

DESET PODMORSKIH TRASA – STO KILOMETARA PODMORSKOG KABELA 35 kV – DESET GODINA POGONSKE EKSPLOATACIJE PODMORSKOG DIJELA PROGRAMA "JADRANSKI OTOCI 35 kV"; ISKUSTVA I PRIJEDLOZI

Ivo S a n t i c a, Split

UDK 621.315.2 : 621.395.386
STRUČNI ČLANAK

Skoro deset godina eksploatacije objekata HEP-ovog programa "Jadranski otoci 35 kV" obvezuje na kratak stručni osvrt. Ovim člankom pokušat će se sistematizirati iskustva najspecifičnijeg dijela programa, a to su podmorski kabeli. U ovaj dio uloženo je približno sto milijuna kuna. Sto kilometara podmorskog kabela položeno je na deset različitih dionica od otoka Lošinja do otoka Mljeta. U samo godinu dana napravljeni su pripremno istraživački radovi, ishođene lokacijske i građevinske dozvole, projektirane trase, odabran proizvođač i položeni kabeli. Timski vođena, grupa HEP-ovih specijaliziranih stručnjaka, obavila je ovaj zadatak u zadanom roku.

Koliko vješto i uspješno pokušat će se odgovoriti s ove vremenske distance.

Ključne riječi: podmorski kabel, priobalna zaštita, znak zabrane sidrenja.

1. UVOD

Programom "Jadranski otoci 35 kV" obuhvaćena je izgradnja niza elektroenergetskih objekata srednjeg napona na prostoru između otoka Lošinja na sjeveru i otoka Mljeta na jugu Hrvatskog priobalja.

Osnova izgradnje je povezivanje novopredviđenih TS 35/10(20) kV na postojeći elektroenergetski sustav, zamjena dotrajalih i oštećenih postojećih podmorskih veza, te djelomična uspostava novih veza unutar postojećeg sustava.

Programom je položeno 100 km podmorskog kabela i 75 km podzemnog kabela (3x1x75 km), izgrađeno je pet TS 35/10(20) kV, tri TS 10(20)/0,4 kV te rekonstruirani pripadajući objekt postojeće mreže za prihvatanje novih veza.

Jadranski otoci, u teritorijalnom i gospodarskom smislu, značajni su dio Republike Hrvatske. Obala i 1185 otoka daju obalnu crtu od 5000 km (znači svaki stanovnik Hrvatske baštini više od 1 m obale). Međutim teritorijalni doprinos otoka veći je nego demografski, a čemu je djelomično uzrok i nerazvijenost infrastrukture.

Ovako značajnu lokalnu investiciju jednoglasno je podržala cijela Hrvatska elektroprivreda. Iz tog razloga posebno priznanje pripada kontinentalnom dijelu Hrvatske na svesrdnoj podršci i razumijevanju. Program se počeo ostvarivati 1994. godine, znači još u ratnim godinama. U tom specifičnom vremenu, osim

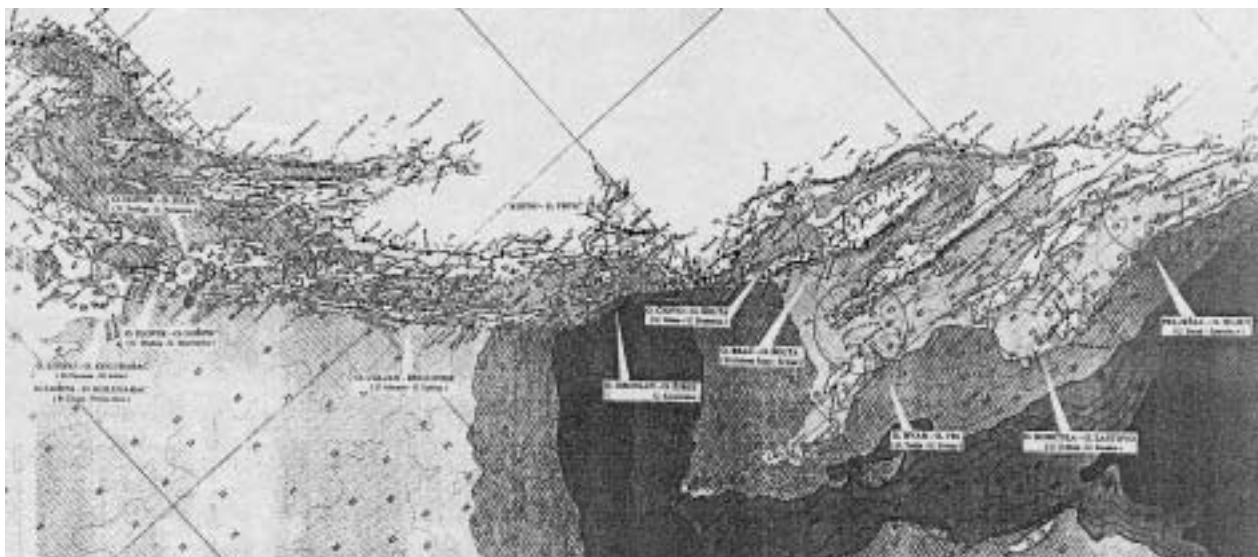
gospodarskih i elektroenergetskih pokazatelja, bilo potrebno jedinstveno mišljenje i moralna podrška.

