

mr.sc. Saša Kraljević, dipl.ing.el
HEP ODS d.o.o., „Elektrodalmacija“, Split
sasa.kraljevic@hep.hr

Josip Letica, dipl.ing.el
HEP ODS d.o.o., „Elektrodalmacija“, Split
josip.letica@hep.hr

Tome Dujmović, dipl.ing.el
HEP ODS d.o.o., „Elektrodalmacija“, Split
tome.dujmovic@hep.hr

GRADNJA PODVODNOG/PODMORSKOG NISKONAPONSKOG KABELA – OD IDEJE DO REALIZACIJE

SAŽETAK

Nakon zaprimanja zahtjeva za priključkom koji se zbog geografskih i električkih parametara mogao izvesti isključivo ispod vode, HEP ODS d.o.o. DP Elektrodalmacija Split, TJ Metković se našao pred izazovom gradnje podvodnog/podmorskog niskonaponskog kabela.

Pokazalo se da na tržištu ne postoji niskonaponski kabel za trajno polaganje ispod razine vode koji istovremeno zadovoljava uvjete uzdužnog i poprečnog mehaničkog naprezanja.

Radom su obuhvaćena rješenja konstrukcije kabela, stabilizacija i zaštita kabela u muljevitom dnu i priobalnom dijelu, kao i složeni proces polaganja kabela.

Ključne riječi: priključak, podvodni/podmorski niskonaponski kabel, realizacija

CONSTRUCTION OF UNDERWATER LOW VOLTAGE CABLE - FROM IDEA TO REALIZATION

SUMMARY

After receiving a request for a grid connection that could only be made underwater due to geographical and electrical parameters, HEP DSO, Elektrodalmacija Split, TJ Metković was faced with the challenge of constructing an underwater low-voltage cable.

It turned out that there was no low-voltage cable on the market for permanent installation below the water level that simultaneously met the requirements of longitudinal and transverse mechanical stresses.

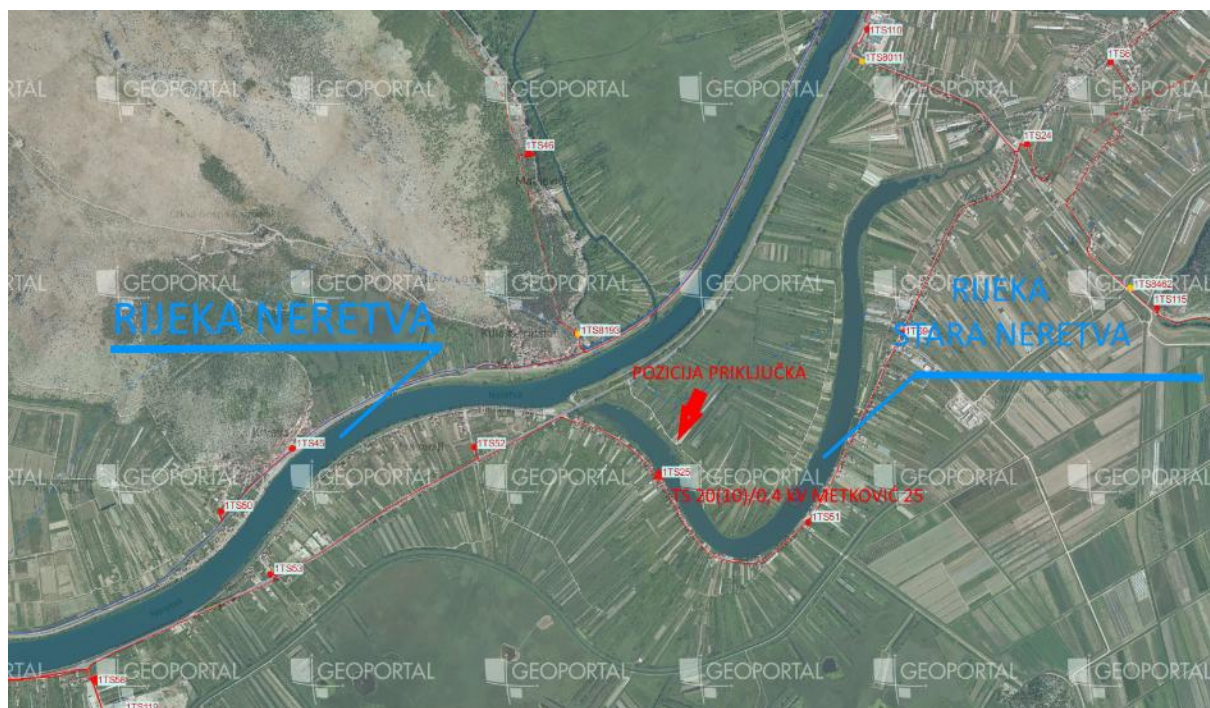
The paper presents cable construction solutions, cable stabilization and protection in the muddy bottom and coastal area, as well as the complex process of cable laying.

Key words: grid connection, underwater low voltage cable, implementation

1. UVOD

HEP ODS d.o.o, DP Elektrodalmacija Split, TJ Metković zaprimila je zahtjev za priključenje nazivne snage 4,6kW na poziciji van građevinske zone. Radilo se o objektu poljoprivredne namjene udaljenom 180 m zračne linije od postojeće TS 20(10)/0,4 kV Metković 25. Sukladno tada važećoj Metodologiji utvrđivanja naknade za priključenje na elektroenergetsku mrežu novih korisnika mreže i za povećanje priključne snage postojećih korisnika mreže (NN 51/2017), obveza stvaranja uvjeta u NN mreži i izgradnja priključka bili su obveza HEP ODS d.o.o. i to po jediničnoj cijeni za priključnu snagu.

Problem u gradnji ovog priključka bio je u tome što se između napojne TS 20(10)/0,4 kV Metković 25 i pozicije priključenja nalazilo bivše korito rijeke Neretve. Regulaciju toka rijeke Neretve odradila je Austro-ugarska monarhija u periodu od 1881. do 1889. godine, na način da je tada vijugava Neretva dobila ravni tok, a uvijeni dijelovi su ostali izolirani od glavnog vodotoka. Jedna od vijuga odvojenog toka Neretve smjestila se između potrošača i najbliže distribucijske transformatorske stanice HEP ODS d.o.o.



