

ANALIZA OPRAVDANOSTI ULAGANJA U ALUMINIJSKE PODMORSKE KABELE

HRVOJE JELIĆ, IVAN ORIŠAK

HEP - OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA D.O.O.

SADRŽAJ:

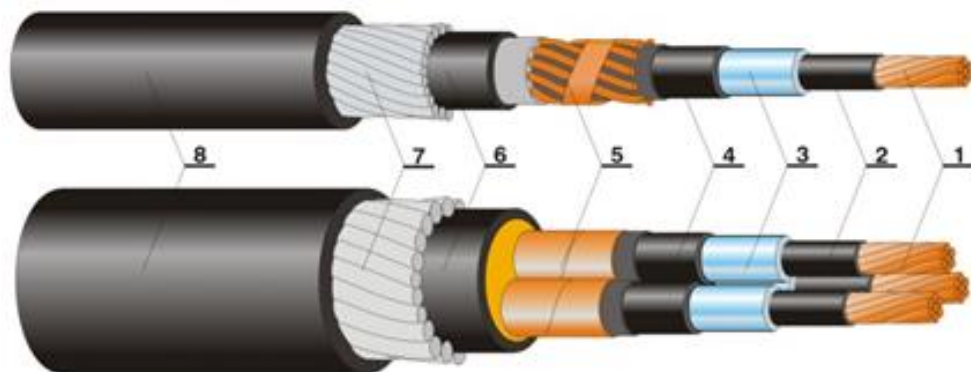
- 1) UVOD
- 2) DANAŠNJA TEHNOLOGIJA PODMORSKIH KABELA
- 3) USPOREBA BAKRENOG I ALUMINIJSKOG VODIČA
- 4) USPOREDBA CIJENE BAKRA I ALUMINIJA
- 5) KVAROVI U POGONU VEZANI ZA MATERIJAL VODIČA
- 6) ZAKLJUČAK
- 7) PITANJA RECENZENATA

1. UVOD

- Podmorski kabele služe za energetska povezivanje, odnosno prijenos energije do udaljenih otoka s “čvrste” točke koja je u pravilu na kopnu.
- Gotovo svi naseljeni jadranski otoci elektrificirani su prije 40-50 godina.
- HEP ODS ovisno o vremenu u kojem su polagani, ima razne tipove podmorskih kabela, od najstarijih uljno-papirnih tipova kao što su IPZO i NXHEKRA pa sve do novih kabela od umreženog polietilena kao što su XHE 46/24 i FXBTv.
- Kabele su uglavnom trožilni i s vodičima izrađenim od bakra
- Glavne značajke podmorskih kabela osim prijenosne moći su vodonepropusnost, mehanička čvrstoća i težina.
- Glavni izazovi prilikom izgradnje podmorskih kabela su transport kabela, spajanje kabela te manipulacije kablom prilikom polaganja

2. DANAŠNJA TEHNOLOGIJA PODMORSKIH KABELA

- Moderni podmorski kabeli izrađuju se s izolacijom od umreženog polietilena (XLPE) i etilen propilenske gume (EPR)
- XLPE i EPR su se pokazale najboljim izolacijama za podmorske kabele iz razloga što imaju dobra električna i mehanička svojstva u usporedbi s kabelima koji imaju ispunu od ulja i papira
- Također, XLPE i EPR dobri su dielektrici, nemaju potrebe za održavanjem, a radijus savijanja im je bolji nego što je bio kod podmorskih kabela starije tehnologije



Slika 1. Bakreni podmorski kabel

- 1-vodič
- 2-ekran vodiča
- 3-izolacija
- 4-ekran izolacije
- 5-električna zaštita/ekran
- 6-unutarnji plašt
- 7-armatura
- 8-vanjski plašt

3. USPOREBA BAKRENOG I ALUMINIJSKOG VODIČA 1/2



Slika 2. Aluminijski i bakreni trožilni podmorski kabel

-Glavne prednosti bakrenog kabela u odnosu na aluminijski:

- 1) Jednostavnije skladištenje i prijevoz zbog manjeg presjeka za isti prijenosni kapacitet u odnosu na kabel s aluminijskim vodičem
- 2) Obzirom na manji presjek, također i manji minimalni radijus savijanja što je također prednost prilikom manipulacije i polaganja
- 3) Veća masa podmorskog kabela po jedinici duljine zbog čega ima veću stabilnost na morskom dnu i manje je podložan gibanjima mora

