnog razvoja RH do 2030. s pogledom na 2050. godinu, i Strategije energetskog razvoja RH, koji će odrediti smjernice daljeg energetskog razvoja u Hrvatskoj.

Pomoćnik ministra zaštite okoliša i energetike Domagoj Validžić istaknuo je da se novom uredbom o upravljanju Energetskom unijom planira i izrada

zajedničkog plana za energiju i klimu koja će postati obveza svake države članice. Prvi takav plan, koji će izraditi i Hrvatska, pokrit će razdoblje od 2020. do 2030. godine.

Predsjednik Uprave HEP-a Perica Jukić naglasio je kako su izazovi u upravljanju i razvoju elektroenergetskog sustava brojni: razvoj tehnologija, promjene zakonskog okvira na razini EU i Hrvatske, sve strože ekološke norme, vizija energetike s niskim emisijama ugljika i visoka razina energetske ovisnosti. Među energetskim tvrtkama u tome HEP ima posebnu odgovornost zbog svog značaja i uloge u hrvatskom gospodarstvu.

Na radnom dijelu svečanog otvorenja predstavljen je projekt SINCRO.GRID, u kojem sudjeluju hrvatski i slovenski operatori prijenosnog i distribucijskog sustava. Prezentirano je i ponovno pokretanje časopisa Energija, odnosno Journal of Energy, a dodijeljene su nagrade za životna djela, priznanja i pohvale za uspješan rad u HRO CIGRE.

Uspješno je organiziran i tehnički posjet vjetroparku Pometeno brdo i transformatorskoj stanici 400/220/110 kV Konjsko s pokaznom vježbom spašavanja sa stupa.

Branko Kraljević, dipl. ing. el.



# U Sarajevu održan dvodnevni DV Power Tap Changer College

U srijedu 25.10.2017. završen je osmi dvodnevni DV Power Tap Changer College, održan u Sarajevu u sklopu hotela Evropa. Ovaj tehnički seminar održan je u organizaciji firme DV Power, a do sada je uspješno održan u više zemalja svijeta, kao što su: SAD (TC College Garner NC 2014. i TC College Charlotte NC 2016. godine), Malezija (TC College Asia 2014, 2016. i 2017. god.), Tajland (TC College Asia 2015. god.) i Švedska (TC College Europe 2017). Učesnici su bili 60 predstavnika energetskog sektora zemalja Zapadnog Balkana, i to iz Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Srbije, Crne Gore i Makedonije. Učešće su uzele različite kompanije: Elektroprenos BiH, EMS, Elektroprivreda BiH, Elektroprivreda HZHB, Elektroprivreda RS, Elektroprivreda Crne Gore, Institut Nikola Tesla, Institut IRC, proizvođači transformatora Končar-Siemens i Končar D&ST, Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, predstavnici servisnih kompanija itd. Na događaju su prezentovani: načini testiranja i procjena stanja energetskih transformatora, različiti dizajni i načini rada regulacionih sklopki, najnovija dostignuća u analizi i metodama testiranja regulacionih sklopki, te vibraciona metoda testiranja regulacionih sklopki.



Predstavnici DV Power sa svojom opremom



Medijator i predavač na seminaru – lijevo (dr Raka Levi)



Učesnici seminara DV Power Tap Changer College

Takođe, DV Power tim zajedno sa gostujućim presenterima predstavio je brojne primjere iz prakse kvarova na regulacionim sklopkama. Značajan dio programa bila je i korisna diskusija i razmjena iskustava, a na kraju seminara je izvršeno i praktično testiranje na simulatoru regulacione sklopke. Ispred Elektroprenosa BiH aktivno učešće su imali predstavnici iz sva četiri operativna područja, a predstavnici OP Sarajevo su održali dvije prezentacije vezane za hemijska ispitivanja transformatorskih ulja i iskustva vezana za dijagnostička ispitivanja transformatora i regulacionih sklopki na terenu.

Fikret Velagić, dipl. ing. el.





## Спортски сусрети... РСИ Охрид 2017.

У периоду од осмог до једанаестог јуна ове године, у Охриду су одржани спортски сусрети електропреносних компанија Југоисточне Европе. Под покровитељством Синдикалне организације "Електропренос Бања Лука", прилику да учествују на овим сусретима добило је 70 радника Електропреноса БиХ који су чланови ове синдикалне организације.