Slika 1. Makrolokacija složenog priključka

Razmatrane su sve opcije priključivanja na niskom naponu. Moguća su bila rješenja napajanja zaobilaznim kopnenim putem, na udaljenosti od približno 1,5 km ili opcija polaganja kabela ispod površine vode. Procijenjeno je da je jedini ispravan način spajanja polaganjem kabela ispod površine starog korita rijeke Neretve. Također je procijenjeno da se ovakav priključak ne može izvesti u roku od 30 dana, pa je priključak proglašen složenim u smislu čl. 10 Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu HEP 2021.

Za potrebe realizacije priključka izrađen je Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključenja – EOTRP. Za proračun pada napona na priključku odabrani su HEP-ovi tipski kabele XP00 4 x 150 mm² i XP00 4 x 25 mm², što je vidljivo na slici 2.

7 Proračuni NN mreže

TRANSFORMATORSKA STANICA (TS)				TRANSFORMATOR (TR)	
Šifra TS	Naziv TS	U _{TS,SN} (kV)	U _{TS,NN} (V)	Snaga (kVA)	
	METKOVIĆ 25	10,00	400,00	250	

NN IZVOD	POSTOJEĆI KUPCI NA IZVODU				GRADEVINA PODNOŠITELJA ZAHTJEVA	MJESTO PRIKLJUČENJA GRADEVINE	OPTEREĆENJE IZVODA	
Naziv NN izvoda	Broj 1F	Broj 3F	Broj P>20	P > 20 (kW)	P _{KUPAC} (kW)	Broj OMM	Čvoriste broj	P _{IZVOD} (kW)
1	0	0	0	0	7,36	1	1	7,36

DIONICA OD - DO		PARAMETRI MAGISTRALNE DIONICE						
Od čvorista	Do čvorista	Tip vodiča	Broj vodiča u paraleli	I _{max} (A)	Duljina (m)	I _{opt} (A)	I _{opt} (%)	
TS	1	XP 00-A 4x150	1	300	200	10,62	3,54	
1	2	XP 00-A 4x25	1	112	20	0,00	0,00	
2	3	??	1	0	52	0,00	-	
3	4	??	1	0	25	0,00	-	
4	5	??	1	0	60	0,00	-	
5	6	??	1	0	62	0,00	-	
6	7	??	1	0	40	0,00	-	
7	8	??	1	0	34	0,00	-	
8	9	??	1	0	33	0,00	-	
9	10	??	1	0	70	0,00	-	

ČVORIŠTE	POTROŠNJA U ČVORIŠTU	NAPON ČVORIŠTA			STRUJA KS-a U ČVORIŠTU	
Čvoriste broj	P _{ČVORIŠTE} (kW)	U _{ČVORIŠTE} (V)	U _{ČVORIŠTE} (%)	ΔU (%)	I _{K3} (kA)	I _{K3} (kA)
1	7,36	399,24	99,81	-0,19	4,01	1,78
2	0,00	399,24	99,81	-0,19	3,01	1,20
3	0,00	-	-	-	-	-
4	0,00	-	-	-	-	-
5	0,00	-	-	-	-	-
6	0,00	-	-	-	-	-
7	0,00	-	-	-	-	-
8	0,00	-	-	-	-	-
9	0,00	-	-	-	-	-
10	0,00	-	-	-	-	-

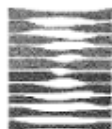
Iznosi struja i napona su unutar propisanih granica.

Slika 7.1 Kontrolni proračun NN mreže – smjer potrošnje – stanje mreže nakon stvaranja uvjeta priključenja građevine Podnositelja zahtjeva (nakon sanacije NN mreže)

Slika 2. Kontrolni proračun NN mreže složenog priključka

2. PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE

Gradnja priključka za jednog potrošača spada u radove koji se temeljem Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22 155/23), čl. 3. st. 5. izvode bez građevinske dozvole. Potencijalna kabelska trasa nalazila se na katastarskim česticama kojim upravljaju Hrvatske vode d.o.o. VGO Split i Županijska uprava za ceste Dubrovnik.



HRVATSKE VODE
VODNOGOSPODARSKI ODJEL
ZA SLIVOVE JUŽNOG JADRANA
21000 Split, Vukovarska 35

Telefon: 021 / 309 400
Telefax: 021 / 309 491

KLASA: 325-01/21-18/0011370
URBROJ: 374-24-1-21-2
Datum: 06.12.2021

Dubrovačko-neretvanska županija
Upravni odjel za prostorno uređenje i gradnju
Ispostava Metković
n/p Josip Jelčić, mag.ing.aedif.

Predmet: Vodopravni uvjeti za izgradnju-polaganje KB 1kV iz TS 20(10)/0.4 kV „Metković 25“
(priključak Vučković), na k.č. 13144/1, 13109 i dr. k.o. Metković

Dubrovačko-neretvanska županija, Upravni odjel za prostorno uređenje i gradnju, Ispostava Metković, KLASA: 350-05/21-28/000595, URBROJ: 2117/1-23/4-3-21-0003 od 30.11.2021.god., za investitora HEP ODS d.o.o., Elektrodalmacija, Split, podnio je zahtjev zaprimljen 01.12.2021.god. putem elektroničkog sustava eKonferencija, za izdavanje vodopravnih uvjeta za izgradnju-polaganje KB 1kV iz TS 20(10)/0.4 kV „Metković 25“ (priključak Vučković), na k.č. 13144/1, 13109 i dr. k.o. Metković.

