



STUDIJSKI ODBOR B2 – NADZEMNI VODOVI

Predsjednik: dr.sc. IGOR LUKAČEVIĆ, dipl. ing. el.
Tajnik: SANJA VINTER, dipl. ing. el.

Stručni izvjestitelji: STIPE PANDŽA, dipl. ing. el.
ZAVIŠA KLOBAS, dipl. ing. el.

IZVJEŠĆE STRUČNOG IZVJESTITELJA

UVOD

Za 15. savjetovanje HRO CIGRÉ imali smo ukupno 22 prijavljena rada. Od tog broja radova, u zadanom roku je pristiglo ukupno 18 radova od kojih su svi prihvaćeni.

Preferencijalne teme studijskog odbora B2 – Nadzemni vodovi za 15. savjetovanje HRO CIGRÉ su:

1. Nadzemni vodovi i informacijske tehnologije;

- Razvoj geografskih informacijskih sustava, prikupljanje, snimanje i analiza podataka, mapiranje okoliša,
- Nadzemni vodovi kao elektronička komunikacijska mreža, nadzor i upravljanje, Internet of things (IoT),
- DTR (Dynamic thermal/line rating) – vođenje sustava i prognoze,
- Održavanje.

2. Pogonska iskustva kao prilike za poboljšanje i povećanje pouzdanosti i raspoloživosti nadzemnih vodova i elektroenergetske mreže;

- Kvarovi uzrokovani ekstremnim vremenskim prilikama i drugim utjecajima, starenje komponenata nadzemnog voda, greške i nedostaci opreme,
- Procjena i nadzor stanja komponenata nadzemnog voda, inspekcije, metode produživanja životnog vijeka,
- Održavanje i nadziranje koridora nadzemnog voda i upravljanje promjenama u okolišu nadzemnih vodova,
- Izazovi i tehnička rješenja pri projektiranju privremenih rješenja/spojeva, prilikom havarija i/ili rekonstrukcija.

3. Tehnički i okolišni aspekti nadzemnih vodova;

- Nadzemni vodovi i utjecaj na okoliš i javnost, inovativni dizajn, kompaktiranje,
- Utjecaj mjera zaštite okoliša i prirode na projektna rješenja,
- Zdravstveni i sigurnosni (HSE) aspekti.

4. Primjena novih tehnika i tehnologija u pripremi projektiranja, projektiranju, izgradnji i održavanju nadzemnih vodova;

- Povećanje prijenosne moći dalekovoda, poboljšanje električnih i/ili mehaničkih značajki,
- Specifičnosti u izvedbi i montaži,
- Monitoring stanja.

5. Zakonski i normativni okvir, kontrola kvalitete

- Tehnički propisi, norme, procedure,
- Ispitivanja i testiranja.

Podjela referata prema preferencijalnim temama:

Preferencijalna tema 1: B2-01, B2-02, B2-03 (3 referata)

Preferencijalna tema 2: B2-04, B2-05, B2-06 (3 referata)

Preferencijalna tema 3: B2-07, B2-08 (2 referata)

Preferencijalna tema 4: B2-09, B2-10, B2-11, B2-12, B2-13, B2-14, B2-15, B2-16, B2-17 (9 referata)

Preferencijalna tema 5: B2-18 (1 referat)

Vezano uz definiranje preferencijalnih tema 15. savjetovanja HRO CIGRÉ, a uvažavajući širinu i aktualnost preferencijalnih tema 14. savjetovanja u proteklom dvogodišnjem periodu, studijski odbor B2 odlučio je zadržati preferencijalne teme prethodnog savjetovanja. Obzirom na prijavljene, pristigle i prihvaćene radove, potvrdilo se kako su predviđene teme i dalje izuzetno aktualne te pokrivaju cijeli spektar stručnog djelovanja u domeni nadzemnih vodova.

Prva preferencijalna tema bila je namijenjena autorima sa iskustvima u inkorporiranju suvremenih informacijskih tehnologija i tehnike nadzemnih vodova. Ovom temom je pokriveno široko područje razvoja i primjene novih i suvremenih digitalnih sustava i tehnologija u vidu unaprjeđenja procesa održavanja, nadzora i vođenja nadzemnih vodova, a posljedično uz analize rezultata takvih digitalnih sustava i na praksu planiranja i projektiranja nadzemnih vodova. U sklopu ove preferencijalne teme obrađena je uvijek aktualna problematika monitoringa izolacije u uvjetima onečišćenja. Kao dodatni iskorak u razvojnom segmentu potrebno je spomenuti rad koji obrađuje utjecaj klimatskih i drugih meteoroloških parametara na sigurnost dalekovoda, a sve promatrano kroz sile naprezanja čelično rešetkastih elemenata stupa dalekovoda. Posljednji rad u ovoj preferencijalnoj temi informirat će nas o dosadašnjim iskustvima prikupljenim pilot projektom HOPS-a vezanim uz korištenje bespilotne letjelice i odgovarajućih programskih alata za prikupljanje i analizu podataka te automatsko identificiranje oštećenih elemenata nadzemnih vodova.

Za razliku od prijašnjih savjetovanja, druga preferencijalna tema nije privukla veliki broj autora. Moguće je razlog tome i činjenica kako je protekli period od 14. savjetovanja bio relativno miran u smislu vremenskih neprilika koje bi uzrokovale značajnije kvarove ili havarije nadzemnih vodova prijenosne mreže. Kao nastavak kontinuiranog izvještavanja i informiranja o novim iskustvima i saznanjima, i na ovogodišnjem savjetovanju imamo rad koji obrađuje primjenu modularnih stupova u prijenosnoj mreži Republike Slovenije, s naglaskom kako slovenski kolege ova iskustva prikupljaju sada već jubilarnih 10 godina. Kao posebno zanimljivu temu potrebno je istaknuti rad koji obrađuje naš pionirski pothvat pretvorbe 35 kV voda Raša – Koromačno u 110 kV vod te dosadašnjih 20 godina eksploatacije takvog dalekovoda. Posljednji rad pod ovom preferencijalnom temom obrađuje trenutno vrlo aktualnu problematiku utjecaja potresa na statičku stabilnost stupova nadzemnih vodova.