Поред СО "Електропренос Бања Лука" и осталих традиционалних учесника ових сусрета, домаћина МЕПСО Македонија, ЕСО Бугарска, СЕМС Србија, ЦГЕС Црна Гора, по први пут су учествовали и чланови Независног синдиката Електропривреде ХЗХБ.

Од петнаест дисциплина, наше колегинице и колеге су узели учешће у њих дванаест. У изостанку златних одличја, најбоље су се показали такмичарке и такмичари у дисциплинама: женско куглање, женски пикадо, мали фудбал и баскет, освојивши сребрне медаље. Бронзе су освојене у дисциплинама: тавла, стрељаштво жене и екипни крос.

Тим резултатима су такмичари СО "Електропренос Бања Лука" освојили бронзану медаљу у генералном пласману, а најуспјешнија међу њима је била Сања Вучић са пет освојених медаља.



## Пензионери/Umirovljenici

*U prethodnom broju smo objavili imena i prezimena naših kolega koji su u prvoj polovini tekuće godine ostvarili pravo na odlazak u penziju. Njima se pridružuju i kolege koje su ostvarile pravo na penziju/mirovinu u drugoj polovini ove godine. Kao što smo spomenuli u uvodnoj riječi, uz ostvarenje svih želja za nastupajuću 2018. godinu, želimo im svima da što duže uživaju u tekovinama svoga rada.*

### DIREKCIJA

**Radmila Cvejanović**, pukovodilac Službe za tehničko-komercijalne poslove, Direkcija za planiranje sistema i inženjering