Uz zahtjev za izdavanje vodopravnih uvjeta dostavljena je slijedeća dokumentacija:

– Idejno rješenje; T.D. 9738; HEP ODS d.o.o., Split; studeni 2021. (PDF)

Uvidom u raspoloživu dokumentaciju utvrđeno je da planirani zahvat u prostoru utječe na ciljeve iz članka 5. stavak 2. i članka 46. Zakona o vodama (NN broj 66/19 i 84/21), te temeljem članka 158. Zakona o vodama, Hrvatske vode, Vodnogospodarski odjel za slivove južnog Jadrana, Split izdaju

VODOPRAVNE UVJETE

za izgradnju-polaganje KB 1kV iz TS 20(10)/0.4 kV „Metković 25“ (priključak Vučković), na k.č. 13144/1, 13109 i dr. k.o. Metković

1. Investitor je dužan izraditi glavni projekt predmetnog objekta u skladu sa ovim vodopravnim uvjetima, kao i svom ostalom važećom prostorno-planskom dokumentacijom. Glavni projekt je dužan dostaviti Hrvatskim vodama na vodopravnu potvrdu.
2. Investitor je dužan riješiti svu potrebnu imovinsko-pravnu problematiku koja će se javiti zbog polaganja i prijelaza KB preko čestica javno vodno dobro i ishoditi odgovarajući ugovorni dokument predviđen Zakonom o vodama.
3. Investitor je dužan pri rješavanju imovinsko-pravne problematike konzultirati Službu za javno vodno dobro Hrvatskih voda – VGO Split.
4. Investitoru se daje na znanje kako se na predmetnom području, izgradnje-polaganja KB nalaze čestice "javnog vodnog dobra" i to: k.č. 13144/1, 13143 i 12936 k.o. Metković, odnosno korito vodotoka Stara Neretva. Nužno je zadržavanje kontinuiteta toka vodotoka, kao i kontinuiteta čestica javnog vodnog dobra.
5. Trasa KB smije prolaziti u uzdužnom smjeru unutar korita vodotoka i to u krajnjem dijelu obale, maksimalno udaljeno do vodnog lica. Vođenje trase paralelno sa koritom vodotoka izvesti na



077007056

način kojim se neće ugroziti cjelovitost i stabilnost obale i korita i koji će omogućiti redovito održavanje obale i korita. Investitor je na istoj min. udaljenosti dužan locirati sva instalacijska okna, ormariće i ostalu opremu. Polaganje trase KB i ostalih instalacija kroz svodene i cijevne propuste, odnosno u njihove obloge nije dozvoljeno.

6. Investitor je dužan na mjestu poprečnog prijelaza trase KB preko obale i korita vodotoka Stara Neretva trasu KB ukopati ispod postojećeg terena obale, dna i osigurati na način da isti uvuče u betonski blok ili zaštititi odgovarajućom betonskom zaštitom čija će gornja kota biti min. 1.0 m ispod kote postojeće obale, odnosno dna korita. Mjesto prijelaza preko korita izvesti što okomitije na uzdužnu os korita, te ga označiti odgovarajućim oznakama postavljenim izvan korita na odgovarajućoj udaljenosti kako ne bi došlo do bilo kakvih incidentnih situacija tijekom regulacije ili održavanja obale i korita. Investitor je dužan omogućiti nesmetano izvršavanje radova na čišćenju i održavanju obale i korita vodotoka Stara Neretva. Ako to dozvoljavaju tehnički uvjeti prijelaz može biti projektiran i u okviru konstrukcije mosta ili propusta na način da se ne umanju proticajni profil vodotoka i obvezno sa nizvodne strane toka.
7. Na mjestu prijelaza trase KB ispod korita vodotoka potrebno je mjesto loma nivelete trase KB za prolazak ispod korita pomaknuti izvan korita u dogovoru sa službama Hrvatskih voda.
8. Nadzor nad predmetnim radovima vršiti će ovlašteni djelatnik Hrvatskih voda, a Investitor radova dužan je o početku radova pravodobno obavijestiti Hrvatske vode.
9. Investitor je dužan za višak iskopa projektom odrediti mjesto, način deponiranja i konačno uređenje deponija. Teren devastiran radovima, Investitor je dužan sanirati.
10. Investitor je dužan izgradnju predmetnih objekata uskladiti sa postojećim i planiranim komunalnim vodovima na terenu, te za moguća križanja (sa vodovodom, kanalizacijom, strujom, telekomunikacije i sl.) ishoditi posebne uvjete i suglasnosti nadležnih poduzeća.
11. Investitor je dužan pri izradi glavnog projekta predvidjeti odgovarajuće mjere da izgradnjom građevine za koju se izdaju ovi vodopravni uvjeti ne dođe do šteta ili nepovoljnih posljedica za vodnogospodarske interese.

Ovi se vodopravni uvjeti mogu izmijeniti sukladno članku 158. Zakona o vodama.



Dostava:

1. Naslovu (putem elektroničkog sustava eKonferencija na adresi <https://dozvola.mgipu.hr>) (PDF);
2. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Uprava vodnoga gospodarstva i zaštite mora – Zagreb (PDF);
3. Služba 24-1 (u spisi);
4. Pismohrana;
5. VGI Opuzen (PDF).



Slika 3. Vodopravni uvjeti za gradnju kabela trase

Prilikom sakupljanja uvjeta za građenje od javnopravnih tijela na čijem terenu se trebao graditi kabelski priključak, Hrvatske vode d.o.o. su između ostalog kao uvjet postavile izradu glavnog projekta. Uvjeti Hrvatskih voda d.o.o. vidljivi su na slici 3. Osim izrade glavnog projekta, vodopravni uvjeti propisuju

da kabel na dnu treba biti ukopan na dubinu od 1 m na cijeloj kabelskoj trasi što bitno komplicira realizaciju, s obzirom na to da ne postoji građevinska mehanizacija koja može vršiti iskope toliko daleko od obale.

Prije izrade glavnog projekta, posebno njegovog građevinskog dijela, bilo je potrebno utvrditi strukturu i konfiguraciju tla na dnu korita Stare Neretve. U tu svrhu unajmljena je tvrtka specijalizirana za podvodne građevinske radove. Ronioci su utvrdili da je vidljivost na dnu "nula metara". Ronioci su se orijentirali pomoću užeta koje je prethodno postavljeno na dno. Snimka sa kamere koju su nosili ronioci bila je potpuno nejasna već na dubini od dva metra. Ronioci su pregledali dno pipajući rukama po mulju ispred sebe. Struktura tla ispitivana je ubađanjem sonde u dno.

