



Ivo Šegvić, dipl.ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.
Odjel izgradnje prijenosne mreže Split

2-04

PRETHODNI I ISTRAŽNI RADOVI NA TRASI KABELA

SAŽETAK

Poradi donošenja što kvalitetnijih tehničkih rješenja, daklem u svrhu izrade projektne dokumentacije, potrebno je provesti širi program prethodnih i istražnih radova kako za podzemne trase tako i za podmorske trase.

U referatu je opisan način, svrha i opseg pojedinih prethodnih i istražnih radova na primjeru trase kabela veze 110 kV TS Dugi Rat - KS Lozna Mala (Brač), koja se sastoji od podzemne dionice, podmorske dionica i kabela stanice za prijelaz kabela u zračni vod.

PRELIMINARY AND INVESTIGATION WORKS ON CABLE ROUTE

SUMMARY

Because of technical solution optimisation in final design, it was necessary to fulfil a wider program of preliminary and investigation works for underground and submarine cable routes as well.

In the article, purpose, way of execution, and the volume of these works were described on the example of 110 kV connection SS Dugi Rat - CS Lozna Mala (island Brač). The 110 kV connection consists of underground & submarine cable routes and a substation (CS), for cable joining to the overhead line.

Ključne riječi: terenska mjerenja, laboratorijska ispitivanja, preporuke za projektiranje i radove

Key words: outdoors measurement, laboratory test, instruction to design and to build

1. UVOD

U okviru planova obnove i izgradnje prijenosnih objekata Hrvatske elektroprivrede predviđena je i izgradnja dalekovoda 110 kV TS Dugi Rat - TS Nerežišća II, koji obuhvaća dionicu podzemno - podmorske kabelaške veze TS Dugi Rat - KS Lozna Mala na otoku Braču i dionicu zračnog voda KS Lozna Mala - TS Nerežišća.

Tijekom prošle i početkom ove godine izvedeni su radovi na građenju kabelaške veze TS Dugi Rat - KS Lozna Mala. U sklopu ovih radova, na potezu TS Dugi Rat - KS Dugi Rat (postojeća kabelaška stanica na otvorenom prostoru u krugu tvornice Dalmacija), provedeno je i kabliranje postojeće dionice zračnog voda korištenjem jedinstvene trase.

Kabelaška veza TS Dugi Rat - KS Lozna Mala sastoji se od:

- podzemnog dijela trase od TS Dugi Rat do obaloutvrde,
- priobalne zaštite u Dugom Ratu,
- podmorskog dijela trase,
- priobalne zaštite na otoku Braču (uvala Lozna Mala),
- podzemnog dijela trase od obaloutvrde u uvali Lozna Mala do postrojenja za prijelaz kabela u zračni vod i
- postrojenja za prijelaz kabela u zračni vod (kabelaška stanica Lozna Mala).

Podzemni dio trase u Dugom Ratu počima u vodnom polju TS Dugi Rat i po izlasku iz postrojenja usmjerava se prema Jadranskoj magistrali. Nadalje trasa je položena sa zapadne strane prometnice u duljini od oko 165 m, a zatim prelazi u zapadnu traku kolnika prometnice. Preostali dio trase do ulaska u more, odnosno do obaloutvrde (štiti obalu od erozije), prati ogradu tvornice "Dalmacija" - Dugi Rat.

Po izlasku iz mora u uvali Lozna Mala podzemni dio trase na otoku Braču položen je u strmu pješačku stazu kroz naselje vikend kuća, te je nakon križanja lokalne prometnice izvedena do mjesta iznad prometnice na kojem je moguće izgraditi kabelašku stanicu.

Kako bi se sagledala sva pitanja, koja mora obraditi projektna dokumentacija za polaganje kabela provedeni su slijedeći prethodni i istražni radovi:

- geotehnički istražni radovi,
- ispitivanje geoelektričkih značajki tla,
- mjerenje toplinskih značajki tla i materijala za posteljicu,
- hidrografska - geološki istražni radovi,
- oceanografska istraživanja i klimatološki podaci i
- proračun kratkog spoja.

2. GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVI

Geotehnički istražni radovi provode se u cilju uvida u sastav i karakteristike tla, utvrđivanja nosivosti i stišljivosti tla odnosno utvrđivanja nivoa podzemnih voda.

Na osnovu provedenih geotehničkih istražnih radova osim rezultata ispitivanja daju se prijedlozi tehnološke izvedenja zemljanog kabelaškog trasa, priobalne zaštite kabelaškog trasa

(stabiliziranje stijenki) tijekom izvođenja radova i upućuje na način rješavanja hidrogeološke problematike (podzemna i procjedna voda).

Terenski istražni radovi na podzemnom dijelu trase od TS Dugi Rat do obaloutvrde (dulžina



Nasipni materijali su heterogeni po sastavu i zbijenosti, a uglavnom su slabo do srednje zbijeni. Sastavljeni su od prašinasto - glinovitih materijala s nejednolikim učešćem kršja vapnenca i građevinskog otpada.

Iz sondažnih bušotina, te prognoznih inženjerskogeoloških profila vidljivo je da se matična stijena (fliš) nalazi na dubinama većim nego je predviđeno ukopavanje kabela, te da će kabel uglavnom cijelom dužinom trase biti postavljen u nasipnom i glinovito - prašinastom deluvijalnom materijalu.

Nivo podzemne vode registriran je unutar ograde TS Dugi Rat i na križanju Jadranske magistrale (na dubini 2,0 m). U hidrogeološkom smislu nasipni materijal i prašinasto glinoviti materijali predstavljaju zbog svoje međuzrnaste poroznosti sprovodnike oborinskih - procjernih voda, koje se kroz njih relativno brzo procjeđuju, kao i kroz raspucane i trošne zone fliša. Stoga je potrebno osigurati evakuaciju podzemnih i procjernih voda iz zaleđa te pripremiti lokalnu zaštitu od urušavanja nasipa.

Na dijelu trase koji prolazi zapadnim rubom Jadranske magistrale, a uz potporni zid koji omeđuje tvornicu ferolegura "Dalmacija" - Dugi Rat gdje je tlo nasip ceste predlaže se smanjenje dubine iskopa kako uslijed vibracija od prometa nebi došlo do urušavanja nasipa, što bi moglo omesti promet Jadranskom magistralom. Smanjenjem dubine iskopa promet bi se mogao nesmetano odvijati jednom (istočnom) kolničkom trakom. Ukoliko je potrebno dublje ukopavanje kabela smatra se potrebnim poduzeti mjere od urušavanja (zagat, talpe ili sl.).

Prilikom izvođenja radova na ovoj dionici potrebno je obratiti pozornost i na postojeći kameni zid (izgrađen od kamenih blokova veličine oko 0,25 do 0,50 m³, zidanih "u suho", a iza zida je nasipni materijal "šakavac") pošto je dijelom moguće i njegovo urušavanje.

Na preostalom dijelu trase do obaloutvrde tlo je uglavnom nasip, srednje zbijen, mjestimično deluvijalne slabovezane i dobrovezane breče. Ovaj dio trase je i bez prisustva podzemnih voda, pa se radovi mogu odvijati nesmetano, bez nužnih zahvata na zaštiti kabelskog rova i upotrebe eksploziva. Za vrijeme kišnog razdoblja mogući su dotoci voda iz istočnog zaleđa lokacije.

Na podzemnom dijelu trase na otoku Braču teren izgrađuju gornjokredne vapnenačke slojevite naslage, čvrste i raspucane s mjestimičnom pojavom dolomitičnih vapnenaca. Ove naslage prekrivene su mjestimično i nasipnim materijalima. Trasa kabela prolazi depresijom u terenu kroz koju protiče povremeni potok bujičnog karaktera, koji je zatrpan izgradnjom prometnice Postire - Pučišća, te se za vrijeme kišnih razdoblja voda procijeđuje kroz nasipni dio prometnice prema moru, niz asfaltni put koji je izgrađen iznad bivšeg bujičnog potoka.

