

Podmorsko trasiranje električnih kabela u Dubrovačkom arhipelagu

Prof. Slobodan Alfirević, Split

I.

Kao što je poznato, vidno mjesto u socijalističkoj izgradnji naše zemlje zauzima elektrifikacija, te su na tom planu do sada zabilježeni značajni rezultati. Posebno se pak, u sklopu rješavanja perspektivnog plana elektrifikacije jadranskog arhipelaga, ističe potreba napajanja otočnog pojasa električnom energijom iz jedinstvene jugoslavenske visokonaponske mreže. Na taj način je postalo aktuelno povezivanje jadranskih otoka podmorskim kabelima na savezni elektroenergetski sistem, a što je već jednim dijelom i realizirano. Među prvim jugoslavenskim otocima koji se preko podmorskih kabela napajaju električnom energijom iz energetskog sistema nalaze se otoci Brač, Šolta, Zlarić, Prvić, Ugljan, Krk te Pulska otočje.

Paralelno sa odabiranjem i trasiranjem podmorskih prelaza za električne kabele, nameće se potreba poznavanja morfološko-geoloških i hidrofizičkih prilika na pojedinim arealima morskog dna koja dolaze u obzir za elektrifikaciju. Time se problematika ispitivanja morskog dna u odnosu na trasiranje prelaza za visokonaponske kabele nužno tretira kao sastavni dio problema elektrifikacije otočnog pojasa.

Činjenica je da postojeće pomorske karte, koje često služe za orijentaciju kod priprema za izradu projekta, posjeduju oskudne batimetrijske podatke, na osnovu kojih nije moguće dobiti uvid u plastiku i morfologiju reljefa kao i narav morskog dna, te prema tome ne mogu predstavljati osnovicu podmorskog trasiranja. Nepravilno je, a često puta i riskantno, pristupiti polaganju podmorskih električnih kabela na nepoznatim i stručno neispitanim područjima morskog dna. Nije svezjedno da li će kabel biti položen na ravnom, neravnom, ili pak hridinastom dnu i da li je isti izložen mehaničkom trenju uslijed djelovanja pridnenih

morskih struja. S druge strane također je važno konstatirati kakav će facies marinskih sedimenata služiti kao podloga, to jest da li je kabel položen na muljevito, pješćano ili kamenito dno.

Upravo nas ova činjenica navodi da problematiku povezivanja otočnog pojasa električnim kabelima seriozno tretiramo i s aspekta naučnog ispitivanja morskog dna, to jest na način da određivanju lokacija i trase podmorskih prelaza moraju nužno prethoditi studiozna istraživanja morfoloških i geoloških karakteristika onih područja, koja, u okviru određenog otočnog pojasa, dolaze u obzir za elektrifikaciju.

Ovakvo kompleksno prilaženje problematici elektrifikacije otočnog područja sa naglašenom potrebom naučnog ispitivanja morskog dna pretstavlja objekt vrlo korisne suradnje između elektroprivrednih organizacija i Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, koji, pored oceanografskih i ribarstveno-bioloških istraživanja, vrši također i geološka istraživanja sedimenata Jadranskog mora.

U tom smislu je u suradnji sa poduzećem »Elektrojug« iz Dubrovnika a u svrhu podmorskog trasiranja električnih kabela i izrade generalnog projekta, izvršeno sistematsko istraživanje morfologije i geološkog sastava morskog dna u području Dubrovačkog arhipelaga (fig. 1.—) Ova istraživanja su se vršila na četiri profila i to u Koločepskom kanalu, Koločepskim vratima i kanalu pred Dubrovnikom, uključujući otoke Šipan, Lopud, Koločep i Lokrum.