### ОП БАЊА ЛУКА

**Зора Остојић**, чистач, Служба за ПК и ОП, Сектор за ЕПК и ОП

**Миладинка Дојчиновић**, главни кувар, Служба ПК и ОП, Сектор за ЕПК и ОП

**Борислав Пешевић**, портир-рецепционер, Служба за ПК и ОП, Сектор за ЕПК и ОП

**Живана Остојић**, чистач, Служба за ПК и ОП, Сектор за ЕПК и ОП

**Милорад Ђурашиновић**, радник за одржавање ДВ, Служба за одржавање далековода, ТЈ Бања Лука

**Ђуро Смочицац**, пословођа ТС 110 kV Градишка, Служба за експлоатацију, ТЈ Бања Лука

**Милорад Јагодић**, пословођа ТС 220 kV Приједор 2, Служба за експлоатацију, ТЈ Бања Лука

**Мато Гржић**, дежурни електричар у ТС 220 kV Јајце 2, Служба за експлоатацију, ТЈ Бања Лука

**Витомир Доњак**, складиштар, Служба за ЗТ и АП, ТЈ Бања Лука

**Ахмо Хујић**, пословођа ТС 110 kV Босански Петровац, Служба за експлоатацију, ТЈ Бихаћ

**Садик Керановић**, дежурни електричар у ТС 110 kV Цазин 1, Служба за експлоатацију, ТЈ Бихаћ

**Махо Ханџић**, дежурни електричар у ТС 110 kV Бихаћ 2, Служба за експлоатацију, ТЈ Бихаћ

**Хасе Омерчић**, пословођа ТС 110 kV Босанска Крупа, Служба за експлоатацију, ТЈ Бихаћ

**Сабаха Џафић**, руководиоца Службе за ЗТ и АП, Служба за ЗТ и АП, ТЈ Бихаћ

### ОП MOSTAR

**Kosto Nikolić**, rukovodilac Službe za održavanje DV, Služba za održavanje dalekovoda, TJ Trebinje

**Josip Marčinko**, vozač specijalnih vozila i autobusa, Služba za ZT i AP, TJ Mostar

**Jovan Mijanović**, pomoćni radnik, Služba za ZT i AP, TJ Trebinje

**Radoslav Galić**, poslovođa TS 110 kV Posušje, Služba za eksploataciju, TJ Mostar

**Suad Tucaković**, ispitivač za TK, Služba za telekomunikacije, Sektor za upravljanje

**Vasa Kazazić**, knjigovođa, Služba za računovodstvo, Sektor za EPK i OP

### ОП SARAJEVO

**Hajrudin Vračo**, referent za obračunsko mjerenje, Služba za obračunsko mjerenje, Sektor za upravljanje

**Slobodan Kapetina**, vozač specijalnih vozila i autobusa, Služba za ZT i AP, TJ Višegrad

**Boško Kajić**, poslovođa TS 110 kV Kiseljak, Služba za eksploataciju, TJ Zenica

**Safet Kečo**, poslovođa za DV, Služba za održavanje dalekovoda, TJ Zenica

**Nijazim Šabanović**, radnik za održavanje DV, Služba za održavanje dalekovoda, TJ Zenica

**Sead Tubić**, stručni saradnik u Službi za eksploataciju, Služba za eksploataciju, TJ Zenica

**Vesna Kapidžić**, samostalni referent za investicije i kredite, Služba za finansije, Sektor za EPK i OP

**Enisa Sakić**, administrativni radnik, Služba za ZT i AP, TJ Zenica

**Sabira Karahmet**, finansijski knjigovođa, Služba za računovodstvo, Sektor za EPK i OP

**Suada Banjac**, referent za platni promet, Služba za finansije, Sektor za EPK i OP

**Pero Marjanović**, poslovođa za MRT i PN, Služba za održavanje MRT i PN, TJ Zenica

**Jovo Močević**, vodeći ispitivač za MRT i PN, Služba za održavanje MRT i PN, TJ Višegrad

**Ismija Begović**, administrativni radnik, Služba za ZT i AP, TJ Sarajevo

**Miralem Karić**, inženjer saradnik za TK, Služba za telekomunikacije, Sektor za upravljanje

**Seid Mlivić**, monter za RP, Služba za održavanje RP, TJ Zenica

**Nurko Karić**, vodeći ispitivač za MRT i PN, Služba za održavanje MRT i PN, TJ Sarajevo

**Osman Dinar**, poslovođa TS 110 kV Breza, Služba za eksploataciju, TJ Sarajevo

### ОП TUZLA

**Zahir Murgić**, stručni saradnik u Službi za PK i OP, Služba za PK i OP, Sektor za EPK i OP

**Merfudin Okanović**, radnik za održavanje DV, Služba za održavanje dalekovoda, TJ Tuzla

**Lazo Petrović**, poslovođa TS 110 kV Teslić, Služba za eksploataciju, TJ Doboј





# МУЊА

## неистражено чудо природе

Повод за овај текст је мистерија везана за муње која се протеже кроз вијекове. У средњовјековној Европи, бити звонар у цркви је било изузетно опасно. Током олуја с грмљавином, био је обичај да звона звоне што јачим интензитетом, пошто је сматрано да се на тај начин може спријечити да муње ударе у врх црквеног торња.



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

Вјеровало се да звук звона растјерује зле духове који ватром желе уништити цркву и да бука коју стварају звона ломи муње. И данас постоје натписи „Fulgura frango“ (Ја ломим муње) на средњовјековним звонима. Од 1753. до 1786. године, у Француској, муње су 386 пута погодиле у врхове црквених торњева. У наведеном раздобљу у Француској су настрадала 103 звонара. Француска влада је 1786. забранила звоњаву током грмљавине из наведених разлога.

Колико су људи опчињени муњама говори чињеница да је термин „муња“ често употребљаван у разним животним ситуацијама. Сјетимо се филма „Национална класа“, у којем у насловној нумери један стих описује главног јунака Флојда: Рефлекс му је као муња, за њим јато риба цуња. У народној музици постоји стих: Сини, муњо, удри, гROME, осветли му пута, јер несрећан, јадан, пијан, може да залута. Колико пута смо се приликом истицања нечије врлине, саговорнику обратили ријечима: Ђе си (име саговорника), муњо небеска. Шалу на страну, муње су одувјек биле фасцинантна појава на небу и једна од ријетких природних појава о којима се веома мало зна и које су још увијек недовољно истражене.

Муња може да се дефинише као видљиво пражњење електрицитета који се налази у атмосфери, до ког долази кад одређено подручје атмосфере постане наелектрисано или се појави разлика потенцијала довољна да савлада отпор ваздуха. Најчешће се појављује из олујних облака кумулонимбуса. Током олује, муња се може појавити у облаку, између облака, између облака и ваздуха, те између облака и тла. Звучни прасак настао проласком муње кроз ваздух зове се гром.