Stručno vođenje, pripremu, projektiranje, ispomoc na polaganju te ispitivanje kabela, obavili su stručnjaci HEP-a. Kod podmorskih kabelskih dionica kao najdelikatnijeg dijela programa, sve faze uključujući i polaganje kabela, napravljene su u godinu dana. Dugogodišnje stjecano iskustvo i stručnost bili su nužan preduvjet za ostvarenje ovako zahtjevnog programa u veoma kratkom vremenu. Prkos ratnoj agresiji bio je poseban motiv, a vizija obnove života i turizma koji slijedi u poraću, neiscrpno nadahnuće.

2. DESET PODMORSKIH TRASA

Nazivi podmorskih trasa obilježeni su imenima otoka, koje povezuju elektroenergetski kabeli:

- pol. Pelješac – o. Mljet
- o. Korčula – o. Lastovo
- o. Hvar – o. Vis
- o. Čiovo – o. Šolta
- o. Šolta – o. Brač
- o. Obonjan – o. Žirje
- o. Ugljan – o. Dugi otok
- o. Ilovik – o. Silba
- o. Ilovik – o. Lošinj
- o. Lošinj – o. Koludarc, o. Koludarc – o. Lošinj.



Slika 1. "Jadranski otoci 35 kV" – lokacije podmorskih trasa

3. STO KM PODMORSKOG KABELA

3.1. Izbor vrste i tipa podmorskog kabela

Presjek kabela bio je neupitan. U energetske pogledu njegove prijenosne mogućnosti trebale su predstavljati kontinuitet u odnosu na već tipizirane presjeka zračnih i podzemnih vodova 35 kV.

Za neosporno znatno teže uvjete podmorskog polaganja, pogotovo s obzirom na vlačne sile, bakar ima povoljnija mehanička i električna svojstva od aluminija.

Uz dielektrične i mehaničke uvjete kod svih energetskih kabela, najvažniji zahtjev je dugotrajnost. Izvanredna električna i mehanička svojstva XLPE (umreženi polietilen) čine iznimno pogodnim izolacijskim materijalom.

Trožilna ili jednožilna izvedba? Iskustva na jednoj od posljednjih položenih podmorskih veza 35 kV Podgora – o. Hvar, ostvarenoj s tri jednožilna kabela, prilično su negativna. Česti kvarovi i popravci doveli su u konačnici do napuštanja ove veze. Potrebno je istaknuti da ova veza nikad nije bila podvrgnuta analizi o stvarnim uzrocima kvarova i kvaliteti radova na popravcima.

Potrebna mehanička "robusnost" veze, uži kabelski koridori, a time i manja ugroza podmorskog okoliša te niz drugih razloga, uvjetovali su trožilnu izvedbu.

Zapravo, najveća dilema bila je izbor izvedbe poprečne vodonepropusnosti kabela.

Da li zahtijevati olovni plašt oko svake kabelske žile kao obvezu ili ne? Prevladalo je mišljenje da olovni plašt bude obveza, čime je dana podrška stavu stručnog rukovodstva tima. Olovni plašt ima dvostruku ulogu; elektroekrana i metalnog štita za poprečnu zaštitu od prodora vode. U konkretnom slučaju olovo značajno pridonosi i ukupnoj težini kabela. Ostali slojevi kabelske konstrukcije, uključujući i zaštitu od uzdužnog pro-



Slika 2. Podmorski kabel tip FXBTV proizvodnje ABB

dora vode, dio su zahtjeva, a dio propisane i proizvodne klasike.