Rezultat ispitivanja je pokazao da je dno ravno i prohodno, bez ikakvih zapreka. Tlo je aluvijalno, muljevito, do dubine od čak 4 i više metara. Naime, sonde koje su ronioci zabijali u dno bile su duge 4 m, a oni su ih zabijali u dno u cijelosti. Ovako nestabilno dno postavilo je pred nas izazove u smislu iskopa i stabilizacije kabelskog rova, ali i u odabiru kabela, koji je osim na poprečno morao biti otporan i na uzdužno opterećenje zbog potencijalnog slijeganja trase.

Nakon prikupljenih uvjeta javnopravnih tijela, te razmotrenih potreba za stvaranje uvjeta u mreži pristupilo se odabiru kabela za stvaranje uvjeta u mreži niskog napona, u ovom slučaju ispod vodene linije. Promatranjem područja sjeverne obale Stare Neretve zaključeno je da postoji mogućnost proširenja distribucijske mreže na području uz potrošača koji je podnio zahtjev, te da kabel treba imati prijenosnu moć kao XP00 4 x 150 mm². Osim toga, kabel treba imati otpornost na dvije komponente mehaničkog opterećenja. Na poprečno mehaničko opterećenje, zbog potencijalnog nepropisnog djelovanja sidara koji se mogu koristiti na plovnom putu Stare Neretve, te na uzdužno mehaničko opterećenje, zbog potencijalnog slijeganja tla koje za posljedicu može imati rastezanje kabela. Kabel naravno treba biti predviđen za polaganje ispod vode. Mehanička otpornost u ovom smislu postiže se opletom od čeličnih žica, kao u izvedbi SWA (Steel wire array).

Ispitivanjem ponude kabela na tržištu Republike Hrvatske pronađen je samo jedan kabel koji je zadovoljavao sve zahtjeve, a to je bio kabel NYRY 4 x 120 mm² ponuđača Tim kabel. Stranica iz kataloga vidljiva je na Slici 4.

IEC tipska oznaka: Cu/PVC/SWA/PVC

norme: HRN HD 603 S1

IEC 60502-1

DIN VDE 0276-603

Kabli sa 6 i više vodiča HRN HD 627 S1; DIN VDE 0276-627

NYRY

05

Energetski i signalni 0,6/1 kV kabel izoliran i oplasten PVC-om, armiran galvaniziranim okruglim čeličnim žicama

N - u skladu s DIN VDE standardom

Y - PVC izolacija

R - ojačanje galvaniziranim čeličnim žicama okruglog presjeka

Y - PVC plašt



Tehnički podaci

Granični temperaturni uvjeti:

- fiksno ugrađen: -30 °C do +70 °C
- pri savijanju/polaganju: -5 °C do +50 °C
- kod kratkog spoja maks. 5 s: do 160 °C

Nazivni napon: $U_0/U = 0,6/1$ kV

Ispitni napon: 3,5 kV

Maksimalna sila naprezanja Cu vodiča: 50 N/mm²

Otpornost prema gorenju: Kabel je samogasiv prema IEC 60332-1 / EN 60332-1 (prije EN 50265-2-1) / VDE 0482-332-1 (prije VDE 0482-265-2-1, isto DIN VDE 0472 dio 804 test metoda B)

Minimalni unutarnji polumjer savijanja: (D = vanjski promjer kabela)

- 15D jednožilni
- 12D višezilni

Konstrukcija

- 1. Vodič:** Cu, klase 1 ili 2 prema HRN HD 383 / IEC 60228 / DIN VDE 0295
 - a) klasa 1: puni, okrugli (RE)
 - b) klasa 2: višezilni použeni, okrugli (RM) ili sektorski (SM); višezilni iznad 50 mm² su zbijeni
- 2. Izolacija:** PVC smjesa
 - žile koncentrično použene i označene bojom prema HRN HD 308 S2 / VDE 0293-308
 - sa ili bez zaštitnog žuto-zelenog vodiča
- 3. Ispuna:** bržgana elastomerna ili plastomerna mješavina ili omotane termoplastične trake
- 4. Armatura:** sloj tankih okruglih galvaniziranih čeličnih žica
- 5. Plašt:** PVC smjesa
 - boja plašta: crna



Označavanje bojom žila u kabelima: prema HRN HD 308 S2 / VDE 0293-308

Broj žila	Sa zaštitnim vodičem	Bez zaštitnog vodiča
2	NYRY-J	NYRY-O
3	ž-z, pl, sm, sil	pl, sm, sil
4	ž-z, sm, cm, sil, sil	sm, cm, sil, sil
5	ž-z, pl, sm, cm, sil, sil	pl, sm, cm, sil, sil
> 5	NYRY-JZ	NYRY-OZ
	ž-z, crne s bijelim brojkama	crne s bijelim brojkama

Primjena

Energetski distribucijski i signalni kabeli za statičnu upotrebu najčešće pod zemljom, mogu se koristiti u vodi, unutar i van objekata, u kabelskim kanalima, u betonu. Koriste se u elektranama i drugim električnim postrojenjima, u industriji, gradskim mrežama te za povezivanje signalnih uređaja u industriji, prometu i slično.

Otporan je na mehanička opterećenja, može podnijeti jača mehanička vlačna istezanja i biti položen koso ili vertikalno, kao i na terene podložne klizanju.

Kabel **nije namijenjen** za stalnu ugradnju u prostorijama gdje borave ljudi te time ne potpada pod CPR uredbu.

Slika 4. Katalog TIM kabel d.o.o. – kabel NYRY

Iz kataloga je vidljivo da proizvođač navodi da je kabel predviđen za polaganje pod vodu. Ovaj tip kabela je zbog toga odabran u glavnom projektu.

Glavni projekt KABEL 1 kV iz TS 20(10)/0,4 kV "METKOVIĆ 25", izradio je DP Elektrodalmacija Split, Odjel za pripremu investicijskih projekata pod vođenjem projektanta Bruna Cetina, ing. el. Zajednički tehnički opis prikazan je na slici 6.