При невремену, облаци се напуње електрицитетом попут великих електричних кондензатора, гдје горњи дио облака буде набијен позитивним, а доњи негативним електричним набојем. Још није дефинисано како настаје електрично пуњење облака, али претпоставља се да је резултат глобалног кружења воде на Земљи. Кружење воде подразумева евапорацију и кондензацију. У процесу евапорације, вода испарава с површине Земље и у облику паре подиже се у више слојеве атмосфере. Како температура опада с висином, и како се у вишим слојевима атмосфере налазе тзв. кондензацијске честице (нпр. зрнца прашине), водена пара се кондензује, поново се претвара у капљице воде и пада на Земљу као киша или снијег, у зависности од температуре ваздуха. Наравно, цијели процес кружења воде је далеко сложенији.

Дакле, када се влага накупља у атмосфери, настају облаци. Како се процеси евапорације

и кондензације међусобно испреплићу, кондензоване капљице у облацима непрестано се сударају с воденом паром, која стиже с тла. Капљице се с паром сударају и током падавина јер, док се један дио влаге враћа на Земљу, други испарава. Током ових судара, из честица водене паре долази до избијања електрона. Како до судара долази у доњем дијелу облака, избијени електрони стварају негативан електрични набој, односно вишак негативно набијених честица. Влага, која након судара наставља пут према горњим слојевима атмосфере односно облака, на врх облака стиже као позитивно наелектрисана пошто недостаје електрон који је избијен приликом судара. На овај начин се на врху облака ствара вишак позитивног електричног набоја. Осим судара, у процесу стварања електричног набоја у облаку значајну улогу има и процес замрзавања. Како се водена пара подиже у хладније слојеве и почиње да се замрзава, дио који се замрзне постаје негативно, а незамрзнути дио остаје позитивно наелектрисан. Струјањем ваздуха, позитивно наелектрисане честице могу да досегну до врха облака и тиме додатно убрзају стварање вишка позитивног електрицитета. Избијањем електрона и одвајањем позитивно набијених честица водене паре у облаку настају разлике потенцијала, односно ствара се електрично поље које представља први предуслов за настајање електричног пражњења.

Са порастом количине наелектрисања у облаку, постаје јаче и електрично поље. Када јачина електричног поља достигне одређену критичну вриједност, електрони на површини Земље теже ка унутрашњости као резултат одбијања једнако поларизованих честица. Површина Земље на овај начин постаје позитивно наелектрисана. Олуја тако доводи до наглог стварања електричног поља у облаку и између облака и тла. Кад се створи одређена количина наелектрисања, то јест кад електрично поље постане довољно јако, долази до јонизације у ваздуху. Јонизовани ваздух има знатно већу електричну проводљивост. Како се ваздух не јонизује једнако на свим мјестима, на дијеловима гдје је јонизација интензивнија, стварају се путеви или стазе којима муње могу дјеловати. Да би настала муња, потребно је да електрични пут или електрична стаза стигне до тла и пронађе тачку или предмет на којем ће се зауставити. Кад се то догоди, долази до појаве муња. Свјетлост коју видимо је резултат електричног пражњења између облака и земље који слиједи пут створене електричне стазе. Ђљесак муње која се простира од облака до тла чине два основна удара, а може их бити и више заредом: одводни удар и повратни удар.



## Најинтересантнији тип муње је лоптаста или кугласта муња која представља врло риједак облик муње.

У одводном удару негативни набој путује до тла. Креће се у корацима од 50 метара и притом ствара набијено корито. Одводни удар није тако сјајан, често је степенаст, те има пуно грана које се шире из главног канала. Кад се приближи тлу, побуђује супротни напон који се концентрише у једној тачки. Тако настаје повратни удар, који истим коритом носи позитивни набој од тла према облаку. Два удара се срећу на висини од око 50 m изнад тла. На тачки додира долази до кратког споја између облака и тла. То резултује изузетно бљештавим ударом високе струје, која истим каналом путује назад до облака.