Treća preferencijalna tema privukla je dvije grupe autora koji su se pozabavili zdravstvenim i sigurnosnim aspektima i problemima pri održavanju nadzemnih vodova. Pri tome je jedna grupa autora obradila problematiku procjene rizika od utjecaja električnih i magnetskih polja pri radu na dvosustavnim vodovima, dok je druga grupa autora obradila teorijske postupke izračuna električnih i magnetskih polja niskih frekvencija koje generiraju prijenosni vodovi.

Četvrta preferencijalna tema, koja obrađuje primjenu novih tehnika i tehnologija u pripremi projektiranja, projektiranju, izgradnji i održavanju nadzemnih vodova, privukla je najviše autora. Ovu činjenicu posebno pozdravljamo jer implicira na značajniji razvoj područja projektiranja, izgradnje i održavanja nadzemnih vodova te uvođenje novih tehnologija u dosadašnju praksu. U sklopu ove preferencijalne teme pristigli su radovi koji obrađuju područje primjene robotskih i drugih suvremenih tehnologija kod pregleda nadzemnih vodova i procjene stanja istih, radovi koji obrađuju primjenu HTLS vodiča, zatim jedan rad koji obrađuje švedska iskustva s primjenom drvenih stupova u prijenosnoj mreži, jedan rad na temu pretvorbe AC nadzemnih vodova u DC vodove te jedan rad koji prezentira inozemnu praksu primjene sustava uzemljenja stupova nadzemnih vodova. Kao dokaz aktualnosti ove teme, jedan rad obrađuje temu utjecaja posolice na izolaciju nadzemnih vodova i to kroz aspekt nužnosti ponovne uspostave svojevrsnog ispitnog poligona te odabiru lokacije istoga.

Posljednja, peta preferencijalna tema koja obrađuje zakonske i normativne okvire te kontrolu kvalitete uobičajeno je privukla najmanje autora. Za ovu preferencijalnu temu pristigao je samo jedan rad. Autori u radu obrađuju problematiku glavnih i dopunskih pregleda čelično rešetkastih stupova nadzemnih vodova te daju smjernice o opsegu i sadržaju ovakvih pregleda. Obzirom da stupovi nadzemnih vodova predstavljaju jedan od presudnih elemenata kada govorimo o sigurnosti pogona dalekovoda i njegovoj raspoloživosti, značaj ove teme je neupitan.

IZVJEŠĆE O REFERATIMA

PREFERENCIJALNA TEMA 1: NADZEMNI VODOVI I INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

B2-01 Sanja Vinter, Goran Vugrek PAMETNA RJEŠENJA I MONITORING IZOLACIJE

Rad razmatra aktualnu temu primjene suvremenih tehnologija i tehničkih rješenja integriranih u distribuirani sustav za praćenje površinskog stanja izolatora na nadzemnim vodovima u uvjetima onečišćenja posolicom. Okosnicu sustava čini „mini“ senzor za mjerenje puzne struje, temperature i vlage, baterijski podržan, smješten pod kapom završnog članka u izolatorskom lancu, i komunikacijski integriran u nadzorni sustav s programskom podrškom za praćenje, predikciju i prevenciju neželjenih stanja većih onečišćenja i ispada dalekovoda iz pogona.

Integracijom većeg broja mjernih senzora na određenom lokalitetu dalekovoda te mjerenjem i prikupljanjem podataka kroz duži vremenski period, otvara se mogućnost stvaranja vlastite baze podataka primjenjive za vođenje pogona u specifičnim uvjetima okoline, održavanje i daljnje projektiranje.

Sustav kao takav, iako prvenstveno namijenjen za potrebe vođenja pogona, može dobro poslužiti kao dopuna opsežnijim komparativnim i razvojnim istraživanjima na većem broju izolatora različitog tipa i oblika instaliranih na većem i dobro opremljenom ispitnom poligonu aktivnog tipa.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva su svjetska iskustva u pogledu minimalno potrebnog broja senzora na nekom tipično ugroženom vodu ili na ugroženom dijelu mreže da bi sustav bio pouzdan, funkcionalan i reprezentativan?
2. U kojoj mjeri i s kakvim podacima takav sustav može biti komplementaran rezultatima istraživanja s većeg ispitnog poligona aktivnog tipa?
3. Koliki su orijentacijski troškovi opremanja jednog mjernog mjesta, a koliki je trošak centralne stanice i programske podrške?

B2-02 Nenad Gubelj, Viktor Lovrenčić, Bálint Nemeth, Andrej Ivec, Goran Šiniković ON-LINE HEALTH MONITORING OF OHL TOWERS AND CONDUCTORS

Referat predstavlja novi pristup građevnim cjelinama nadzemnog dalekovoda odnosno, analizira utjecaj klimatskih i ostalih meteoroloških parametara kroz sile naprezanja čelično rešetkastih elemenata dalekovodnog stupa. Mjerenja koja su provedena kao podloga za izradu predmetnog referata mogu se analizirati iz različitih aspekata, uključivo dimenzioniranje budućih nadzemnih vodova, procjeni životnog vijeka građevine, kao i definiranja vremenskih intervala za potrebe sanacija ili revitalizacija istih, a sve u cilju održavanja temeljnih zahtjeva za građevinu, posebno sa stanovišta građevinskog dijela dalekovodnih stupova. Predlaže se nastavak i povećanje opsega predmetnih istraživanja u cilju smanjivanja mogućnosti za eventualne havarije i povećanje pogonske pouzdanosti ovih energetske građevina.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je period od 50 godina životnog vijeka za nadzemne stupove dalekovoda, sukladno standardu EN 50341-1:2013 predvidio nekakva ulaganja u isti za vrijeme tog perioda, u smislu sanacije temelja, odnosno AKZ zaštite istih, uvažavajući da je amortizacijski vijek za građevine ovog tipa 40g., po stopi od 2,5% godišnje?
2. Mogu li predmetni rezultati i kako biti iskorišteni kao podloge za projektiranje budućih dalekovoda na bliskim zemljopisnim lokacijama?
3. Koliko su ovakvi podaci korisni ili u koliziji sa građevinskim standardima i pravilnicima u odnosu na pravilnike o čeličnim ili betonskim konstrukcijama koji sve više idu na stranu sigurnosti i povećanja dimenzija čeličnih profila i vijaka, kao i količina betona i armatura, a sve u svrhu optimalnog financiranja istih?