Građevina:
KABEL 1 kV iz TS 20(10)/0.4 kV "METKOVIĆ 25"
PRIKLJUČAK VUČKOVIĆ

Lokacija:
K.O. Metković, č.zem. 13144/1, 13109, 13110, 13111,
13112, 13113, 13143, 12936, 10895, 10894/1, 10889,
10884 i 10883

Investitor:
HEP ODS d.o.o.
DP "ELEKTRODALMACIJA" - Split
Poljička cesta 73

ZOP: **KB-GP-1/22**
Oznaka mape: **MAPA 1**
Broj projekta: **9753-1**

Razina razrade projekta: **GLAVNI PROJEKT**

Naziv projekta: **KABEL 1 kV iz TS 20(10)/0.4 kV "METKOVIĆ 25"**
PRIKLJUČAK VUČKOVIĆ

Vrsta projekta: **ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT**

Glavni projektant: **BRUNO CETIN** ing. el.
Broj ovlaštenja E 423

Projektant: **BRUNO CETIN** ing.el.
Broj ovlaštenja E 423

Geodet: **JERKO LEVENTIĆ** dipl.ing.geod.
GEOGRAPHICA d.o.o.
Broj ovlaštenja Geo 235

**BRUNO
CETIN**
Digitally signed by BRUNO CETIN
DN: cn=BRUNO CETIN, o=HEP ODS d.o.o.,
ou=ODJEL ZA PRIPREMU INVESTICIJSKIH PROJEKATA,
c=HR, email=bruno.cetin@hep.hr,
serialNumber=1, email=bruno.cetin@hep.hr,
c=HR, email=bruno.cetin@hep.hr,
Date: 2022.03.03 12:32:50 +01'00'

**Jerko
Leventić**
Digitalno potpisao:
Jerko Leventić
Datum: 2022.03.03
09:34:21 +01'00'

Direktor:
DP "Elektrodalmacija" - Split
Mr.sc **SAŠA KRALJEVIĆ** dipl. ing.el.

Mjesto i datum: **SPLIT, veljača 2022.**

**ZDENKO
DRAŠKOVIĆ**
Digitally signed by
ZDENKO DRAŠKOVIĆ
Date: 2022.03.03
10:30:13 +01'00'

Slika 5. Glavni projekt Kabel 1kV iz TS 20(10)/0,4kV "Metković 25"

2.1.1 ZAJEDNIČKI TEHNIČKI OPIS

Predmet ovog glavnog projekta je izrada priključenja građevine investitora Nikole Vučkovića na niskonaponsku distribucijsku energetsku mrežu iz TS 20(10)/0.4 kV „METKOVIĆ 25“ s jednim kabelom 1 kV uz ugradnju samostojećeg kabelskog razvodnog ormara (KRO), te kućnog priključno mjernog ormara (KPMO) u ogradnom zidu ili fasadi građevine.

Planirani zahvat u prostoru, odnosno polaganje niskonaponskog kabela od TS 20(10)/0.4 kV „METKOVIĆ 25“ od planiranog KRO-a sadrži jednu specifičnost, a to je polaganje kabela preko močvarnog područja, odnosno starog korita rijeke Neretve, tkz. Stara Neretva. Zbog mimoća vode, te činjenice da nema plovidbenih aktivnosti, osim možda malih riječnih čamaca, nije predviđena posebna zaštita kabela, osim na obalama pri ulazu i izlazu iz vode.

Ulazni podaci za izradu glavnog projekta su:

- Idejno rješenje: "KABEL 1 kV iz TS 20(10)/0.4 kV „METKOVIĆ 25“ - Priključak VUČKOVIĆ", broj projekta 9738, "HEP ODS" d.o.o., investitor HEP ODS d.o.o., studeni 2021.g.
- posebni uvjeti građenja
- dostavljene geodetske podloge (situacijski nacrt)
- detaljni očevidi na terenu

OBUHVAT ZAHVATA U PROSTORU I SMJEŠTAJ GRAĐEVINE NA ČESTICI

Planirani zahvat (kabelska trasa NN kabela) ucrtan je u situacijski nacrt s preklapljenim katastrom u mjerilu M 1:1000 (prilog br. 2.2.1), iz kojeg je vidljivo da planirana kabelska trasa prolazi preko čestica zemlje br. 13144/1, 13109, 13110, 13111, 13112, 13113, 13143, 12936, 10895, 10894/1, 10889, 10884 i 10883 sve K.O. Metković.

Izbor i određivanje kabelske trase 1 kV izvršeno je još u fazi idejnog rješenja u skladu s Elaboratom optimalnog tehničkog rješenja priključenja građevine na NN distribucijsku elektroenergetsku mrežu, br. 401306-200156-0018, od kolovoza 2020., te detaljnim očevidom na terenu, uvažavajući sve relevantne čimbenike, prvenstveno u odnosu na korito rukavca Stare Neretve, kao i položaj lokalnih cesta i putova s obje strane rukavca, te položaj postojećih podzemnih instalacija prisutnih na KB trasi.