Da se ustanove opći uslovi za polaganje podmorskih kabela na pojedinim profilima gore navedenog područja u odnosu na morfologiju reljefa morskog dna i njegov geološki sastav, paralelno sa echografskim snimanjem, uzimani su uzorci marinskih sedimenata zbog potrebnih laboratorijskih

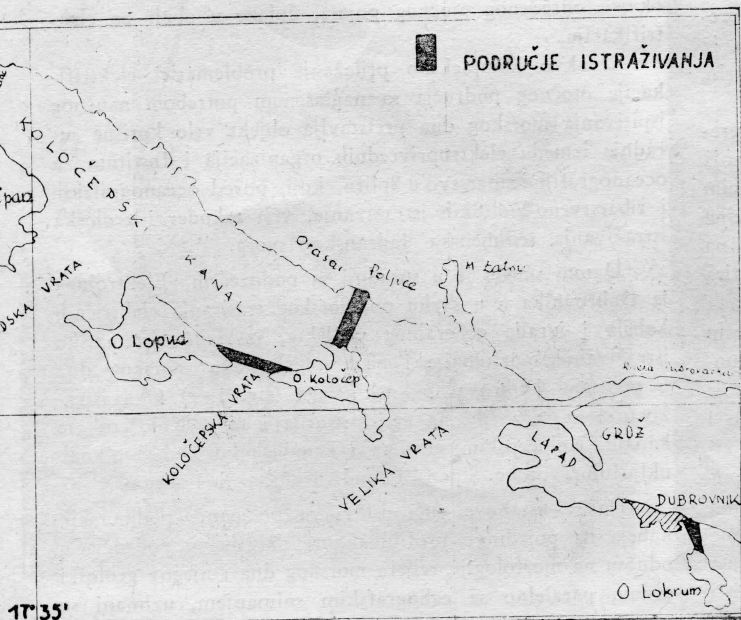
analiza. Potrebna istraživanja su se vršila sa istraživačkim brodom Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu m/b »Predvodnik« (fig. 2.—).

Echografsko snimanje reljefa morskog dna je vršeno echosounderom (ultrazvučnim detektorom) »ELAC ECHOGRAPH« njemačke proizvodnje, koji izbacuje ultrazvučne valove u obliku stošca u intervalima od jedne sekunde, iscertavajući u jednoj minuti 4 mm. dugački echogram (fig. 3.—). Nakon echografske detekcije jednog šireg areala i utvrđivanja najpovoljnije morfologije morskog dna na odabranom profilu kao najpodesnijoj varijanti, bila je postavljena serija od 6 do 10 plovaka kao signala za postaje, t. j. koordinatama određene fiksne točke. Na tako trasiranom podmorskom prelazu je na svakoj postaji, uz svaki pojedini signal, bilo spušteno Petersenovo grabilo (fig. 4.—). To je aparat koji se upotrebljava za uzimanje površinskih marinskih sedimenata, nalik na žvale grtalice. Putem električnog vitla se spušta u more, te zahvativši točno određenu površinu morskog dna zarije se u morske taloge i automatski se zatvori. Nakon toga se podiže na palubu broda, gdje se iz njegove sadržine konzerviraju uzorci sedimenata zbog kasnije laboratorijske obrade. Osim toga, u priobalnom području svakog profila, gdje gaz istraživačkog broda nije dozvoljavao rad sa velikim grabilom, radi kontrole i nadopune su se uzimali uzorci marinskih sedimenata sa čamca, pomoću malog ručnog grabila. K tome se još sabirala i podmorska vegetacija, kao eventualni indikator dinamike morske vode.

Nakon laboratorijskih analiza je utvrđena fizikalna klasifikacija čestica u sedimentima, te je na osnovu granulometrijskog sastava određena tekstura i fascies sedimenta svih ispitanih profila radi uočavanja eventualnog djelovanja pridnenih morskih struja. Uzroci sedimenta su bili također povrgnuti i mineraloško-petrografskim analizama.

II.

Perspektivnim planom elektrifikacije Dubrovačkog arhipelaga je predviđeno da se napajanje direktno vrši dalekovodom iz hidrocentrale »Mlini«, na potezu Mlini — Orašac — Majkovi — Slano, odakle se odvijaju podmorski električni kabeli napona 10 kV na otoke Šipan i Koločep



preko Koločepskog kanala, te od otoka Koločepa na otok Lopud preko Koločepskih vrata. Otočić Lokrum bi se u perspektivi direktno uključio na elektroenergetski sistem dubrovačke mreže. Iz tih razloga su i vršena morfološko-geološka istraživanja uz odgovarajuće spojnice na slijedećim profilima: Ratac — Šipan, Orašac — Koločep, Koločep — Lopud i Dubrovnik — Lokrum.