Iskop rova potrebno je u cijelosti obaviti miniranjem, a utjecaj obrušavanja nasipnog materijala u rov može se eliminirati oblikovanjem zasjeka sa nagibom stranica 1:1.

Prilikom zatvaranja kabela svih rovova koristiti sitni materijal od iskopa kako nebi došlo do

oštećenja kabela.

Raspored istražnih bušotina na dijelu trase u Dugom Ratu prikazan je na slici 1.

3. ISPITIVANJE GEOELEKTRIČKIH ZNAČAJKI TLA

Osnovu određivanja električnog sastava tla za potrebe uzemljivača čini aproksimacija čitavog tla ili njegovog dijela (zone) višeslojem s ravnim graničnim ploham, koje su paralelne površini tla. Aproksimacija se vrši na osnovi rezultata dobivenih metodom geoelektričkog sondiranja.

Metode geoelektričkog sondiranja zasnivaju se na uporabi četiriju elektroda, od kojih su dvije spojene na izvor (strujne elektrode), a između dviju preostalih mjeri se napon (naponske

Ispitivanje geoelektričkih značajki tla provedeno je uz opći simetrični raspored elektroda. Tijekom mjerenja nastojalo se strujne elektrode što više razmaknuti da bi se mjerenjem zahvatili i niži slojevi tla. Poradi isključivanja utjecaja lokalnih nehomogenosti, za većinu razmaka strujnih elektroda, uzimali su se dva različita razmaka naponskih elektroda. Za isti razmak strujnih elektroda, pojedini razmaci naponskih elektroda bili su bliski ili Schumbergerovom ili pak Wennerovom rasporedu elektroda.

Na podzemnom dijelu trase u Dugom Ratu geoelektrično sondiranje izvršeno je za 4 mjerne točke, a na osnovu statističke obrade teren je podijeljen u 2 zone. Za obje zone iterativnim postupkom određen je optimalni višeslojni model tla.

Na podzemnom dijelu trase na otoku Braču geoelektrično sondiranje izvršeno je za 9 mjernih točaka. Na osnovi statističke obrade teren je podijeljen na pet zona. Za sve zone iterativnim postupkom također je određen optimalni višeslojni model tla.

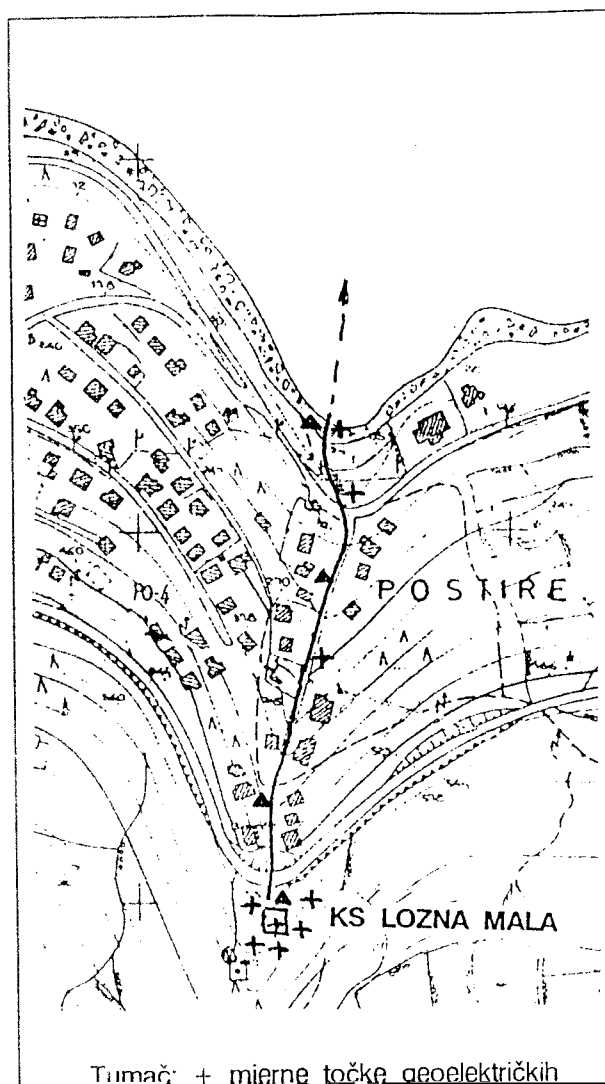
Raspored mjernih točaka na dijelu trase u Dugom Ratu prikazan je na slici 1., a na otoku Braču na slici 2.