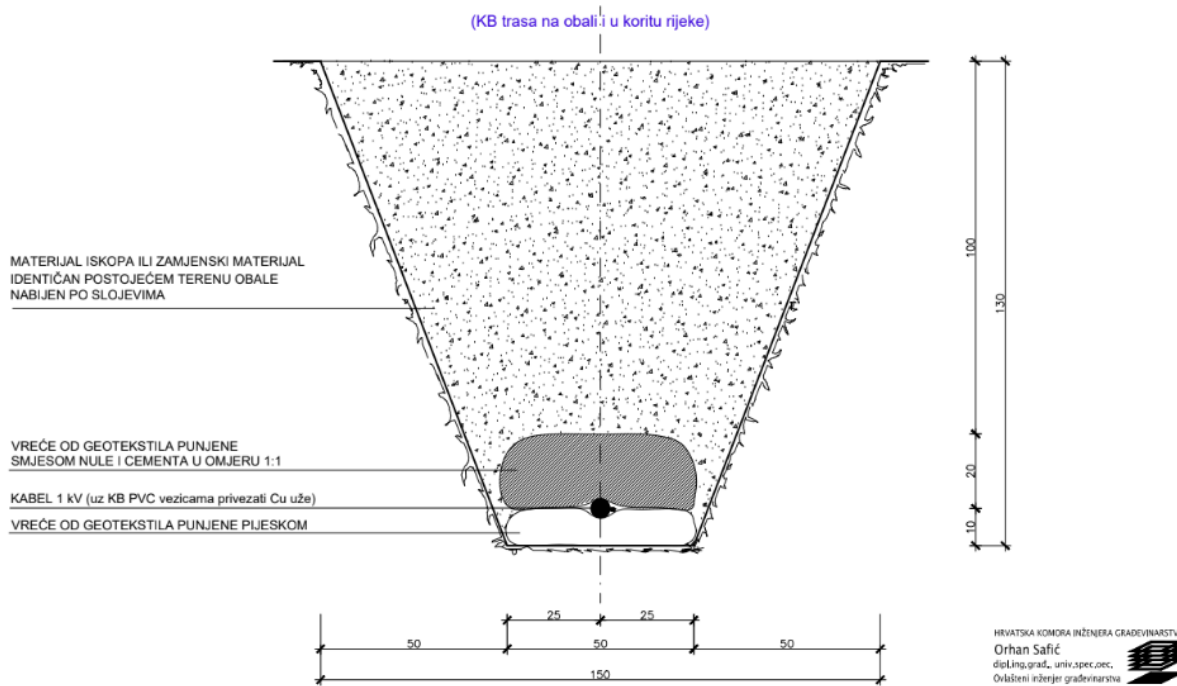
NAMJENA GRAĐEVINE

Namjena građevine je infrastrukturna u svrhu priključenja građevine investitora Nikole Vučkovića na niskonaponsku distribucijsku energetsku mrežu uz zadovoljavanje svih sigurnosnih standarda.

Slika 6. Zajednički tehnički opis iz glavnog projekta

Projektant građevinske mape bio je Orhan Safić, dipl.ing.građ. Građevinskim projektom su obuhvaćeni uobičajeni građevinski radovi na cijeloj kabelskoj trasi. Građevinski radovi ispod razine vode su predviđeni sa bagerom mase do 25T postavljenim na splav. Kabelski rov ispod vode je konusnog oblika s oborenim obrvama kako bi se izbjeglo zatrpavanje rova tokom iskopa.

U podlogu kabelskog kanala planirano je postavljanje vreća od geotekstila punjenih pijeskom. Na njih se polaže kabel koji se zatim prekriva vrećama od geotekstila punjenim suhim betonom. Presjek rova vidljiv je na Slici 7.



Slika 7. Presjek kabelskog kanala u koritu rijeke

3. REALIZACIJA PROJEKTA

Nakon završetka glavnog projekta i potpisivanja ugovora o pravu služnosti sa Hrvatskim vodama d.o.o. i Županijskom upravom za ceste, krenulo se u postupak nabave kabela za polaganje ispod korita Stare Neretve. Pokrenuta je jednostavnu nabava za nabavu niskonaponskog podvodnog/podmorskog kabela NYRY 4 x 120 mm². Između ostalih, zatražena je ponuda od tvrtke Tim kabel d.o.o. čiji katalog sa Slike 4. je i danas dostupan na njihovim web stranicama. Tim kabel d.o.o. nas je obavijestio da kabel ipak nije predviđen za polaganje u vodu, da ne može ponuditi odgovarajuće garancije i da se neće natjecati na javnoj nabavi. S obzirom na to da je to jedini kabel na tržištu koji je odgovarao propisanim zahtjevima našli smo se pred velikim problemom. Nakon svih obavljenih predradnji bili smo u situaciji da potrošaču ne možemo isporučiti priključak, ne samo u propisanom periodu od godinu dana, nego uopće! Niskonaponski kabe li za polaganje pod vodu koji su ponuđeni na tržištu bili su isključivo gumeni kabe li za pogon pumpi u arteškim bunarima, ali takvi kabe li nisu nudili potrebnu mehaničku otpornost.

Potruga za odgovarajućim niskonaponskim podvodnim/podmorskim kabelom proširena je na područje Europe, a onda i na svjetsku razinu. Na veliko iznenađenje, zaključeno je da nitko ne proizvodi kabel traženih karakteristika. Nadalje, zaključeno je da na razini HEP ODS d.o.o. postoji potreba za sličnim podvodnim rješenjima na niskom naponu u više distribucijskih područja.

U neformalnim razgovorima sa vodstvom tvrtke TT kabe li, predvođenim predsjednikom uprave Dariom Tomićem, iznesen je ovaj problem s kojim smo se suočili, te posljedično, nemogućnost izvedbe predmetnog priključka, a sve zbog nepostojanja podvodnog/podmorskog niskonaponskog kabela na svjetskom tržištu. Izneseni prijedlog direktora DP „Elektrodalmacija“ Split, Saše Kraljevića, da tvrtka TT kabe li u suradnji sa stručnjacima iz „Elektrodalmacije“ izradi podvodni/podmorski niskonaponski kabel objeručke je prihvaćen te je iz neformalnog razgovora pokrenut veliki projekt izrade niskonaponskog podvodnog/podmorskog kabela.

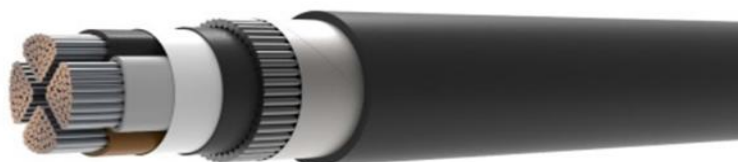
Tvrtka TT kabe li, nakon dostavljene tehničke specifikacije i tehničkih zahtjeva predmetnog kabela, pokrenula je razvoj i samu proizvodnju podvodnog/podmorskog niskonaponskog kabela, uz podršku stručnjaka „Elektrodalmacije“ Split. Jedan od zahtjeva bio je i da kabel bude sukladan sa svim normama koje koriste domaći i svjetski proizvođači, a vezano uz polaganje kabela pod vodu/more te koji se primjenjuju kod 20 kV podmorskih kabela.