**B2-03 Igor Lukačević, Zrinko Mikić, Antun Kraljević, Milan Domazet
UNAPRJEĐENJE ODRŽAVANJA PRIJENOSNIH DALEKOVODA UPOTREBOM
BESPILOTNIH LETJELICA I UMJETNE INTELIGENCIJE**

Referat obrađuje pilot projekt korištenja bespilotne letjelice i odgovarajućih alata za prikupljanje i analiziranje podataka te automatsko identificiranje oštećenih dijelova nadzemnih vodova. Pri tome, pilot projekt obuhvaća identificiranje oštećenja staklenih izolatora, korozije konstrukcije stupova te vidljivih oštećenja vodiča. U referatu su jasno i jezgrovito opisane metode, alati i izazovi pri provođenju predmetnog projekta. Premda je potrebno savladati mnoge izazove u daljnjoj primjeni opisane tehnologije, navedeni pilot projekt predstavlja hvalevrijedan iskorak u mogućnostima primjene automatizacije pregleda i održavanja nadzemnih vodova.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji tipovi opreme su korišteni za provođenje predmetnog pilot projekta?
2. Imaju li autori saznanja o mogućnostima korištenja multispektralnih i/ili hiperspektralnih snimki za prepoznavanje oštećenja dijelova dalekovoda?
3. Koje izazove pri korištenju sustava opreme i metoda su autori uočili kao ključne tijekom provođenja predmetnog pilot projekta?

**PREFERENCIJALNA TEMA 2: POGONSKA ISKUSTVA KAO PRILIKE ZA POBOLJŠANJE I
POVEĆANJE POUZDANOSTI I RASPOLOŽIVOSTI NADZEMNIH
VODOVA I ELEKTROENERGETSKE MREŽE**

**B2-04 Viktor Lovrenčić, Rado Ferlič, Domen Oder, Darko Malek, Nejc Zima, Vladimir Leva,
Ervin Dokić
DESETEGODIŠNICA UPORABE MONTAŽNIH STUPOVA SLOVENSKEG
OPERATORA PRIJENOSNOG SUSTAVA**

U radu je opisano desetogodišnje bogato iskustvo korištenja modularnih havarijskih stupova u Sloveniji. Autori su u radu istaknuli prednosti upotrebe havarijskih stupova za realizaciju privremenih spojeva prilikom sanacija oštećenja na dalekovodima ili za vrijeme rekonstrukcije postrojenja te prezentirali primjere i operativne postupke slovenskog operatera prijenosnog sustava u slučajevima havarija na nadzemnim vodovima. Dat je zanimljiv osvrt na povijesni razvoj i normizaciju havarijskih modularnih stupova. Zaključno navode povećanu pouzdanost i kvalitetu opskrbe električnom energijom kao glavni benefit upotrebe havarijskih modularnih stupova čijom primjenom se značajno smanjuje prekid pogona prilikom havarija nadzemnih vodova te se omogućava dodatno vrijeme za kvalitetno projektiranje i izvedbu trajnog rješenja sanacije.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako su se rješavali odnosi s vlasnicima zemljišta na koje je postavljan modularni havarijski stup i njegova sidra?
2. Iz članka se vidi da su sve lokacije na koje se postavljao stup bile pristupačne, je li bilo iskustva s nepristupačnim terenima i na koji način se riješio transport stupa, montaža stupa i spajanje vodiča?
3. Kakva su iskustva bila s terenom u kojem se sidrio modularni stup? Je li se postavljao na stjenovita područja i na koji način se tada sidrio?

**B2-05 Gordan Mirošević, Zoran Rubinić, Milivoj Šutej, Anton Ernest Hudić
DV 35(110) KV RAŠA – KOROMAČNO (2001.-2021.)**

U radu je opisana pretvorba 35 kV voda Raša – Koromačno u 110 kV vod. Vod radijalno napaja tvornicu cementa Koromačno, a razlog prelaska na 110 kV naponski nivo niža je otkupna cijena električne energije na prijenosnoj mreži. Prikazana su tehnička rješenja koja su omogućila da se postojeći 35 kV stupovi koriste na 110 kV naponskoj razini uz poštivanje svih odredbi Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih vodova napona od 1 kV do 400 kV. Detaljno su prikazane izolatorske konstrukcije (nosivi i zatezni izolatorski lanaci) čijom primjenom su ostvarene propisane

sigurnosne visine i razmaci na glavama stupova i između vodiča u rasponima. Ovaj jedinstveni primjer ovakvog zahvata u hrvatskoj praksi, ali i šire, dokazao je svoju tehničku ispravnost i funkcionalnost tijekom 20 godina pogona, a zaključno, obzirom na protekli životni vijek ugrađene opreme i njihovu specifičnost, autori preporučuju potrebne radnje kojima će se zadržati njegova pouzdanost u budućnosti.