Odabrani tip kabela je: FXBTV 3 x 150 mm² Cu, proizvodnje ABB.

3.2. Izbor tipa priobalne zaštite

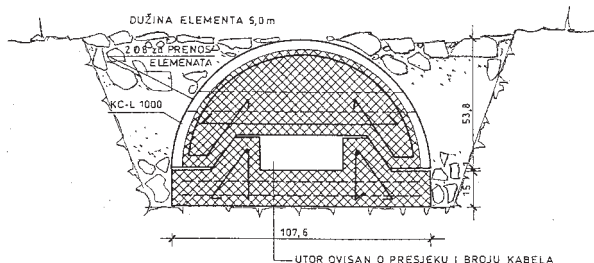
Priobalna zaštita je najznačajniji građevinski zahvat na podmorskoj kabelskoj trasi. Poznato je da se kabel slobodno polaže po dnu, a u priobalju se štiti od mehaničkih oštećenja priobalnom zaštitom. Ovo je opravdano uvriježena praksa HEP-a, iako, postoji mogućnost djelomičnog ukopa kabela ili ukopa cijele trase, naravno uz znatno veće troškove.

Uzrok mehaničkih oštećenja kabela u priobalju može biti raznolik. Ipak, oštećenja su najčešće posljedica erozivnog i razornog djelovanja morskih valova. Imajući u vidu sve moguće uzroke oštećenja, a i spoznaju da se podmorske instalacije polažu za dugi rok trajanja, običava se izvedbu priobalne zaštite uvjetovati trajnošću od najmanje 50 godina.

Veoma kratki zadani rok za realizaciju podmorskog dijela programa "Jadranski otoci 35 kV", donekle je onemogućio detaljniju analizu, temeljem čega bi se izvršio izbor najprihvatljivijeg tipa priobalne zaštite. Zbog toga je ona odabrana prema spoznajama i iskustvima na već dotad primijenjenim zaštitama. Najprihvatljiviji tip pokazala se izvedba primijenjena kod podmorskog kabela 35 kV "Podgora – o. Hvar". Zaštita je ovdje predviđena s dvodijelnim betonskim elementima, postavljenim u nizu, međusobno povezanim preklapnim zubom. Donji temeljni element ima utor u koji se polaže kabel, a gornjim pokrovnim elementom prekrivamo kabel. Ovakovim tipom odabrane "dvodijelne zaštite" najmanje se moglo pogriješiti, bez obzira koja će se tehnika kod polaganja primijeniti. U tijeku projektiranja priobalnih zaštita bio je još uvijek nepoznat polagač kabela i tehnologija polaganja. Donji elementi se slažu u nizu. Postavljaju se na građevinski pripremljeno dno, zasipaju betonom i učvršćuju. Tako učvršćeni predstavljaju posteljicu priobalnom dijelu kabela.

Ova faza građevinskih radova pokazala se najupitnijom. Betonski elementi su tvorničke izvedbe. Uz pedantan transport i postavljanje, s njima nije bilo problema. Međutim, baš podmorski radovi na pripremi (iskupu i poravnanju) podloge, postavljanju donjih elemenata i njihovom učvršćenju zahtijevaju strogu profesionalnost. Izvođač treba posebno uvažiti čudi mora, njegovati smisao prema struci, ljubav prema okolišu i strogo se pridržavati projektnih rješenja.

Na potezu od o. Mljet do o. Lošinja bilo je nekoliko izvođača ove faze građevinskih radova. Birali su ih distribucijska područja na čijem terenu su se radovi izvodili.