I. podmorski prelaz Kopno — Šipan — Odabrani profil se proteže od obalne linije NW od rta Ratac na kopno do I. uvalice W od rta Čempresi na otoku Šipanu, a njegova dužina po zračnoj liniji iznosi 1620 metara. Morfološka građa reljefa morskog dna odgovara jednoj potpuno pravilnoj sinklinali, čiji krakovi pod pravilnim kutom padaju prema sredini kanala (fig. 5.—). Skoro dvije trećine sinklinale obuhvata ravni podmorski plato sa maksimalnom dubinom 60 metara. U Koločepskom kanalu pod ovim profilom se vrši veoma pravilan proces sedimentacije i podvrgnut je osnovnim elementima: udaljenosti od obale i dubini. Priobalna područja su ispunjena pješćanim sedimentima, dok je centralni dio profila prekriven sivom recentnom glinom. Ovakav supstrat može odlično poslužiti kao podloga podmorskom električnom kabelu. Struje na ovom području u NW dijelu Koločepskog kanala nemaju jačeg uticaja na samo morsko dno. Brzina im u normalnim prilikama iznosi 0,5 čvora, a uvjetovane su uglavnom otjecanjem vodenih masa Rijeke Dubrovačke u pravcu NW. Kako su zaštitne mjere jedna od važnih komponenata u kompleksu problema polaganja i zaštite podmorskog električnog kabela, to im prema tome treba pružiti i adekvatnu pažnju. U tom smislu je i preporučeno da se projektiraju i izvedu određeni pomorsko-građevinski radovi, kao mjere osiguranja kod izlaženja kabela na kopno.

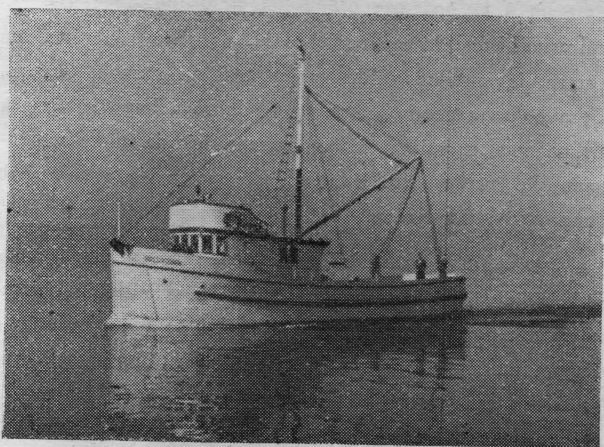
II. podmorski prelaz Kopno — Koločep — Odabrani profil se proteže od obalne linije na kopnu u blizini Orašca iz uvalice Poljica, par stotina metara E od srednjovjekovne ruševine do II. uvalice E od rta Ratac, odnosno njegovog E dijela na N obali otoka Koločepa. Dužina profila po zračnoj liniji iznosi 1590 metara. Morfološke karakteristike ovog profila na SE dijelu Koločepskog kanala pokazuju također da se idealna sinklinala proteže i na ovaj dio kanala, s tom razlikom što je na ovom području ista znatno pliča (fig. 6.—). Maksimalna dubina iznosi 30 metara. Granulometrijski sastav sedimenta i njihova tekstura pokazuju da se u ovom dijelu kanala protežu, transversalno preko čitavog profila, pješćani sedimenti sa primjesama mulja. Fini sedimenti koloidalne gline su svojim mjestimičnim prisustvom uvjetovali primjesu pijeska sa glinasto-ilovastim elementima, uslijed čega ovakove facijalne osobine sedimenta ovog profila mogu dobro poslužiti kao podloga samom kabelu. U ovom dijelu Koločepskog kanala su struje nešto jače (0,7 čvora) od NW dijela kanala (Ratac — Šipan), budući da su i bliže Rijeci Dubrovačkoj. Ispitana tekstura sedimenta, kao indikator pridnenih struja, ne pokazuje jačih gibanja pridnenih struja. I ovdje se javlja kao aktuelno zaštićivanje kabela podizanjem zaštitnog zida kod uvalice Poljica, kao i fiksiranje kabela ishodisnih točaka u betonske žlijebove.