Pitanja za diskusiju:

1. Je li u pogonu primijećena pojava korone (vidljiva ili čujna), te kakvim su se pokazale primijenjene izolatorske konstrukcije i izolatori obzirom na eventualno industrijsko onečišćenje i preskoke?
2. Na slici 2. vidljivo je da su na pojasnicima zateznog stupa ugrađeni elementi, obzirom da u radu nisu spomenuti, molim objasnite njihovu svrhu.
3. Obzirom na primjenu nosivo-zateznog zavješnja izolatorskih lanaca na nosivim stupovima, je li bilo potrebno statički provjeriti i dimenzionirati nosive stupove za slučajeve (prema Pravilniku) koji se odnose na montažu i prekid vodiča kao kod zateznih stupova?

B2-06 Ana Komorski, Morena Dujmović, Ervin Černetić, Ratko Ivković DALEKOVODI I POTRESNA OPTEREĆENJA

Dobar članak koji je posebno interesantan nakon ova zadnja dva snažna potresa. Kroz članak je dokazano da sile potresa nisu mjerodavne za dimenzioniranje čelično rešetkastih stupova dalekovoda i pripadajućih im temelja.

Pitanja za diskusiju:

1. Zašto kod čelično rešetkastih stupova dalekovoda sile potresa nisu mjerodavne za dimenzioniranje nosive konstrukcije?

PREFERENCIJALNA TEMA 3: TEHNIČKI I OKOLIŠNI ASPEKTI NADZEMNIH VODOVA

B2-07 Nikola Jaman, Ivan Ladišić, Igor Lukačević PROCJENA RIZIKA ZA PROFESIONALNO OSOBLJE PRI RADU U BLIZINI NAPONA NA DVOSUSTAVNIM VODOVIMA

Autori su u radu na praktičan način obradili problematiku rizika rada djelatnika PrP Osijek u blizini izvora neionizirajućeg zračenja u smislu izloženosti radnika električnom i magnetskom polju. Kao osobit i primarni rizik su prepoznali situacije rada na dvosustavnim stupovima dalekovoda u uvjetima kada je jedan sustav u pogonu, a drugi sustav na kojemu se radi je uzemljen. Uvažavajući rezultate istraživačkog dijela rada, autori su dali i konkretne preporuke za siguran rad.

Pitanja za diskusiju:

1. Na temelju provedenih proračuna i mjerenja, može li se zaključiti kako za pojedini nazivni naponski nivo tip stupa na kojemu se radi, odnosno geometrija stupa, nema značajnijeg utjecaja na iznose električnog i magnetskog polja (rezultate ocjene rizika)?
2. Može li se ova ocjena rizika, odnosno njene preporuke za siguran rad, generalno primjenjivati i u drugim prijenosnim područjima HOPS-a?
3. Imaju li autori saznanja o zakonskoj regulativi zemalja Europe/okruženja te na koji način su operatori prijenosnog sustava tih zemalja regulirali ovu problematiku?

B2-08 Dragan Poljak, Zorica Novaković Šesnić IZLOŽENOST LJUDI POLJIMA NISKIH FREKVENCIJA - DOZIMetriJA UPADNOG POLJA I PREGLED S TIM U VEZI NACIONALNIH I EUROPSKIH PRAVNIH AKATA

U radu su prikazani teorijski postupci izračuna električnih i magnetskih polja niskih frekvencija koje generiraju prijenosni vodovi. Električna polja analiziraju se u skladu s kvazistacionarnom aproksimacijom primjenom operacije gradijenta na poznatu raspodjelu potencijala u okolišu voda. Magnetsko polje određuje se standardnom primjenom Biot-Savartovog zakona. Navedeni su ilustrativni primjeri izračuna polja i napravljena usporedba s rezultatima mjerenja. U drugom dijelu referata dan je

pregled nacionalnih i europskih pravnih akata uz poseban osvrt na načelo predostrožnosti i načelo ograničenja izlaganja neionizirajućem zračenju.

Pitanja za diskusiju:

1. U navedenim primjerima iznosi električnih i magnetskih polja ne prelaze propisane granice. Ako se ograničimo na hrvatsku elektroenergetsku mrežu i nadzemne vodove, postoje li slučajevi gdje iznosi električnih ili magnetskih polja prelaze propisane granice?
2. Ima li dokaza, podataka ili izračuna da električna i magnetska polja frekvencije 50Hz narušavaju ljudsko zdravlje? Koje bi to jakosti polja bile u korelaciji s vremenskim trajanjem izloženosti? Pojednostavljeno, zašto su dopuštene granične vrijednosti baš takve?
3. Usporedite dopuštene granične vrijednosti u Republici Hrvatskoj sa zemljama u okruženju i u svijetu! Postoje li razlike i kako ih tumačite?

PREFERENCIJALNA TEMA 4: PRIMJENA NOVIH TEHNIKA I TEHNOLOGIJA U PRIPREMI PROJEKTIRANJA, PROJEKTIRANJU, IZGRADNJI I ODRŽAVANJU NADZEMNIH VODOVA

B2-09 Ana Lovrenčić, Viktor Lovrenčić, Zsolt Peter, Yury Tsimberg INSPECTION OF THE CONDITION OF CONDUCTORS USING ROBOTIC TECHNOLOGY

Tema referata bavi se doista zanimljivom temom pregleda vodova i procjene stanja istih korištenjem specijalizirane opreme sa vlastitim pogonom (robot) koja koristi sam vodič kao "tračnicu" kojom se kreće te stvara magnetsko polje kojim provjerava konstruktivno stanje vodiča. Informacije se u realnom vremenu dijele sa bazom podataka kojoj korisnik ima pristup. Obzirom na kontinuiranu potrebu za održavanjem najviše moguće razine pouzdanosti i sigurnosti postojećih vodova, kao i zakonski okvir koji definira potrebu vlasnika da svoju infrastrukturu redovito održava, tehnologija kojom se omogućava kvalitetnije, brže i detaljnije prikupljanje podataka o stanju infrastrukture zasigurno je dobrodošlo. Bitan segment same implementacije predmetne tehnologije također uvelike ovisi i o zakonskoj regulativi kao i relevantnim standardima koji jasno definiraju zahtjeve koji moraju biti zadovoljeni prilikom bilo kakvih zahvata ovakvog tipa. Obzirom da se ovakvi zahvati najčešće rade na vodovima koji su dugo u pogonu te je moguća dotrajalost određenih elemenata voda, potrebno je sagledati i dodatnu problematiku koja nije opisana ovim referatom, što se poglavito odnosi na rizik pucanja dotrajalog vodiča uslijed dodatne težine robota kao i mogućih ugroza sigurnosnih visina i udaljenosti uslijed dodatnog točkastog tereta na vodičima. Međutim, navedeno je tema za dodatnu raspravu. Sam referat napisan je jasno te su kvalitetno opisane tehnologije, metodologije i ideje vezane uz realizaciju ovakvog načina pregleda stanja postojećih vodova