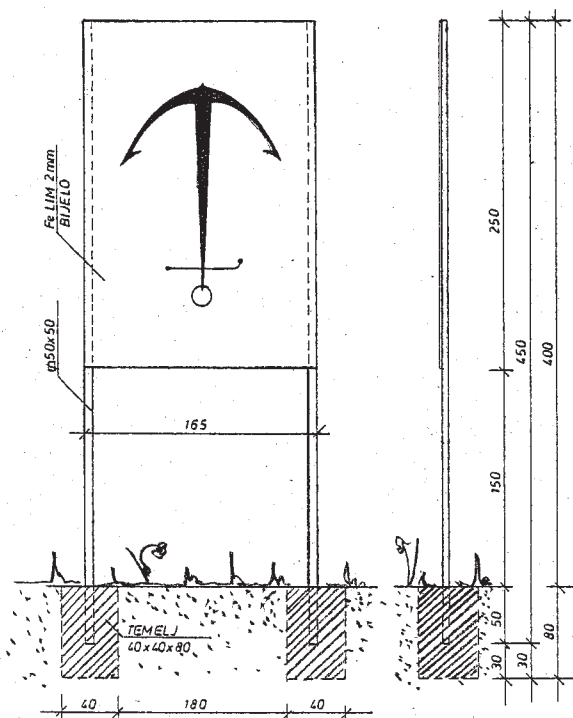


Slika 3. Presjek betonskog elementa priobalne zaštite

3.3. Izbor znakova zabrane sidrenja

Lučke valsti strogo definiraju izgled i veličinu znaka. Materijal od kojeg znak treba izraditi nije preciziran. Znak se postavlja na samoj obali u agresivno zasoljenom ambijentu. Projektirana je izvedba od lima. Cijela

konstrukcija se zaštićuje temeljnom bojom i premazom s dva sloja bijele boje. Limena izvedba imala je stano-vite prednosti u odnosu na betonsku, jer je radionički, a ne terenski izradak.



Slika 4. Znak zabrane sidrenja

4. DESET GODINA POGONSKE EKSPLOATACIJE; ISKUSTVA I PRIJEDLOZI

4.1. Podmorski kabel

4.1.1. Dosadašnja iskustva i neki značajni primjeri kvarova i popravaka

Prije nego što iznesemo iskustva eksploatacije naznačenih kabelskih veza, kratko ćemo se osvrnuti na neke primjere dosadašnjih iskustava sa starijim kabelskim vezama. Razlog je što je dio novih kabela zamjenski, tj. jedan dio je po starim trasama. Trase su prethodno oslobođene instalacija. Postojeći kabeli izvan funkcije izvađeni su iz podmoja. Dakako, govori se o srednjonaponskim podmorskim vezama.

Dosadašnja iskustva na eksploataciji imaju dvije krajnosti. Jedna je krajnost sasvim pozitivna, kada imamo višedesetljetni pogon bez ikakvih kvarova na podmorskoj dionici. Za to je primjer podmorski kabel o. Hvar – o. Vis. Druga je pak krajnost kad položeni kabel nikad nije ni stavljen pod napon, jer je kvar ustanovljen nakon polaganja na morsko dno. Takav je primjer na kabelskoj vezi o. Korčula – o. Lastovo.

Između ove dvije krajnosti ostala iskustva su raznolika. Imamo niz pozitivnih primjera popravaka kabela, ali i negativnih gdje se kvarovi ponavljaju, a u konačnici napuštaju kabelske veze. Pokazatelji su važni jer se zaključci donose na temelju usporedbi.

Jedino još nema dovoljno iskusva na popravcima kvarova na velikim dubinama, tj. na dubinama iznad 50 metara.

Općenito se može reći da je pretežni dio kvarova posljedica mehaničkih oštećenja, a manji dio kvarova posljedica električnog proboja izolacije. Međutim, ovim potičemo posebnu temu koja zahtijeva detaljnu analizu. Problematika obuhvaća prostor izbora podmorskih trasa i kabela i pogotovo način otklanjanja kvarova. Na sreću, veći dio dosadašnjih iskustava uvažen je kod nedavno izrađenih granskih normi za izbor i polaganje podmorskih kabela.

Poslije ovako načelno iznesene problematike, zaključuje se da je veoma važna uloga pripremnih radnji na izboru trase, uz neupitno važnu ulogu o izboru tipa kabela. Slijede određena iskustva na starijim podmorskim kabelskim vezama srednjeg napona:

– KB 10 kV pol. Pelješac (u. Borak) – o. Mljet (Sparožni rt)

Ovaj kabel predstavlja drugu kabelsku vezu o. Mljeta i pol. Pelješca, time i drugu kabelsku vezu s elektroenergetskim sustavom na kopnu. Položen je 1987. godine. Slijedom nesretnih i nesprenih okolnosti veoma malo je u pogonu. Kvari se, popravljaju i ponovo kvari. Popravak se radi na kopnu uz prethodno vađenje kabela 1986. godine. Međutim, nakon zadnjeg kvara mehanički "izmučen" kabel više se ne popravljaju. U konačnici se vadi, jer se na njegovo mjesto polaže 35 kV kabel iz programa "Jadranski otoci 35 kV".