Према врсти, муње могу да се подијеле на следеће:

- Муња од облака до тла је најпознатији и други најчесталији облик муње, који настаје пражњењем набоја с кумулонимбуса према тлу.
- Ланчане муње су врста муња од облака до тла, које се приказују у прекинутом низу кратких и бљештавих одломака и трају дуже него уобичајене врсте муња. Доста су ријетке и постоји неколико објашњења те појаве.
- Тракасте муње се појављују када постоји јаки бочни олујни вјетар и има више повратних удара, који се могу приказати и као омче.
- Скраћене муње су врста муња од облака до тла, с краткотрајним и врло jakim бљеском и често с пуно гранања.
- Виличасте муње су врста муња од облака до тла, које се јако гранају до тла.
- Муња од тла до облака је муња код које се негативно набијени јони с тла дижу и сусрећу с позитивнио набијеним јонима с кумулонимбуса. Затим се повратни удар враћа према тлу.
- Муња од облака до облака може бити између два различита облака или може бити унутар истог облака између дијелова с различитим потенцијалом. Иначе се најчешћи облик муња јавља унутар истог облака, и то обично

између горњег (наковња) и доњег дијела облака.

- Топле муње је назив за муње које се појављују веома далеко, тако да се види бљесак, а звук се не чује јер се на путу расприши до посматрача.
- Суве муње су муње које се јављају без падавина, а најчешће су узрок шумски пожари, а могу бити и активни вулкани.
- Ракетне муње се обично крећу водоравно с доњег дијела облака.
- Високонпонске муње обично настају на врху облака, путују неколико километара водоравно и затим скрећу до тла. Оне чине мање од 5% свих муња. Због пуно већег пређеног пута, те муње обично носе шест до десет пута више наелектрисања, електрични напони су већи, а обично трају око десет пута дуже. За вријеме тих муња, стварају се велике количине кратких радио-таласа.

У новије вријеме, откривена су три нова типа муња. Оне дјелују од врха облака према стратосфери и пуно су рјеђе од оних према тлу или између облака.

Први тип зову црвеним вилењаком (енг. Red sprite). Ова муња је тамна и црвенкаста, траје неколико хиљадитих дијелова секунде, а може бити широка километрима. Протеже се од 50 до 90 километара изнад облака.

Други тип назива се плави млаз (енг. Blue jet). Ријеч је о плавој, конусној провали енергије пуно сјајнијој од „црвог вилењака“. „Плави млаз“ дјелује из центра олује брзином од 6.000 km/h и допире 20 до 50 километара изнад облака.

Трећи тип су муње које се простиру од облака до стратосфере. Зову се патуљци (Elves), а откривене су 1995. године. Имају облик тањира или крофне пречника 400 километара, а појављују се око 100 километара изнад облака. Сматра се да су зеленкасте, али толико кратко трају, мање од 1 милисекунде, да им боја још није прецизно одређена.



Ипак, најинтересантнији тип муње је лоптаста или кугласта муња која представља врло риједак облик муње.

Лоптаста муња је дуготрајно електрично пражњење у ваздуху које се дешава у току или непосредно по престанку олуја праћених грмљавином. Поједини стручњаци тврде да се свака појава лоптасте муње дешава непосредно прије или после удара обичне муње. Међутим, постоје мишљена која тврде да су те двије појаве потпуно неповезане.

Лоптаста муња има изглед ватрене лопте и може бити различитих боја. Поред лоптастог, може да има и облик крушке. Свјетлост коју емитује није јака, приближно је једнака светлости електричне лампе од 100 W, укључене при дневном освјетљењу. Боја може бити од блиједо црвене или наранџасте до бијеле, али често је и плава. Специфично је да може проћи кроз веома уске отворе пошто је пластична, односно лако може да мијења облик. Обично је пречника од 3–30 cm. У близини муње чује се звиждање, фијукање и шуштање, па јој се због тога и приписују натприродна својства. Лоптасте муње се током постојања могу кретати прилично брзо, најчешће два метра у секунди, али могу и лебдјети у мјесту. Кретање је обично веома промјенљиво. Лопте настале на облацима крећу се право ка земљи, а наниже се крећу и лопте настале у близини тла. Ова појава није у складу са науком, пошто наука предвиђа да би ватрене кугле требало да се крећу великом брзином у правцу навише. Нестанак лоптасте муње може бити непримјетан, али је најчешће праћен експлозијом после које остаје плавичаста измаглица оштрог мириса сличног мирису озона или сумпора.