Pitanja za diskusiju:

1. Is the inspection robot applicable to circuits with multiple conductors per phase (bundled conductors), considering the installed spacers and distance between sub-conductors in a bundle?
2. Is it required to perform design checks prior to the deployment of an inspection robot to ascertain that all electromechanical and structural criteria are met? For example, internal (i.e. phase-to-phase check if work is done at live line or near live line conditions) and external clearance check (i.e. against ground and underlying objects) considering different positions of inspection robot within span (i.e. mid-span, one-third span etc.) or tension checks at conductor attachment points considering the additional weight of an inspection robot?
3. Does AHI take into account other derating criteria apart from proximity to industrial area or obsolescence, pending on the particularities of the line and area surrounding it (i.e. exposure to salty atmosphere or atmosphere with extreme climatic and weather swings)?

B2-10 Petar Drmać
DV 72,5 KV NA DRVENIM STUPOVIMA U ŠVEDSKOJ

Članak je u svakom slučaju interesantan i dobro je da nam kolega prenosi iskustva iz Švedske. Na taj način je pokazano da ne moraju dalekovodni stupovi biti rađeni uglavnom od čeličnih konstrukcije, već se upotrebljava i drvo kao nosivi materijal.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko se duboko izvode cilindrične rupe u koje se postavlja deblo (drveni stup)?
2. Koja vrsta drva se koristi za nosive stupove?
3. Da li se drvo štiti od propadanja i ako da s čime?

B2-11 Toni Oreč, Dragutin Jordanić, Antonio Elez
ACFR NADZEMNI VODIČ

Predmetni rad opisuje proces odabira i proizvodnje HTLS vodiča nove generacije sa karbonskom jezgrom. Karbonska jezgra je u pravilu čvršća od čelične varijante i ima manji koeficijent linearnog istezanja te je vodič upotrebljiv i na višim radnim temperaturama uz zadržavanje sigurnosne visine i udaljenosti. Tema članka je aktualna jer je sve više zahtjeva za povećanjem prijenosne moći postojećih dalekovoda uslijed integracije obnovljivih izvora u mrežu. U članku je ukratko opisan postupak dimenzioniranja ACFR prilikom zamjene postojećeg nadzemnog vodiča te je nakon toga opisan način izrade od odabira samog materijala za pojedinačne žice, njegove obrade pa do pouzavanja u završni proizvod. Obrađena je i problematika monolitne jezgre te njezin nedostatak u odnosu na višenitnu.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakav je utjecaj procesa žarenja na žilavost aluminijskih žica?
2. U slučaju korištenja jezgre sa više karbonskih niti koji je maksimalan broj oštećenih niti kod koje nije ugrožena nosiva funkcija vodiča?
3. Koji se standardi i norme primjenjuju prilikom izrade odn. završne kontrole kvalitete ovog tipa vodiča?
4. S obzirom da nosiva jezgra nije metalna, kojom metodom se može utvrditi njeno stanje u pogonu?

B2-12 Ivan Jurić, Marin Ćurković
EKSPLOATACIJA VISOKOTEMPERATURNOG VODIČA S KOMPOZITNOM
JEZGROM TIPA ACCC U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI 35 kV

Tema kojom se bave autori u predmetnom radu vezana je uz prvu ugradnju specifičnog tipa vodiča tzv. visokotemperaturnih niskoprovjesnih u distribucijskoj mreži HEP ODS-a kao i pogonska iskustva vezana uz njegovu primjenu. Naime, pokazalo se kako je jedina postojeća veza između TS 110/35 kV Makarska i 35/10 kV Makarska, 35 kV nadzemni vod, zbog intenzivnog razvoja navedenog područja i znatnog povećanja potrošnje pogotovo u ljetnim mjesecima (turizam), nedostatnog kapaciteta i da ga je bilo potrebno na odgovarajući način obnoviti i povećati mu kapacitet prijenosa. Navedeno je postignuto zamjenom kompletne elektro opreme čime je povećana pouzdanost a što je uključivalo i zamjenu vodiča, ugradnjom navedenog novog tipa visokotemperaturnog niskoprovjesnog vodiča odgovarajućeg presjeka i promjera koji nije zahtijevao potrebu zahvata na stupovima. Autori kroz određena poglavlja analiziraju pogonske efekte navedene obnove i analizom određenih dostupnih parametara ukazuju na benefite postignute navedenim zahvatom na predmetnom nadzemnom vodu.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način je riješena problematika povećane prijenosne moći (struje) nadzemnog voda kao i povećane pogonske temperature vezano uz ostalu opremu koja se nalazi na obje priključne točke predmetnog nadzemnog voda?
2. Imaju li autori informacije o pogonskim podacima vezanim uz maksimalno ostvareno opterećenje voda nakon ugradnje ACCC-a i ako da o kojem redu veličine maksimalnih struja se radilo? Je li uspostavljen ili se planira uspostaviti sustav monitoringa tj. kontrole provjesa vodiča vezanog uz

pogon pod većim opterećenjima i temperaturama od konvencionalnih, za odabrani presjek vodiča?