Sve se ovo događa u vremenu od samo 18 godina. Kabel je praktički samo desetak godina u ispravnom stanju.

– KB 10 kV o. Korčula (u. Gršćica) – o. Lastovo (u. Zarebra)

Ovaj kabel također predstavlja drugu kabelsku vezu o. Lastova s elektroenergetskim sustavom na o. Korčuli. Položen je 1987. godine. I opet slijedom nesretnih i nesprenih okolnosti nikad se ne pušta pod napon. U kvaru je od samog polaganja. U konačnici se i on vadi jer se na njegovo mjesto polaže 35 kV kabel iz programa "Jadranski otoci 35 kV".

– KB 10 kV o. Brač (rt Brač) – o. Šolta (rt Livka)

Godine 1957. položen je ovaj podmorski kabel. U pogonu je do 1983. godine kada ga oštećuje brodsko sidro. U blizini se naknadno polaže novi kabel. Stari se također popravljaju i ponovno polaže. U tijeku prekida, radi radijalnog napajanja električnom energijom, o. Šolta ostaje nekoliko mjeseci bez normalnog napona. Programom "Jadranski otoci 35 kV" u blizini se polaže novi 35 kV kabel.

– KB 35 kV Kopno (Podgora) – o. Hvar (u. Mala Pogorila)

Ovaj 35 kV kabel (3x1x50 mm² Cu) veoma značajan za urednu opskrbu električnom energijom istočnog dijela o. Hvara, položen je 1987. godine.

Kvari se i popravljaju prvi put 1992. godine. Kvari se zatim još nekoliko puta i popravljaju. Nakon zadnjeg kvara više se ne popravljaju. Čak se kraći dio kvarne žile vadi i polaže na drugo mjesto. Nikad nije detaljno analiziran uzrok kvarova, a ni razlog napuštanja veze. Ostaje samo činjenica da je veoma kratko razdoblje bio u pogonu.

Urednu opskrbu istočnog dijela otoka Hvara osiguralo se preko novopoloženog 10(20) kV kabela kopno (Drvenik) – o. Hvar (Sućuraj).

– Podmorski srednjonaponski kabeli Šibenskog arhipelaga

Kvarovi su evidentirani na kabelskim vezama Srma – o. Prvić, o. Zlarin – o. Obonjan kao posljedica kočarenja. Na vezi Tribunj – o. Logorun – Kaprije, uzrok kvara je mehaničko oštećenje nastalo prilikom građevinskih radova u priobalju, itd.

Kao kuriozitet spomenut ćemo kvar uzrokovan ribarskim ostima na kabelskoj vezi preko rijeke Krke. Pretpostavlja se da je vješto oko ribara pogriješilo, pa je umjesto na ugora, osti usmjerilo na energetski kabel.

– Podmorski srednjonaponski kabeli Zadarskog arhipelaga

U ovom akvatoriju također je evidentirano niz kvarova, opet kao posljedica mehaničkih oštećenja zbog kočarenja. Naravno, mehanička oštećenja prethode električnom probou izolacije.

4.1.2. Usporedbe i prijedlozi

Iz gornjeg je vidljivo da kvarovi na podmorskim srednjonaponskim kabelima nisu neuobičajena pojava i da se često javljaju već u prvom desetljeću eksploatacije. Podmorske dionice iz programa "Jadranski otoci 35 kV" (100 km položenog kabela) u svojim prvih 10 godina eksploatacije, nisu imale ni jedan kvar, iako se dio kabela položio po prijašnjim trasama. Programom su realizirane i "osjetljivije" trase u sjevernom dijelu Jadrana.

Ovdje mislimo na trase o. Lošinj – o. Ilovik i o. Ilovik – o. Silba. Trase koje uzdužno povezuju otoke, uvijek su osjetljivije od trasa koje poprečno povezuju otoke. Razlog je znatno nepovoljnija struktura dna na koju se polaže kabel. Obično nema dovoljno nanosa mulja, da bi se kabel svojom težinom mogao utisnuti u muljevito dno. Također su takve trase na manjoj dubini.

Prema tome može se slobodno zaključiti, da je presudni čimbenik kvalitete, veoma dobro odabran tip kabela. Troolovni kabel s izolacijom od umrežanog polietilena i robusnom armaturom, pokazao je svoju otpornost prema mehaničkim i električnim kvarovima.