Prilikom procesa proizvodnje, izvršen je i posjet tvornici u Širokom Brijegu gdje smo mogli vidjeti proces izrade kabela te se upoznati sa načinom ispitivanja kabela po završetku proizvodnje. Nakon što je kabel ispitan u skladu s važećim normama, „Elektrodalmacija“ Split nabavila je 3000 m kabela N2X(WBT)RG2Y-O 4x120SM 0,6/1kV. Detaljna specifikacija kabela vidljiva je na slici 8.



N2X(WBT)RG2Y

Energetski kabel 0,6/1 kV sa CuSn vodičima, izoliran XLPE-om i oplašten PE-om
Power cable 0,6/1 kV with CuSn conductors, XLPE insulated and PE sheathed



Norme (standards): IEC 60502-1, HD 603 S1



PODRUČJE PRIMJENE

Energetski distribucijski i signalni kabeli za statičnu upotrebu najčešće pod zemljom, mogu se koristiti unutar i van objekata, u kabelskim kanalima, u betonu. Koriste se u elektranama i drugim električnim postrojenjima, u industriji, gradskim mrežama te za povezivanje signalnih uređaja u industriji, prometu i slično. Otporan je na mehanička opterećenja, može podnijeti jača mehanička vlačna istezanja i biti položen koso ili vertikalno, kao i na terene podložne klizanju. Pogodan je i za polaganje pod vodu.

APPLICATION

Distribution and signal power cable for static application, mostly in ground, but also within and outside facilities, in cable canals, in concrete. Used in electric power plants and other electric plants, in industry, metropolitan networks and for connection of signalling devices in industry, traffic and similar. Resistant to mechanical loads, able to sustain heavier mechanical tensile strains, could be laid slantingly or vertically, same as on grounds exposed to land-sliding. It is suitable for application under water.

KONSTRUKCIJA

Vodiči: Pokositreni Cu vodiči, klasa 2 prema normi EN 60228

Izolacija: XLPE masa

Zaštitni sloj za vodu: bubreća traka

Unutarnji plašt: PE masa

Armatura: sloj okruglih galvaniziranih čeličnih žica galvanizirane čelične trake

Plašt: PE masa

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Nazivni napon (U_0/U): 0,6/1 kV

Min. temp. pri polaganju: -5°C

Max. radna temperatura: 90°C

Max. temp. kratkog spoja: 250°C

Min. polumjer savijanja:

višežilci - 12D

CPR klasa: Fca

ELECTRIC CONSTRUCTION WORKS

Conductors: Tinned Cu, class 2 according to EN 60228

Insulation: XLPE compound

Water protective layer: WBT tape

Inner sheath: PE compound

Armour: a layer of round galvanized steel wires galvanized steel tapes

Sheath: PE compound

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Voltage rating (U_0/U): 0,6/1 kV

Min. temp. for cable laying: -5°C

Max. working temperature: 90°C

Max. short-circuit temperature: 250°C

Min. bending radius:

multicore - 12D

CPR class: Fca

Nom. presjek vodiča (Nom. cross section)	Konstrukcija vodiča (Conductor shape)	Max. otpor vodiča pri 20°C (Max. resistance at 20°C)	Kapacitet strujnog toka u zraku (Current capacity in air)	Kapacitet strujnog toka u zemlji (Current capacity in earth)	Vanjski promjer Outer diam. (approx.)	Masa bakra (Cu weight)	Težina kabela (približno) Cable weight (approx.)
mm ²		Ω/km	A	A	mm	kg/km	kg/km
4x120	SM	0,154	364	349	47,4	4608,0	7050

Slika 8. Detaljna specifikacija podvodnog/podmorskog niskonaponskog kabela N2X(WBT)RG2Y-O 4x120SM 0,6/1kV proizvođača TT kabeli

4. GRADNJA KABELSKOG KANALA

U samim pripremama gradilišta uočeno je da otvor koji povezuje Neretvu i Staru Neretvu ima širinu od samo 2 m, što nije dovoljno za provlačenje splavi ili pontona koji bi na sebi nosio bager 25T kao što je predviđeno u glavnom projektu. Umjesto ovog rješenja odlučeno je da će se iskopi u priobalnom dijelu obaviti specijaliziranim bagerom koji ima dohvat 18 m. (Vidljiv na slici 9.)



Slika 9. Bager sa radijusom dohvata 18 m

Za ovu vrstu radova unajmljena je tvrtka Neretvanski sliv d.o.o. čija je specijalnost održavanje obala i plovnih putova. Ostatak iskopa u koritu Stare Neretve obavljen je podvodnim sisaljka, takozvanim "mamutima". Mamuti djeluju na principu Ventulijeve cijevi. Pumpanjem vode stvara se podtlak ispred cijevi koja siše mulj i prebacuje ga nekoliko metara dalje. Jedan mamut sa crpkom snage 5 hp izbacuje iznenađujućih 7-10 m³ mulja na sat.

Radovi iskopa kanala u koritu obavljeni su za jedan radni dan, dok su iskopi u priobalnom dijelu stvarali mnogo više problema. Naime, snimanje dna i iskopi obavljeni su u razmaku od jedne godine. Za to vrijeme se na sjevernom dijelu proširio trstenjak i to izvan dosega specijaliziranog bagera. Za ovaj iskop iskorišteno je sidro broda, kojeg su ronionci barkom nosili u dubinu da bi ga onda bager povlačio kroz trstenjak koristeći gusenice.



Slika 10. Proboj kroz trstenjak i šaš povlačenjem brodskog sidra

5. POLAGANJE KABELA

Gradilište na kojem su se obavljali radovi rasprostiralo se na nekoliko stotina metara. U isto vrijeme djelovali su ronioci ispod vode, te teška mehanizacija na obje obale, uz veliki broj radnika različitih poslodavaca. Radovi su obavljani uz županijsku cestu, tako da je bila nužna i regulacija prometa. Kako bi se izbjegle nepoželjne situacije kao što su štete ili u najgorem slučaju ozljede, radovi su započeli sa zajedničkim sastankom svih sudionika u radovima. Svima su detaljno objašnjeni svi segmenti radova.