III. podmorski prelaz Lopud — Koločep — U sklopu podmorskog trasiranja za električne kabele u Dubrovačkom otočju, ovaj prelaz je pokazivao neke svoje specifičnosti, koje su se ispoljile kao poteškoće i objektivne okolnosti, a koje su diktirale, odnosno ograničile izbor podmorske trase. U Koločepskim vratima, kao što je poznato, leži podvodna pličina Čavalika, koja je duboka svega 2 metra. Ta plitka

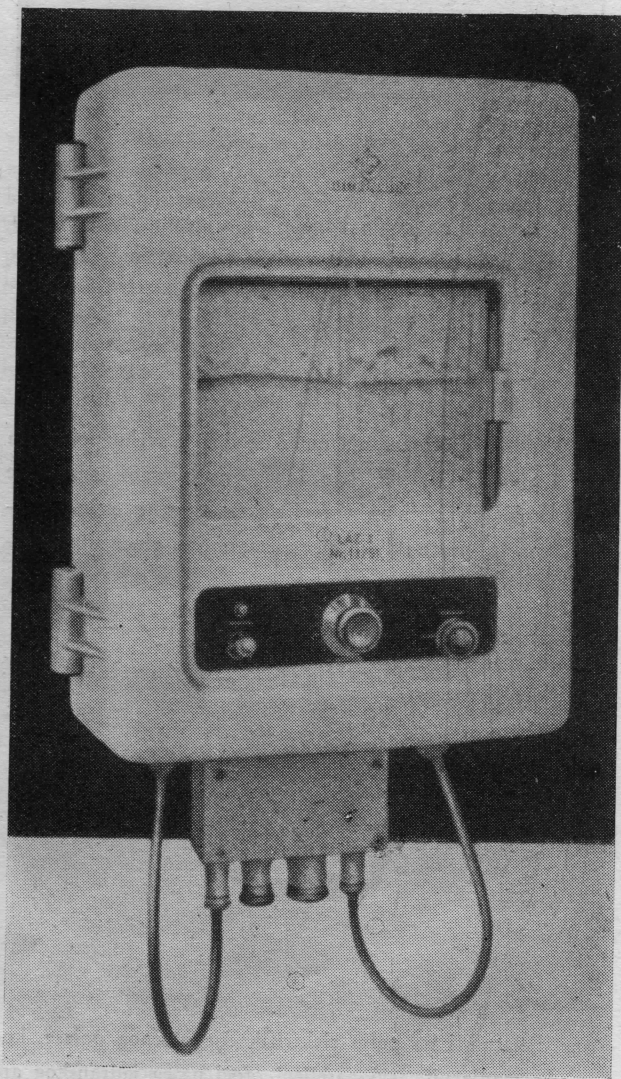
podvodna hrid je razlogom da se je trasa morala prebaciti na N stranu Koločepskih vrata, u blizini već postojećeg podmorskog kabela, a kojega je potrebno izbjegavati. Uslijed toga izbor trase se je morao ograničiti na veoma usko područje, koje leži između pličine Čavalika na S strani i telefonskog kabela na N strani Koločepskih vrata. Odabrani profil se proteže od obalne linije uvala Mačus otoka Koločepa do I. rta NW od rta Poluge na otoku Lopodu. Ishodišna točka na Koločepu ima dvije varijante. Po I. varijanti, ishodišna točka profila zadire dublje u uvalu Mačus na Koločepu i tako više zaštićuje sam kabel. Istovremeno ova varijanta i poskupljuje troškove, budući da je ista za 500 metara duža od II. varijante, čija ishodišna točka sa Koločepa polazi nešto bliže prema obalnoj liniji NE od rta Čavalika na pomenutom otoku. Iz ovoga proizlazi da postoje dvije dužinske vrijednosti i to: I. varijanta 2070 metara, a II. varijanta 1650 metara. O konačnom izboru će vjerovatno odlučiti sam izvođač. Morfološka građa odabrane trase pokazuje izvjesne specifičnosti, uvjetovane samom genezom Koločepskih vrata (fig. 7.—). Osnovne konture primarne morfološke građe Koločepskih vrata su bazirane na jednoj sinklinalnoj udolini, koja nije pravilna zbog toga što na svom najdubljem dijelu imade jednu manju kotlinu i dva neznatna hrbata. Ove nepravilnosti na reljefu morskog dna predstavljaju izraz paleoreljefa nekadašnjeg kopna, koje se je, prilikom tektonskih procesa u geološkoj prošlosti, nabrale, i uslijed marinske transgresije potopilo i pretvorilo u t. zv. prodor, koji razdvaja dva otoka. Uzimajući u obzir ranije navedene elemente, a koji sputavaju širi izbor trase, te ako se je stalo na stanovište da se otok Lopud poveže na energetski sistem baš preko Koločepskih vrata, onda je morfologija ispitanog profila u neku ruku ipak neko relativno zadovoljavajuće riješenje. Ovo tim više, ako se uzme u obzir da su ove morfološke nepravilnosti daleko slabije izražene u prirodi, u razmaku od 1650 metara, nego što je to slučaj na 45 milimetara dugačkom echogramu. Sedimenti na ovom profilu po svom granulometrijskom sastavu pripadaju facièsu sitnozrnog pijeska, uz mjestimičnu primjesu glinaste ilovače. Bez obzira na morfološke osobitosti Koločepskih vrata, činjenica je da nisu nigdje nađeni na ovom profilu, ni hridinasti, ni kameni, ni uopće tvrdi elementi koji bi bili štetni po sam kabel, te se postojeći pješćani sag može smatrati kao povoljna podloga kabele. Hidrodinamske prilike znaju biti, obzirom na južne vjetrove, ekstremne, ali obzirom na velike dubine i na teksturu sedimenata, izgleda da nema jačih gibanja vode pri samom