4.2. Priobalna zaštita

4.2.1. Dosadašnja iskustva

Svi podmorski energetski srednjonaponski kabeli, već od prvih početaka polaganja, na prijelazu kopno – more, štite se priobalnom zaštitom. Namjena prio-

balne zaštite uvijek je ista: zaštita kabela od mehaničkih oštećenja. Međutim, pristupi ovoj problematici bili su različiti, što je u konačnici rezultiralo potpuno različitim izvedbama. Kao najjednostavnija izvedba primjenjuje se zaštita s vrećama pijeska ili cementa. Koristi se i zaštitni betonski utor, ili pak razne kombinacije betonskih bolokova, ukopanih zaštitnih cijevi i slična rješenja.

Zapravo uvijek su se pokušavala naći najprihvatljivija rješenja imajući u vidu izloženost ulaznog mjesta valovima i tehniku kojom će se kabel polagati. Dovoljno iskustva nije bilo. To su bili počeci povezivanja otoka na elektroenergetski sustav kopna.

Danas, nakon 40 – 50 godina eksploatacije, može se reći da iskustva ima dovoljno za donošenje objektivne ocjene. Nažalost, veoma je malo rješenja za pohvalu. Najbolje su se očuvale priobalne zaštite na mjestima gdje su prirodno zaštićene od razornih valova, a to su uvale i zavjetrišta (ova mjesta baš danas ne preporučujemo iz drugih razloga). Veći dio zaštita često se sanira, popravljaju i obnavljaju.

4.2.2. Usporedbe i prijedlozi

Iz prethodnog je vidljivo da se sanacije i popravci ponavljaju kod većine tipova priobalnih zaštita. Sličnost se javlja i na priobalnim zaštitama realiziranim kroz program "Jadranski otoci 35 kV". Dugogodišnje prethodno iskustvo očito je trebalo značajnije uvažiti.

Deset podmorskih kablskih dionica ima dvadeset priobalnih zaštita. Svugdje su postavljeni isti betonskih elementi. Međutim, rezultati su različiti. Podmorske radove na pripremi podloge i postavljanje elemenata, izvodili su različiti izvođači. Već prvo nevjeme na poluotoku Pelješcu, izbacuje jedan pokrovni element iz ležišta i postavlja ga poprijeko na donji element. Slična stvar događa se i na o. Obonjanu gdje se cijela podloga za temeljni dio nanovo radi. Temeljni dio se nanovo učvršćuje i zaštita kompletira uz veliki materijalni trošak.

Zatim, prvi pregledi u garaniranom roku utvrđuju stanje i daju naputke za prve sanacije. Daljni pregledi utvrđuju i nova oštećenja. Poslije svega postavlja se pitanje jesu li izvođači pročitali poseban naputak u projektu o potrebnoj trajnosti objekta i kakav je bio nadzor u tijeku izgradnje? U izvedbi nedoradne pukotine, more svojim radom pretvara u rupe, a nevjeme u oštećenja, opasna za sigurnost podmorskog kabela.

Projekt je korektno napravljen. Korketna je i tvornička izvedba elemenata. Elektromontažni dio programa uključujući i izbor tipa kabela napravljen je profesionalno po svim uzusima struke. Međutim, izvedba podmorskih radova, postavljanje i učvršćenje elemenata, nisu zadovoljili postavljen zahtjev.

Porti (luke i lučice) i svjetionici koje je gradila stara Austrija sa znatno skromnijom tehnikom i materijalima, odolijevaju zubu vremena. I danas predstavljaju uzor struke po kvaliteti izvedbe i trajnosti.

Nakon pedesetogodišnjeg sveukupnog iskustva možemo sa sigurnošću tvrditi da je najkvalitetnija izvedba priobalne zaštite, izvedba strojnim bušenjem priobalja. Ne samo što je to tehnički najkvalitetnije rješenje, nego ovakva izvedba ostavlja djevičanski nedirnutu priobalnu crtu. Također za cijelo vrijeme eksploatacije nije potrebno nikakvo održavanje. Međutim, ova tehnologija primjenjuje se nakon završetka programa "Jadranski otoci 35 kV", što znači, tek odnedavno.