Nastojalo se sve uključiti u dogovor i raspravu, kako bi se i na taj način osigurala budnost i pribranost svih radnika tokom cijelog procesa povlačenja kabela. Dogovoren je zajednički signal za prekid radova, a to je bila uzdignuta ruka. Sve grupe su dobile po jednu radio stanicu, a svime je putem radio veze koordinirao voditelj Terenske jedinice Metković, Tome Dujmović, mag.ing.el, ovlaštenu inženjer gradilišta. Radovi su protekli bez ikakvog zastoja.

Kabel i bakreno uže dopremljeni su na teren auto dizalicama. Da bi se izbjeglo isprepletanje kabela i bakrenog užeta i njihovo potencijalno oštećivanje u slučaju da se povlače jedan uz drugoga, odlučeno je da se kabel i bakreno uže povlače zajedno. Povezivanje užeta i kabela vidljivo je na Slici 13. Projektom je bilo predviđeno da se kabel polaže sa plutačama koje bi se prikačile za njega. Predviđeno je da se plutače polako ispuhaju dok ronioci kabel pozicioniraju na dnu. S obzirom na to da je masa kabela 7,05 kg/m uz bakreno uže 0,5 kg/m, bilo bi potrebno približno 1600 litara zapremine da se postigne pozitivna plovnost.



Slika 11. Detalj povezivanja bakrenog užeta i kabela na užu za povlačenje

Plovnost bi trebalo rasporediti na minimalno 20 plutača po 100 litara. Odlučeno je da se zbog praktičnosti i ekonomičnosti ne nabavljaju ovakve plutače samo za izvođenje jednog zahvata. S obzirom na to da se radi o polaganju u jednom pravcu i da je posteljica na dnu sastavljena od platna i mulja, odlučeno je da se kabeu osigura pozitivna plovnost na prednjem dijelu, kako bi se njime lakše upravljalo, dok se ostatak povlačio po dnu zajedno s bakrenim užetom.



Slika 12. Ronilac povezuje plutače na početku kabela

Povlačenje užeta obavljalo se šumskim traktorom (slika 13.), dok je na drugoj obali kabel ovješan na lancu dizalice (Slika 14.).



Slika 13. Povlačenje kabela traktorom



Slika 14. Radnici TJ Metković istovremeno puštaju kabel i bakreno užje uz pomoć dizalica



Slika 15. Koordinacija radova putem radio veze

Kabelski kanali u "suhom" dijelu izvedeni su u klasičnim dimenzijama 80 cm x 40 cm. Sa obje strane korita Stare Neretve pripremljena je kabelska kanalizacija izvedena sa fleksibilnom cijevi fi 160 mm. Zadatak ovih cijevi bio je dvojak. Osnovna namjena im je zaštita kabela, a druga namjena im je omogućavanje opuštanja kabela u slučaju povlačenja i potonuća kabela dublje u mulj. U zdencu ispred TS 20(10)/0,4kV Metković 25 ostavljena je petlja promjera 1,1 m koja omogućava trajno povlačenje kabela. Nakon polaganja kabela na dno kabelskog kanala, na njega su složene vreće sa suhim betonom. Proces punjenja i transporta vreća vidljiv je na Slici 16.



Slika 16. Proces punjenja i transporta vreća punjenih suhim betonom

Nakon polaganja vreća punjenih betonom, kabel je ostavljen tjedan dana složen uz obale rijeke, kako bi se omogućilo njegovo slijeganje. Razina kabla je obilježena i promatralo se njegovo slijeganje u narednim danima. Zabilježeno je slijeganje od 1 cm sa sjeverne strane i 2,5 cm sa južne strane i to sve u prvih 12h. Daljnja slijeganja nisu zabilježena ni tada ni nakon 3 mjeseca. Priobalna zaštita je izvedena fleksibilnim cijevima fi 160mm, na način da je cijev navučena na kabel sa obje obale do razine tvrdog tla (ilovače) i produžena u muljevitom dnu po cca 2m. Zatim su na cijev u prelaznom dijelu složene vreće sa suhim betonom, a priobalni dio je zatrpan biranim materijalom iz iskopa. Navlačenje cijevi priobalne zaštite vidljivo je na slici 19.



Slika 17. Postavljanje priobalne zaštite na južnoj obali (lijevo) i sjevernoj obali (desno)

Postavljanjem priobalne zaštite i oznaka kabela se (Slika 18.), završeni su građevinski radovi na postavljanju podvodnog/podmorskog niskonaponskog kabla. Djelatnici TJ Metković odradili su elektromontažne radove i kabel je spojen na distribucijsku mrežu Hrvatske elektroprivrede.



Slika 18. Označavanje trase kabela. Znak "Zabranjeno kopanje" usmjeren prema obali, a znak "Zabranjeno sidrenje" okrenut prema plovnom putu.

6. ZAKLJUČAK

Izgradnja priključaka jedan je od poslova koji se u elektrodistribuciji izvode svakodnevno. Od administrativne obrade do realizacije priključka nerijetko traje manje od 30 dana. Međutim, postoje priključci koji ostave trag na svima koji sudjeluju u njihovoj realizaciji.

Zakonski okvir koji predviđa da se potrošačima u radijusu 400 m od distribucijske TS priključak izvodi u potpunosti o trošku HEP ODS d.o.o. natjerao nas je da u ovom predmetu pronalazimo rješenja za probleme s kojima se do sada nitko u distribuciji nije sreo.

Svi uključeni u realizaciju projekta, od javnopravnih tijela koji su izdavali uvjete, preko projektiranja do realizacije, po prvi put su se susreli sa podvodnim/podmorskim niskonaponskim kabelom.

Osobito smo ponosni na činjenicu da je „Elektrodalmacija“ prva pokrenula i dala odgovor na izazovno pitanje izgradnje priključaka podvodnim/podmorskim niskonaponskim kabelima. Od ideje nastale na neformalnim razgovorima do realizacije i izgradnje priključka, radnici „Elektrodalmacije“ pokazali su iznimno znanje i stručnost.