Стварање лоптасте муње је још увијек мало изучен физичко-хемијски процес у ваздуху који је праћен електричним пражњењем. Постоји неколико хипотеза о њеној природи.

Како је њихово формирање тешко предвидјети, а трају само неколико секунди, њихова природа је до данас углавном остала обавијена тајном, а истражене су само сличне, вјештачки створене појаве у лабораторијским условима. У вези с тим, о њима су постављене бројне различите хипотезе, од оне да их стварају електрично набијени метеорити, до једне према којој је ријеч о халуцинацијама индукованим магнетизмом олуја. У посљедње вријеме, сматра се да представља угрушак плазме, тј. јонизованог гаса, који се састоји од смјесе јона гасова ваздуха и молекула воде.

Постоји и хипотеза да је лоптаста муња оптичка појава фазно затворене петље (енг. Phase-Locked-Loop) високофреквентне енергије. Ради се о стојећем таласу који осцилује. Појава свјетлости

се може објаснити као тињаво пражњење, до кога долази усљед високофреквентних осцилација. Овакав пакет високофреквентне енергије може да постоји у празном простору и не захтијева присуство гасовите средине.

Наука је потврдила да спектографска читавања показују да су главни састојци лоптасте муње били исти као и тла: силицијум, гвожђе и калцијум. Ови подаци потврдили су теорију коју је поставио Џон Абрахамсон са Универзитета у Кантерберију на Новом Зеланду. Абрахамсон је претпоставио да муња, када удари у земљу, ствара интензивну топлоту која испарава силицијум-диоксид из прашине, а настали ударни талас подиже гас у ваздух. Ако у тлу има угљеника, нпр. из трулог лишћа, он ће одузети кисеоник из силицијум-диоксида, па ће преостати само пара силицијума. Међутим, Земљина атмосфера, богата кисеоником, поново ће реоксидирати врелу лопту гаса и покренути реакцију која ће накратко емитовати бљештаво светло. Ову теорију својим су истраживањима потврдили научници са Универзитета у Тел Авиву 2006. године, који су у лабораторији испалили вјештачку муњу у слој силицијум-оксида. Кинеска студија, која је нешто новијег датума (2012. године), први је доказ Абрахамсонове тезе на примјеру природне муње. Међутим, и даље остаје отворено питање да ли је лоптаста муња високофреквентна осцилација, или разорна бомба!

Лоптасте муње доводе се и у везу са НЛО, односно летећим тањирима, Теслиним тајним оружјем, HAARP-ом. Чињеница је да постоји и Теслин дневник, вођен у Колорадо Спрингсу, са око 500 страница, чији се дијелови односе на лоптасту муњу и на конструкцију уређаја за емитовање електромагнетних таласа велике снаге ка јоносфери. Амерички војни стручњаци су били заинтересовани за ове експерименте, поготово што постоји могућност да произведене муње уништавају авионе, затим, да лоптаста муња са инјекцијом литијума достигне снагу атомске бомбе и да се помоћу гравитационе интеракције изграде револуционарне летјелице великих брзина и маневарских способности.

Тесла је успијевао да у лабораторијским условима производи сложене енергетске структуре које је назвао ватрене лопте. У природи је овај феномен познат као лоптаста муња. Према подацима који су верификовани, Тесла је правио лоптасте муње величине фудбалске лопте, држао их у руци, стављао у кутије, затварао поклопцима и враћао назад из кутија. То су биле потпуно стабилне структуре које су трајале минутима. Научници ни данас не успијевају да понове ове експерименте. У вези с тим, Блојс Фицџералд, Теслин блиски



пријатељ, био је саслушаван у канцеларијама FBI о Теслиним тајним списима. Његова изјава да је Тесла још током Великог рата нудио влади Велике Британије несавладиву заштиту од напада из ваздуха, и да је располагао техничким рјешењем за најмоћније оружје, навела је да истраживачи Морнаричке обавјештајне службе САД детаљно прегледају Теслину заоставштину. Едгар Хувер, чувени директор FBI, страховао је од могућности контакта Николе Тесле и страних обавјештајаца, пошто је дошао до информације да је Тесла одржао говор на скупу пријатеља совјетске Русије, 4. јула 1922. године. Осим тога, испоставило се да је совјетска обавјештајна служба имала приступ Теслиним списима још за његовог живота.