4. MJERENJE TOPLINSKIH ZNAČAJKI TLA I MATERIJALA ZA POSTELJICU

sredine u kojoj su položeni.

Za uobičajene geološke sredine toplinska otpornost tla je u rasponu 40 - 400 Kcm/W, pa se i nadtemperatura istog kabla u različitim sredinama može razlikovati i 10 puta. Ne treba posebno naglašavati što to znači za život kabla i pouzdanost opskrbe potrošača. Nameće se dakle nužda mjerenja toplinske otpornosti podzemlja kako bi se osigurao dug vijek i dobra prijenosna iskoristivost kabla.

U loše vodljivim sredinama odvod topline s kabla se može bitno poboljšati pravilnim izborom materijala i odgovarajućim dimenzioniranjem posteljnog kabla. Također, treba se bitno



Grijalo sonde od konstantanske žice jednoliko je nalijepljeno na unutrašnjost bekrenih polulopti koje čine izotermnu sondu. Grijalo sa napaja iz stabiliziranog naponskog izvora, kako bi se osigurala stabilnost toplinskog toka tijekom mjerenja. Temperatura sonde se mjeri s pomoću minijaturnog platinskog osjetila i posebno konstruiranog elektroničkog mosta koji osigurava dobru linearnost izlaznog naponskog signala i temperature u širokom rasponu. Stabilizator napona i elektronički most s pripadajućim dodatnim elementima te vanjskim stabilnim otporom jednake vrijednosti kao i otpor grijala sonde, čine jedinstven mjerni uređaj kojem se na ulazu priključuje grijalo sonde i platinsko temperaturno osjetilo, a na izlazu su analogni naponski signali proporcionalni naponu na grijalu sonde, struji grijala i temperaturi sonde.

Tlo na kabelskoj trasi u Dugom Ratu kao i na otoku Braču pokazuje toplinsku otpornost od oko 100 Kcm/W do oko 140 Kcm/W u ožujku uz dosta vlage u tlu. Ranija istraživanja na poligonu pokazala su da se u kasnim ljetnim i ranim jesenskim mjesecima mogu očekivati i 2 do 3 puta veće vrijednosti, što je mnogostruko veće od 100 Kcm/W s koliko se obično dimenzioniraju podzemni kabeli. Stoga će biti nužno izvorni materijal u kabelskom rovu nadomjestiti materijalom boljih toplinski svojstava. U tom cilju istražena su svojstva nekih materijala koji su na ovom području dostupni i relativno jeftini.

"Jalovina" se može također upotrijebiti, uz uvjet da se u vlažnom stanju dobro nabije. Njena toplinska otpornost se isušivanjem mijenja znatno manje od "nule".

Koji materijal je podobniji, odlučiti će cijena dobave i transportni troškovi.

Za materijal posteljice na otoku Braču ne preporuča se kameno brašno, koje sadrži znatan

vannopi die kao rezultat prerađivanja pri piljenju kamena i zbog toga ima lošiju toplinsku vodljivost

Osim krupnog pijeska, na zaravnjenom dijelu nalazi se i žitki mulj ustanovljene debljine cca 1,5 m. Taj materijal doplavljen je rijekom Cetinom i staložen na dnu.