U našoj praksi primijenjena je na kablskim vezama 10(20) kV o. Hvar – Palmižana i kopno (Drvenik) – o. Hvar (Sućuraj). Vlasnik stroja za bušenje je Hrvatski telekom. Šteta što Hrvatska elektroprivreda nije pokazala više interesa za partnerstvo u vlasništvu. Ovim bi se jednostavnije osigurao rezervni materijal, a time i kontinuirana raspoloživost stroja.



Slika 5. Oštećenje na novoj priobalnoj zaštiti (o. Obonjan)

4.3. Znakovi zabrane sidrenja

4.3.1. Dosadašnja iskustva

Prve kablške podmorske veze uglavnom su povezivale zračne dalekovode na kopnu i otocima. Prijelaz zračnog voda u kabel i obratno, izvodio se u građevinskim objektima koje nazivamo kablskim kućicama. Fasada kućice okrenuta prema moru služila je i služi kao podloga na kojoj se iscrtavao znak zabrane sidrenja. Ovaj način se pokazao kao veoma prihvatljiv. Znak se povremeno obnavlja bojenjem. Kada je kablška kućica bila zaklonjena ili se prijelaz podmorske na kopnenu dionicu ostvarivao spojnicom, zbog prijelaza kabela na kabel, znak zabrane sidrenja izvodio se kao samostojeći element, bilo kao zidana ploča ili limena konstrukcija propisanih dimenzija.

Najlošijom izvedbom se pokazala samostojeća limena izvedba. Izložena je izrazitoj koroziji zbog posolice, a relativno nježna konstrukcija pokazala se nedovoljno stabilnom na velike udare vjetrova.

4.3.2. Usporedbe i prijedlozi

Povezivanje elektroenergetskih postrojenja u programu "Jadranski otoci 35 kV" izvedeno je isključivo kablskim vezama. To znači da se svaki podmorski kabel veže na podzemni kabel preko ukopane kablške

spojnice. Iz tog razloga svi znakovi zabrane sidrenja trebali su biti samostojeći elementi. Nažalost, projektirani su kao limena konstrukcija. S vremenom će ih očito trebati zamijeniti izvedbom od nehrđajućeg materijala ili betona.

Kod zamjena treba obratiti pozornost na novonastale okolnosti. Nastojanja osiguranja čistoće mora na kupalištima, uvjetuju izgradnju kanalizacijskih kolektora i ispusta daleko od naselja. Na mjestima ulaska sabirnih ispusta u more također se postavljaju znakovi zabrane sidrenja. Priobalna zaštita elektroenergetskih kabela vizualno podsjeća na kanalizacijski ispust i može stvarati nelagodu gostima-kupačima na osamljenim mjestima. Već na znaku zabrane sidrenja treba razmišljati o odgovarajućoj jasnoj naznaci o vrsti instalacije. Ovim bi se otklonile moguće nelagode. Poglavitno o ovom treba voditi računa kod izmjene znaka, odnosno zamjene dotrajalog novim znakom.

5. ODREĐIVANJE TRASE U VIZIJI GOSPODARSKOG RAZVOJA I ZAŠTITA OKOLIŠA

Podmorski kabeli svojim trasama dijelom ugrožavaju priobalni i podmorski okoliš. Kod izbora trase ni u kojem slučaju ne smijemo elektroenergetskim podmorskim vezama limitirati mogućnost slobodnog razvoja turističke djelatnosti, kojoj je elektroenergetika samo imput. Nažalost to se ipak ponekad dogodi. Nekoliko djevičanskih uvala razvojno je ograničeno, primajući u svoj sadržaj ovu vrstu instalacije. Brzina donošenja rješenja radi hitnosti realizaciji objekata, presudi ponekad na upitan način. Svjesni i tada i danas ovih propusta želi ih se ponovno istaknuti da se u budućnosti ne ponovi slično. Formalno pravno za realizaciju objekata svi uvjeti su bili poštivani. Dobivene su lokacijske i građevne dozvole. Objekti su izgrađeni i pušteni pod napon. Ostaje jedina dilema jesu li se izlazne točke na pojedinim trasama mogle izmjestiti nekoliko stotina metara lijevo ili desno u pravcu rtova?

U principu, sve podmorske instalacije treba po mogućnosti grupirati. Ovim se automatski štiti podmorski okoliš. Također je važno da izlazne dionice ne ugrožavaju prirodne uvale i zavjetrišta. Izlazne točke treba locirati na skrovitim ne sadržajnim mjestima. Velika stečena iskustva, suvremena tehnika polaganja, kao i novija tehnologija izrade priobalnih zaštita, to omogućavaju.