Међу најзанимљивије особине лоптастих муња спада и то да могу савладати препреке као што су прозорска стакла или пукотине на зиду и да могу опстати или чак и настати у затвореним просторијама. Посебан преседан је постојање лоптастих муња у унутрашњости летјелица и ово је у супротности са свим познатим теоријама. Према ефекту Фарадејевог кавеза, електрична поља не могу постојати у унутрашњости металних посуда. С обзиром на то да све муње настају као посљедица успостављања снажног електричног поља између облака и земље или два облака, ово електрично поље не може проћи у унутрашњост летјелица које су израђене од метала. Међутим, дешавало се да лоптаста муња прође кроз прозор у пилотској кабини и онда настави да се креће дужином трупа све до репа, потпуно неометано.

Из наведеног се да закључити да ниједна постојећа теорија није у стању да објасни све особине лоптастих муња. Није постигнут ни договор око тога шта је основни узрок, односно одакле муњи енергија коју садржи. Већина се слаже да су у питању снажна електрична поља, међутим, постоји много врста поља, од једносмјерних до високофреквентних, и начина којим се у њима ствара облак јонизованог, свијетлећег гаса. Постоје и они који сматрају да појава није уопште везана за електрицитет. Спомињане су бурне хемијске реакције, поплаве космичког зрачења, радиоактивни изотопи кратког живота, па чак и метеорити од антимаерије. Ове теорије само илуструју немоћ научника да објасне феномен лоптастих муња. Покушаји да се у лабораторији начини нешто слично лоптастој муњи нису успјели. Оно што је досад направљено понаша се према теоријским предвиђањима, а само дјелимично у складу са природом.

У вези с лоптастим муњама забиљежено је много, али у тексту су наведене само неке занимљиве чињенице.

У старом индијском епу „Махабхарата“ говори се, између осталог, и о велелијепном граду Мохенџо Дароу (на језику хинду – „брежуљак смрти“), који је збрисан са лица земље. Нестао је под веома тајанственим околностима. На небу се изненада појавило засљепљујуће свјетло, ваздух је снажно заструјао, а затим је уследила снажна експлозија. Од високе температуре околне воде су прокувале, а „рибе су изгледале као печене“.



Рушевине овог трагично уништеног града пронашли су археолози 1922. године. Ископине су потврдиле древна предања о стравичној катастрофи, која је иза себе оставила невјероватну пустош.

Научници су, као доказ ужаса који се може поредити са нукларном катастрофом, налазили отопљено камење и трагове пожара. На растојању од једног километра грађевине су биле потпуно разрушене. По положају људских скелета било је очигледно да су становници Мохенџо Дара само неколико тренутака прије катастрофе мирно ходали улицама, обављајући уобичајене дневне активности. Згариште уништеног староиндијског града подсјећало је на Хиросиму и Нагасаки након експлозије атомских бомби.

Руски научник Михаил Дмитриев, доктор хемијских наука, одбацује могућност нукларног рата због тога што на „брежуљку смрти“ нису нађени никакви трагови радиоактивности. Одбацује и верзију која говори о инвазији из свемира, о чему налазимо назнаке у староиндијском епу. Ову катастрофу покушава објаснити земаљским, природним узроцима. Према његовој теорији, Мохенџо Даро је уништио застрашујући пљусак лоптастих муња!

Познато је да су Грци и Римљани више пута описивали дуге пламене кочије које су се ноћу појављивале на небу, амерички Индијанци сачували су сјећања на округле корпе на небу. Старојапанске традиције свједоче о фантомским небеским ладама са свијетлећим пламеном. По свједочењу Језекиља, у Палестини је око 592. године прије нове ере задувао снажан вјетар са сјевера, затим се појавио велики облак из којег је избијала снажна ватра и неиздржив бљесак, а из средине облака појавила се јарка свјетлост.