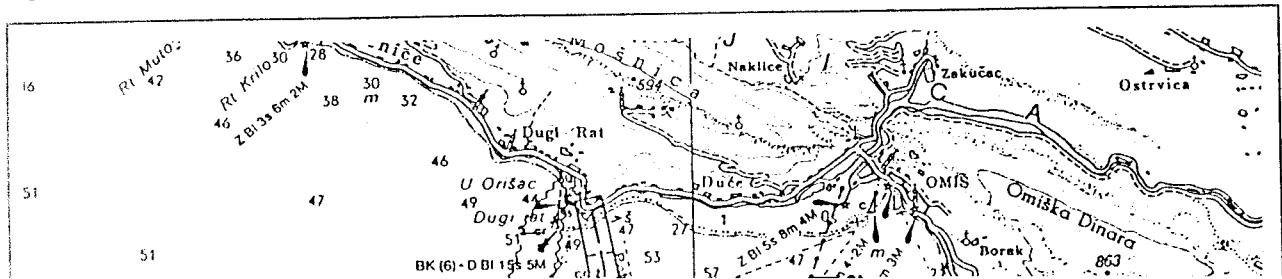
Dublji dijelovi dna prekriveni su krupnim ljušturastim pijeskom do prašinastim pijeskom. Debljina pjeskovitog pokrivača je mala i variva u zavisnosti o morfologiji stijenske podloge. Debljina pijeska postupno se povećava s dubinom.

U uvali Lozna Mala ustanovljena je osnovna stijenska masa i marinski sediment na morskom dnu.

Na području magnetometrijskog premjera nisu registrirane veće magnetske anomalije pa prema tome ni većih potopljenih masa. Pozicije magnetskih anomalija manjeg inteziteta poklapaju se sa pozicijama postojećih podmorskih instalacija koje su potvrđene i snimcima dubinomjera s bočnim skaniranjem.

Proučavajući prethodne navode može se zaključiti da je trasa podmorskog kabla povoljna za polaganje.

Pregledna situacija trase kabla u mjerilu 1:100000 s ucrtanim područjem hidrografske - geoloških istražnih radova data je na slici 3.



temelju rezultata tih istraživanja dati preporuke za zaštitu priobalnih objekata i same obale od abrazivnog djelovanja mora.

Jedan od najvažnijih klimatoloških elemenata od bitnog utjecaja na sigurnost položenog kabela je vjetar

Iz rezultata mjerenja temperature, slanosti i gustoće mora u Bračkom kanalu uočava se da

od dimenzija samog kanala, a vremenska promjenljivost je sezonskog karaktera. Pored toga, prisutni su i procesi čiji je prostorni utjecaj reda veličine kanala i manji, a vremenski periodi obuhvaćaju i kraću skalu od sezonske. Među njima najistaknutiji utjecaj imaju vjetar i dotok kopnenih voda rijekom Cetinom. Rijeka Cetina je osnovni izvor slatke vode, koji zbog relativno velikog dotoka utječe na znatno smanjenje slanosti u Bračkom kanalu, te povećava horizontalne i vertikalne gradijente u površinskom sloju.

Osnovna značajka temperature mora je prisutnost hladnije vode u površinskom sloju, koja je posljedica dotoka rijeke Cetine uvjetovanog obilnim oborinama. Temperatura mora varira u rasponu od 11°C do 26°C.

Hladnije vode na površinskom sloju imala je i nižu slanost, a općenito slanost se kreće u rasponu od 25‰ do 37.76‰.

U području kabelaške trase prevladavajući smjerovi strujanja su W i E u površinskom sloju, te protustrujanje u pridnom sloju. Srednje vrijednosti strujanja kreću se od oko 8 cm/s po površinskom sloju i 5 cm/s u pridnom sloju.

Oscilacije razine mora uvjetovane se različitim silama, od kojih je najvažnija plimotvorna sila i mehanička sila atmosfere (tlak zraka i vjetar). To su takozvane prirodne oscilacije mora. Također, javljaju se i slobodne oscilacije razine mora, kao posljedica naglih promjena vjetera i tlaka zraka. Slobodne oscilacije često se javljaju u zatvorenim i poluzatvorenim bazenima, pa tako i Bračkom kanalu.

Ukupni raspon kolebanja razine mora iznosi 156 cm, o čemu treba voditi računa pri

1. The following information is for the year ended 31st December 2019.