dnu. Specifičan položaj Koločepskih vrata i njihova jaka izloženost otvorenom moru zahtijevaju adekvatnu punu pažnju, u odnosu na postavljanje zaštitnih mjera, po pitanju obezbijedenja podmorskog električnog kabela.

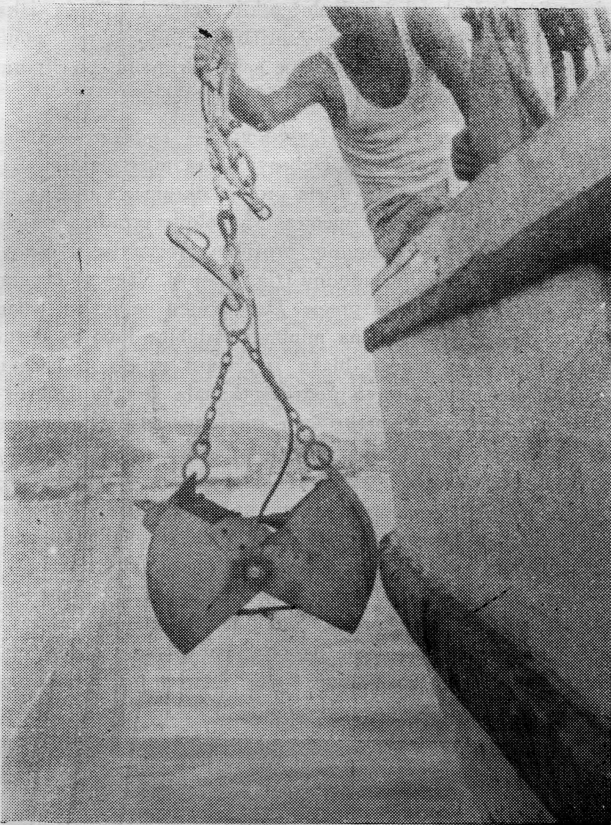
IV. *podmorski prelaz Dubrovnik — Lokrum* — Odabrani profil se proteže od Dubrovnika sa mjesta zidina Lazareta na I. uvalicu NE dijela otoka Lokruma, a dužina po zračnoj liniji iznosi 960 metara. Morfološka gradnja reljefa morskog dna pod odabranim profilom predstavlja u osnovi opet jednu sinklinalnu udolinu (fig. 8.—) sa blago položenim krakovima. Na kraku prema Dubrovniku je uočen jedan hrbat, koji se, obzirom na minimalne dubine koje ga okružuju, kao i na mnogo blažu izraženost reljefa u naravi, može zanemariti. Čitavo područje kanala između Dubrovnika i Lokruma je prekriveno pješćanim sedimentima, sa mjestimičnim primjesama mulja, sastavljenog od elemenata gline i ilovače. Na profilu se je optimalno naselila *Posidonia oceanica* — morska trava, koju ribari nazivaju »purčić«, a koja za svoje stanište treba pješćano-muljevitom podlogu. Ovdje tvori čitavu podmorsku livadu. Hidrodinamske prilike ovog područja znaju biti katkada vrlo intenzivne. Kanal nije zaštićen protiv juga, a SW vjetrovi stvaraju teške valove, koji se lome na obalama. Geomorfološka obilježja ishodišnih točaka ove trase, obzirom na specifičnost