3. Na što autori ukazuju i što zaključuju iz analize različitih scenarija vezanih uz emisiju CO₂?

**B2-13 Danko Dobranović, Haris Trobradović, Damir Kurtić
SISTEMATSKI NADZOR I INSPEKCIJA DALEKOVODA I KABELA**

Prikazane su postojeće i novija tehnika sustava pregleda/nadzora elektroenergetske opreme s primjenom na dalekovodima i kabelima. Korisno za inicijalni/pregledni uvid u postojeće tehnike te neke od njihovih mogućnosti. Također, preporuča se kombinacija pregleda opreme s više tehnika paralelno.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako zapravo funkcionira ultrazvučna metoda pregleda dalekovoda/kabela?
2. Što se zapravo detektira ultrazvučnom metodom pregleda?
3. Koje su nepravilnosti uočene na dalekovodima sa slika 8, 9 i 10 u referatu?

**B2-14 Ivica Pavić, Renato Čučić, Zoran Kovač, Dragutin Mihalic
KRITERIJI ODABIRA OPTIMALNIH KARAKTERITIKA HTLS VODIČA ZA
POVEĆANJE PRIJENOSNE MOĆI POSTOJEĆIH VODOVA**

U uvodnom dijelu referata autori opisuju prednosti HTLS vodiča u odnosu na klasične Al/Č vodiče te daju informativne informacije o različitim tehnologijama HTLS vodiča i njihovim fizikalnim svojstvima. Autori su u referatu pokušali definirati osnovne kriterije za izbor optimalnih karakteristika HTLS vodiča, ne ulazeći dublje u problematiku mehaničkog proračuna HTLS vodiča u uvjetima konkretne primjene, utjecaja pojedinih parametara HTLS vodiča na mogućnosti njegove primjene u danim uvjetima te međuovisnosti klimatskih uvjeta duž trase dalekovoda i potrebnih karakteristika (utjecajnih parametara) HTLS vodiča. Također, autori kroz referat navode bitne prednosti primjene HTLS vodiča prilikom revitalizacija postojećih prijenosnih vodova.

Pitanja za diskusiju:

1. Vezano za određivanje optimalnih tehničkih karakteristika HTLS vodiča, mogu li autori uputiti na druge konkretne parametre HTLS vodiča (izuzev promjera i uzdužne mase) koji će osigurati primjenjivost tako definiranog (opisanog) HTLS vodiča u smislu zamjene za postojeći Al/Č vodič u uvjetima konkretne primjene. Ako da, imaju li potrebne vrijednosti ovih parametara određenih korelacija sa parametrima postojećeg Al/Č vodiča?
2. Obzirom na raznolike klimatske parametre kojima se protežu trase dalekovoda i različite tehnologije jezgri HTLS vodiča te materijala aluminijskog plašta, mogu li autori dati kakve preporuke o izboru tehnologije jezgre i materijala aluminijskog plašta, odnosno utjecaju tehnologije jezgre i materijala aluminijskog plašta na primjenjivost HTLS vodiča u uvjetima izraženijih djelovanja dodatnog tereta te tlaka vjetra?
3. Obzirom da HTLS vodiči imaju manje provjese od Al/Č vodiča, kakva su praktična iskustva sa određivanjem sile zatezanja HTLS vodiča u smislu usklađivanja provjesa HTLS vodiča i zaštitnog užeta, očuvanja kuta zaštite duž raspona te utjecaja možebitnog dotezanja zaštitnog užeta na statiku vrhova stupova?

**B2-15 Filip Jelavić, Toni Pavić, Vlatko Brnić
PREGLED SUSTAVA UZEMLJENJA STUPOVA NADZEMNIH VODOVA U
INOZEMNOJ PRAKSI**

Rad zadire u tematiku sustava uzemljenja stupova visokonaponskih nadzemnih vodova s aspekta propisanih mjera zaštite voda od atmosferskih prenapona i povratnog preskoka te zaštite ljudi od moguće pojave napona opasnosti pri prolaznom zemljospoju. Rad je preglednog tipa i ukratko predstavlja najčešće izvedbe sustave uzemljenja stupova koji se primjenjuju u domaćoj i dijelu inozemne prakse, s naglaskom na područje Skandinavije i Nordijske regije, polazeći od uobičajenih (osnovnih) tipova uzemljivačkih sustava do proširenih izvedbi, i to kroz način polaganja, različitost oblika i materijala te minimalnih presjeka uzemljivača. Također, daje se kratki osvrt na metodologiju proračuna uzemljivačkog sustava te elemente izvedbe uzemljivačkog sustava u fazi projektiranja. U završnom dijelu rada, kao najznačajnije, kroz tablični prikaz autori navode rezultate proračuna na modelu uzemljivača temeljenog

na istom tipu i dimenzijama stupa te tlu istog specifičnog otpora, a radi međusobne usporedbe osnovnih uzemljivačkih sustava kroz najvažnije električne i izvedbene karakteristike.

Pitanja za diskusiju:

1. Obzirom na prikazanu praksu, topologiju i osnovne karakteristike uzemljivača stupa, kakav bi bio međusobni odnos i efikasnost prikazanih oblika i izvedbi uzemljivača u smanjenju broja povratnih preskoka na izolaciji pri atmosferskom pražnjenju u području krša?
2. U kojim slučajevima se pribjegava izvedbi uzemljivača s vertikalnim sondama umjesto s horizontalnim krakovima te kakav je međusobni odnos u troškovima izvedbe?