6. ZAKLJUČAK

Desetogodišnja eksploatacija podmorskih kabelskih veza relativno je kratak rok za donošenje sveobuhvatnog suda o objektu. Međutim, to je sasvim dovoljno razdoblje da se uoče specifični nedostaci, kako se ne bi ponavljala slična loša rješenja na novim objektima. Pripremne radove na određivanju podmorske trase tre-

baju biti sukus velikog iskustva, kvalitetne vizije i poznavanja najsitnijih tehničkih detalja. Ispravnim pristupom izboru, znatno će se smanjiti rizik od ugrožavanja okoliša.

"Teži" podmorski kabel, robusnije izvedbe, dobar je izbor, poglavito glede sve većeg pomorskog, nautičkog i ribarskih sadržaja i prometa u priobalju.

Izvedbi priobalne zaštite, bez obzira na projektna rješenja, treba posvetiti osobitu pozornost. Stalno treba imati na umu da vijek njena trajanja treba biti najmanje 50 godina.

Najkvalitetniji način izvedbe je strojno bušenje priobalja. Ovu tehnologiju treba preferirati i razvojno podržavati.

Znakove zabrane sidrenja treba raditi od nehrđajućih materijala.

LITERATURA

- [1] I. SANTICA, dipl. ing., M. MIHANOVIĆ, dipl. ing., L. ZLATAR, dipl. ing.: "Glavni projekti elektromontažnog i glavni projekti građevinsko-arhitektonskog dijela kabelskih veza (10 veza, 30 uveza)", 1995. god.
- [2] P. ČERINA, dipl. ing.: "Jadranski otoci 35 kV", Energija 3, 1996. god.

TEN UNDERSEA LINES – HUNDRED KILOMETERS OF 35KV UNDERSEA CABLE - TEN YEARS OF EXPLOITATION OF THE PROGRAMME'S "ADRIATIC ISLANDS 35kV" UNDERSEA PART EXPERIENCES AND SUGGESTIONS

After almost ten years of exploitation of HEP's programme "Adriatic Islands 35kV" there rose a need for a short professional review. This paper is an attempt to present the most specific part of the programme, i.e. undersea cables. About a hundred million Kuna were invested into this part. A hundred kilometers of undersea cable are situated on ten different points from the island of Lošinj to the island of Mljet. In only a year preparatory research work was done, location and construction permits obtained, routes projected, producer selected and cables laid. A team of HEP's experts completed this project within a given time frame. Following this time period, we will be able to answer how well and successfully.

ZEHN UNTERSEEKABELBAHNEN - HUNDERT KILOMETER DES 35 KV KABELS - ZEHN JAHRE DES BETRIEBES DES UNTERSEE-TEILES DES PROGRAMMS "ADRIA INSELN 35 kV" ERFABRUGEN UND VORSCHLÄGE

Fast 10 Jahre des Betriebes der Anlagen aus dem HEP (HEP=Kroatische Elektrizitätswirtschaft) -Program "Adria Inseln 35 kV" verpflichten zu einem kurzen fachlichen Rückblick. Durch diesen Artikel wird versucht die Erfahrungen mit den Unterseekabeln, dem äusserst spezifischen Teil des Programs, zu systematisieren. In diesen Teil des Programms sind etwa hundert Millionen Kuna (dreizehn Millionen Euro) angelegt. In zehn Teilstrecken sind zwischen den Inseln auf den Meeresboden Hundert Kilometer von

Unterseekabeln gelegt, angefangen mit der Insel Lošinj und beendet mit der Insel Mljet. In nur einem Jahr wurden Vorbereitungs- und Forschungsarbeiten durchgeführt, die Standort- und die Baugenehmigungen erhalten, die Kabelbahnen projektiert der Hersteller bestimmt und die Kabel verlegt. Als Team geführte Gruppe der HEP Spezialisten führte alle diese Aufgaben in so kurz befristeter Zeit durch. Man wird aus jetziger Distanz zu beantworten versuchen, wie gewandt und wie erfolgreich dies vollbracht wurde.

Naslov pisca:

Ivo Santica, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.
DP Elektrodalmacija, Split
Gundulićeva 42, 21000 Split
Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2003-05-17.