Istraživački brod Instituta za oceanografiju i ribarstvo Split



Ultrazvučni detektor

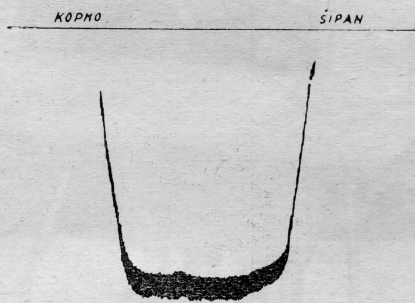


Petersonovo grabilo

uticaja vjetrova na obale kanala, zahtijevaju punu pažnju u pogledu zaštitnih mjera, u vezi sa fiksiranjem i učvršćenjem kabela na njegovim krajevima.

III.

Dosadašnja istraživanja morskog dna u svrhu polaganja visokonaponskih kabela, kao i već realizirano napajanje nekih otoka električnom energijom iz savezne elektroenergetske mreže, predstavljaju prvu etapu ove plemenite i ko-



Slika br. 5

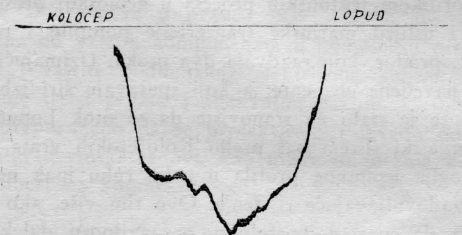
risne djelatnosti na polju elektrifikacije otočnog pojasa, kojom će, manje više, svi naseljeni otoci našeg jadranskog arhipelaga biti uključeni u savezni elektroenergetski sistem.

Korištenje i primjena električne energije u otočnom pojasu će uvelike podići privredni potencijal tog područja. Naime, postoje, kao što je poznato, značajne potrebe i mogućnosti za primjenu električne energije u svrhe natapanja, čime bi se mnogi otoci mogli osposobiti za intenzivnu proizvodnju povrća, voća i ostalih specifičnih kultura obzirom na povoljne klimatske uvjete. Rekonstrukcijom uljara i destilerija eteričnog ulja na električni pogon podigao bi se kvalitet i ekonomičnost proizvodnje, dok bi elektrifikacija posebno uslovlila napredak u obrtu, ribljoj industriji i brodogradnji.

I na koncu, poznato je da ljekovitost morske vode, jaka insolacija i klimatski faktori, te ljepote pejzaža i razni



Slika br. 6



Slika br. 7



Slika br. 8

kulturno-historijski spomenici daju, naročito dubrovačkom kotaru, izvanredno velike mogućnosti za razvoj turizma. Upravo permanentno napajanje dubrovačkog arhipelaga električnom energijom iz jedinstvene jugoslavenske visokonaponske mreže uslovljava još jači polet i razvitak ove važne privredne grane.

Stanovništvo našeg otočnog pojasa je svijesno preporoda koji mu elektrifikacija donosi, te sa radošću i entuzijazmom pozdravlja ovu akciju i aktivno u njoj učestvuje svojom radnom snagom i materijalnim doprinosima. S druge strane ono osjeća također i velike napore i brigu naše socijalističke zajednice, koja nastoji da upravo putem elektrifikacije ostvari kulturne i suvremene uslove života čovjeku naše društvene stvarnosti.