B2-16 Domagoj Hart, Alain Xemard, Ivo Uglešić, Tibor Dolenc, Goran Levačić, Serge Poullain, Zoran Rubinić, Viktor Milardić, Miroslav Mesić KONVERZIJA AC NADZEMNIH VODOVA U DC

Rad je iznimno zanimljiv i vjerojatno prvi ove dubine i razine razrade u Hrvatskoj u grupi B2. Pruža uvid u aktualne norme i literaturu kojima se regulira ovo područje, te ukazuje kako tu još postoji jedan regulativni vakuum na razini Europe u smislu odgovarajućeg propisa/norme prema kojoj bi se projektirali i gradili nadzemni HVDC vodovi. Na primjeru konkretnog 220 kV AC dalekovoda su provedene određene tehničke analize kojima se pokazuje koji od elemenata dalekovoda bi trebali i na koji način biti izmijenjeni kako bi se postojeći dalekovod pretvorio u DC vod, s prikazom odabira najviše moguće DC naponske razine i povećanja prijenosne moći. Dan je i prikaz prednosti HVDC prijenosa u odnosu na HVAC prijenos.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je prema iskustvima autora neki postojeći HVAC dalekovod već pretvoren u HVDC dalekovod?
2. Ako je odgovor na prethodno pitanje da, možete li dati nešto više detalja o tome?
3. Da li ima naznaka kada bi mogla biti izrađena i spremna za primjenu odgovarajuća norma prema kojoj bi se u EU projektirali i gradili HVDC vodovi?

B2-17 Srećko Bojić, Domagoj Božić, Dalibor Škarica, Branko Ćosić ZNAČAJ I PRISTUP IZBORU MJESTA I OPREME ISPITNOG POLIGONA ZA PRAĆENJE STANJA IZOLACIJE NADZEMNIH VODOVA I POSTROJENJA PRI ONEČIŠĆENJU POSOLICOM

Onečišćenje izolacije posolicom jadranskog tipa specifičan je pogonski izazov za vodove u primorskom dijelu Hrvatske. Rad potiče na implementaciju ispitnog poligona za praćenje stanja izolacije u korelaciji s parametrima okoline u realnom vremenu i sažeto razmatra kriterije za definiranje ciljeva, vrste i namjene ispitnog poligona, metodologiju praćenja, izbor lokacije i opreme. Dat je osvrt na prethodno provedena istraživanja, laboratorijska ispitivanja i studije od 70.-ih godina na ovamo, naglašavajući kako su takve aktivnosti u proteklom periodu usporene ili obustavljene. Temeljem tih aktivnosti prikupljena su značajna no još uvijek nedostatna iskustva, koje valja nadograditi temeljem vlastite i svjetske elektroprivredne prakse, kao i temeljem novog CIGRE vodiča na ovu temu. Sugerira se i optimalna lokacija za uspostavu ispitnog poligona temeljem svih relevantnih parametara, navodi potrebna mjerno-akvizicijska i meteorološka oprema. Kao rezultat projekta izgradnje eksperimentalnog i suvremeno opremljenog poligona očekuje se stvaranje vlastite baze podataka neophodne za definiranje i izbor optimalnog tipa i vrste izolatora što dovodi do optimiranja troškova održavanja i veće pouzdanosti i raspoloživosti vodova ugroženih posolicom.

Pitanja za diskusiju:

1. Kolika je gruba procjena investicije za ovakav ispitni poligon kakav se predlaže u radu ukoliko je osigurano zemljište?
2. U radu se spominje karta onečišćenja izrađena prije 30 godina. Što bi bilo potrebno učiniti za aktualizaciju karte obzirom na današnji karakter industrije i novih saznanja o posolici u RH?
3. Primjećuje li se utjecaj klimatskih promjena vezano uz probleme s posolicom u pogonu?

PREFERENCIJALNA TEMA 5: ZAKONSKI I NORMATIVNI OKVIR, KONTROLA KVALITETE

B2-18

Kristijan Pavić, Mario Križić, Nikola Lakić GLAVNI PREGLEDI ČELIČNO REŠETKASTIH STUPOVA NADZEMNIH VODOVA

Tema kojom se bave autori u predmetnom referatu je glavni pregled čelično rešetkastih stupova nadzemnih vodova. Autori dobro vladaju tematikom te su navedeni propisi, pravilnici, regulative i norme kojih se treba pridržavati prilikom glavnih, a i dopunskih pregleda čelično rešetkastih stupova nadzemnih vodova. Autori kroz određena poglavlja utvrđuju stanje pojedinih stupova, kako u 35 kV, tako i 110,220, te 400 kV mreži, te su i navedena te foto-dokumentirana pojedina oštećenja temelja stupova, kao i oštećenja pojedinih pojasnika i dijagonala uslijed korozije. U zaključku rada navodi se da svim tim glavnim pregledima treba pristupiti krajnje profesionalno i studiozno, te ne u periodu dužem od 5 godina. Također, navedeno je i što bi sve to glavni pregled morao sadržavati.

Pitanja za diskusiju:

1. Imaju li autori imaju prijedlog kako bi se mogao produžiti životni vijek konstrukcije čeličnorešetkastih nadzemnih stupova dalekovoda?
2. Je li vremenski razmak od 5 godina za glavni pregled građevinske konstrukcije čelično rešetkastih stupova odgovarajući, s obzirom na njihovu raspoloživost glede pouzdanosti napajanja konzuma?
3. U smislu navedene antikorozivne zaštite dalekovoda, postoji li zaštita koja bi bila kvalitetnija od duplex (cinčanje i bojanje) zaštite, u smislu sprečavanja korozije čelično rešetkastih stupova?

ZAKLJUČAK

Za ovo 15. Savjetovanje pristiglo je i prihvaćeno ukupno 18 radova koji su svojom tematikom obuhvatili svih 5 preferencijalnih tema. Iako je na dosadašnjim savjetovanjima veliki broj radova obrađivao pogonske događaje i iskustva (najčešće havarijske događaje i tehnička rješenja sanacije), na ovom savjetovanju je za tu preferencijalnu temu pristigao relativno mali broj radova. Kako je već rečeno, vjerojatno je znatni doprinos tome i činjenica kako u prijenosnim mrežama Republike Hrvatske i okruženja u proteklom periodu nije bilo značajnijih vremenskih nepogoda koje bi uzrokovale značajnije kvarove ili havarije nadzemnih vodova. Ono što posebno veseli je sve veći broj radova koji obrađuju primjenu novih, suvremenih tehnologija u praksi planiranja, projektiranja, izgradnje i održavanja nadzemnih vodova te vođenja prijenosnog sustava u cjelini, a sve sa ciljem razvoja i unaprjeđenja prijenosne mreže te racionalizacije i optimizacije održivog upravljanja ovim resursima.