Становници Њујорка 21. септембара 1910. године три сата су посматрали стотине атмосферских свитаца који су летјели над градом. Призор је био фантастичан и никад до краја није објашњен.

Сличан феномен се десио у ноћи 24. августа 1978. године над градом Хабровским, у бившем Совјетском Савезу. Изненада се зачуо резак звиждук који је подсјећао на реактивни мотор. Одједном је небо постало свијетло као да је био дан. Истовремено, свијетлећи објекат се постепено спуштао и на самој површини земље снажно плануо. Земља се топила и угљенисала. Иако је од тада прошло доста времена, ни до данас на том мјесту не постоје трагови живота! Земља је потпуно мртва!

Једне септембарске вечери 1984. године, изнад пољопривредног добра Удмуртског у Русији изненада се звјездано небо освјетлило и са неба су почеле падати свијетлеће бијеле кугле, које су се попут каквих сабласних свијетлећих балона, кривудајући и кружећи, лагано спуштале на земљу. Међутим, ефекат није био само свјетлосни: у пречнику од 20 km испали су из погона сви трансформатори и далеководи!

О количини енергије која је смјештена у типичној лоптастој муњи говори и један примјер забиљежен у Енглеској. Пошто је покидала телефонске жице и запалила рам прозора кроз који је ушла у кућу, лоптаста муња се сручила право у каду пуну воде. Несуђени купач који је огрнут пешкиром стајао са стране видио је како је вода тренутно прокључала и наставила да кључа још неколико минута.

Надајмо се да ће муње, а и громови, бити још дуго инспирација многим генерацијама...

Занимљивости везане за муње:

- Године 1998. муња је у Конгу побила цијелу фудбалску екипу (11 играча).
- Године 1999. муња је у Колораду повриједила цијелу екипу америчког фудбала.
- Муња садржи око 250 киловат-сати енергије.
- Николу Теслу звали су и „господар муња“. То је сасвим заслужено јер је 1899. године у Колорадо Спрингсу створио најдужу вјештачки изазвану муњу. Била је дуга 41 метар.
- Према Гинисовој књизи рекорда, муња је Роја Саливана погодила седам пута између 1942. и 1983. године. Први пут муња је прошла кроз његову ногу и откинула му нокат на ножном палцу. Други пут, 1969. године, муња му је спалила обрве и онесвијестила га. Сљедеће године, након удара муње раме му је остало одузето, 1972. муња му је запалила косу па је морао на главу излити канту воде, 1973. муња га је кроз шешир погодила у главу, запалила му косу, избацила га из камионета и скинула му лијеву ципелу. У шестом удару, који је доживио 1976. године, озлијеђен му је чланак. Због посљедње муње која га је погодила, 1977. године, завршио је у болници с опекотинама на прсима и стомаку.



## IN MEMORIAM



### **IRFAN GLUHALIĆ**

dežurni električar u TS Cazin 1  
TJ Bihać, OP Banja Luka  
26.07.1955. – 12.09.2017.

Dvanaestog septembra ove godine, u 63. godini života, preminuo je naš radni kolega Irfan Gluhalić, dežurni električar u TS Cazin 1. Irfan je rođen 26.07.1955. godine u Bihaću. U Elektroprenosu je radio od 20.10.1997. godine na poslovima dežurnog električara u transformatorskim stanicama 110 kV Bosanski Petrovac, Bihać 2 i Cazin 1, gdje ga je i zadesila prerana smrt. Bio je izuzetno cijenjen i omiljen među svojim kolegama.



### **NEDŽAD AHMIČEVIĆ**

pomoćni radnik u OP Tuzla  
25.08.1962. – 17.11.2017.

Sedamnaestog novembra tekuće godine, u 55. godini života, preminuo je naš cijenjeni kolega Nedžad Ahmičević, zaposlenik Kompanije „Elektroprijenos BiH“ a.d. Banja Luka, OP Tuzla. Rođen je 25.08.1962. godine u Puračiću, općina Lukavac. U Kompaniji se zaposlio 09.12.1985. godine, gdje je proveo cijeli radni vijek kao pomoćni radnik u Službi za održavanje dalekovoda u Terenskoj jedinici Tuzla. Bio je izuzetno cijenjen i omiljen među svojim kolegama.