Uvažavajući radove prezentirane pod prvom preferencijalnom temom, možemo zaključiti kako i hrvatski i slovenski operator prijenosnog sustava prepoznaju značaj održavanja nadzemnih vodova te u tom smislu ulažu u nove tehnologije koje će omogućiti brže i racionalnije utvrđivanje stanja vodova te promptno djelovanje u slučaju potrebe za pojačanim održavanjem. Posebno moramo čestitati slovenskim kolegama na razvojno-istraživačkom karakteru njihovih aktivnosti. Također, u sklopu prve preferencijalne teme pozdravljamo i ponovnu aktualizaciju problematike utjecaja posolice na izolaciju nadzemnih vodova sa konkretnim prijedlozima unaprjeđenja sustava izolacije u vidu monitoringa.

Kako je prethodno rečeno, druga preferencijalna tema koja otvara prostor prezentiranju pogonskih iskustava i događaja nije zabilježila veliki broj radova. Međutim, treba istaknuti kako su pristigli i prihvaćeni radovi izuzetno značajni zbog svog informativnog karaktera (primjena modularnih stupova i pretvorba 35 kV voda u 110 kV vod), ali i otvaranja do sada potpuno zanemarene teme otpornosti nadzemnih vodova na utjecaj potresa. Obzirom na havarije koje su se u srpnju dogodile na području Hrvatske (400 kV vod u Slavoniji i 110 kV vod u Istri), a koje su uzrokovale nepovoljne vremenske prilike (snažan vjetar, pijavice), vjerujemo kako ćemo na slijedećem savjetovanju imati i referate o tim događajima te načinima sanacije oštećenja. Za spomenuti je i činjenica kako su u sanaciji oštećenja na 400 kV vodu po prvi puta u Hrvatskoj primijenjeni modularni stupovi na 400 kV nazivnom naponskom nivou, što je bilo posebno izazovno.

Treća preferencijalna tema o tehničkim i okolišnim aspektima nadzemnih vodova nije nam donijela niti jedan referat vezan uz okolišne aspekte, unatoč izuzetno aktualnoj problematici utjecaja nadzemnih vodova na okoliš i sve rigoroznijim zahtjevima i mjerama očuvanja okoliša i prirode. U sklopu ove teme ističemo izuzetno koristan i značajan rad vezan uz procjenu rizika od utjecaja električnih i

magnetskih polja pri radu na dvosustavnim vodovima, posebno iz razloga prepoznavanja značaja teme, cjelovitosti provedenih ispitnih aktivnosti te konkretnih preporuka primjene mjera za siguran rad. Pored ovog rada, drugi prihvaćeni rad je obradio teoriju proračuna električnog i magnetskog polja nadzemnih vodova te dao pregled nacionalnih i europskih pravnih akata uz osvrt na načelo predostrožnosti i načelo ograničenja izlaganja neionizirajućem zračenju, što svakako doprinosi boljem razumijevanju ove problematike.

Kako je već rečeno, posebno veseli veliki broj radova svrstanih pod četvrtu preferencijalnu temu koja obrađuje primjenu novih tehnika i tehnologija u pripremi projektiranja, projektiranju, izgradnji i održavanju nadzemnih vodova. Analizirajući radove, možemo zaključiti kako se sve veći značaj daje primjeni automatiziranih metoda pregleda nadzemnih vodova i utvrđivanju njihovog stanja, što će svakako doprinijeti brzini provođenja pregleda i eventualno potrebnih djelovanja u smislu održavanja, odnosno sanacije uočenih oštećenja, ali i planiranja održavanja. Također je značajan broj radova obradio primjenu HTLS vodiča, što je rezultat sve češće primjene takvih vodiča u prijenosnoj i distributivnoj mreži Republike Hrvatske, a samim time i stjecanja novih iskustava. Ovdje moramo spomenuti i da su bila najavljena dva vrlo interesantna rada vezana uz HTLS vodiče sa višežičnim jezgrama čija je proizvodnja pokrenuta u Hrvatskoj. Na žalost, niti jedan od najavljenih radova nije pristigao u traženom vremenskom roku. Unatoč tome, nadamo se kako ćemo na slijedećem savjetovanju imati prilike vidjeti i te radove. Također, u sklopu ove preferencijalne teme pozdravljamo i rad vezan uz uspostavu ispitnog poligona za ispitivanje utjecaja posolice na izolaciju nadzemnih vodova te odabir reprezentativne lokacije istog te se nadamo kako će u narednom periodu doći i do same realizacije projekta ispitnog poligona.

Potvrđujući značaj održavanja nadzemnih vodova, u sklopu pete preferencijalne teme pristigao je rad koji obrađuje problematiku glavnih i dopunskih pregleda čelično rešetkastih stupova nadzemnih vodova te daje konkretne smjernice o opsegu i sadržaju ovakvih pregleda. Obzirom na to, vjerujemo kako će rad doprinijeti unaprjeđenju procesa utvrđivanja stvarnog stanja nadzemnih vodova te pravovremenog i svrsishodnog održavanja.

Zaključno, obzirom na broj pristiglih i prihvaćenih radova, tematiku radova, kvalitetu obrade tema i prezentacije radova, možemo biti zadovoljni ovogodišnjim radom SO-B2 koji je još jednom pokazao snagu suradnje među eminentnim stručnjacima te svoj izrazito informativni i edukacijski karakter.