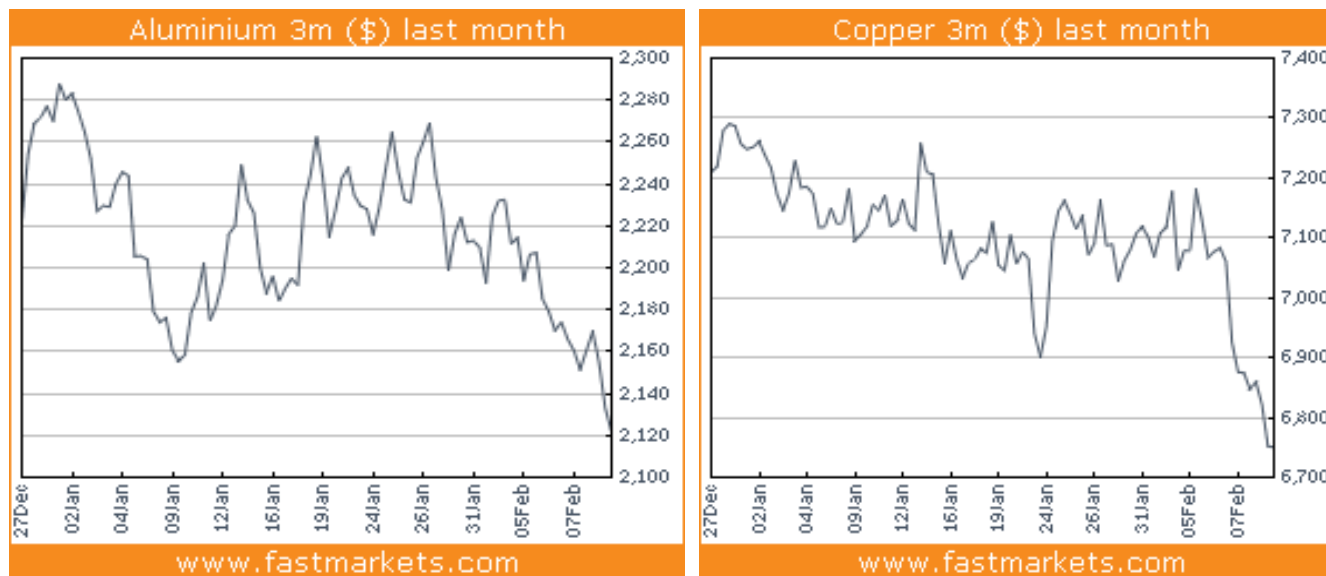
3. USPOREBA BAKRENOG I ALUMINIJSKOG VODIČA 2/2

- Usporedba značajnih karakteristika aluminijskih i bakrenih vodiča dana je u tablici 1. Radi lakše usporedbe, vrijednosti za bakar normirane su na 100, a vrijednosti vezane za aluminij uspoređivane su prema bakru.

Karakteristike materijala	Vrijednosti za usporedbu	
	Bakar (Cu)	Aluminij (Al)
Električni otpor	100	164
Gustoća	100	30
Masa	100	53
Promjer	100	129
Modul elastičnosti	100	55
Čvrstoća	100	44
Otpor istezanja	100	35
Točka taljenja	100	61
Točka zamora	100	62
Toplinski otpor	100	158
Toplinsko istezanje	100	135

Tablica 1. Karakteristike bakrenih i aluminijskih vodiča

4. USPOREDBA CIJENE ALUMINIJA I BAKRA



Slika 3. Cijene aluminija i bakra na tržištu u USD (sa stranice fastmarket.com)

-Na dijagramima su prikazana tromjesečna kretanja cijene bakra i aluminija. Iz dijagrama je vidljivo da je cijena bakra trostruko veća od cijene aluminija.

-Prema nekim procjenama, oko 50% cijene kabela čini bakar, međutim, iako je aluminij tri puta jeftiniji treba imati na umu da će se zbog njegovih fizikalnih svojstava za isti prijenosni kapacitet dimenzije kabela (promjer) morati povećavati te da i to utječe na ukupni trošak kabela s varijantom u kojoj bi se za materijal vodiča koristio aluminij umjesto bakra.

5. KVAROVI U POGONU VEZANI ZA MATERIJAL VODIČA

- Vezano za aluminijske upletene vodiče, dva su glavna problema koja mogu dovesti do kvara:

1) Kemijska reakcija između vode (mora) i aluminija – ukoliko dođe do prodora vode u aluminijski vodič to rezultira kemijskom reakcijom u kojoj se oslobađa vodik pod visokim tlakom kojeg je gotovo nemoguće zadržati postojećim spojnica. Ukoliko dođe do prodora mora u aluminijski vodič, dolazi do brze korozije uzdužno po vodiču. Ovo je uz nedostatnu masu kabela najveći nedostatak aluminijskih podmorskih kabela.

2) Oksidiranje aluminija i korozija – u uvjetima izloženosti kisiku, aluminij oksidira brzo te formira termodinamički i kemijski stabilnu situaciju. Taj “izolacijski” sloj je vrlo tanak (nanometrijski mjerljiv) i ukoliko se propisno ne ukloni prije stavljanja konektora za spoj vodiča, može se pojaviti dodatni otpor što uzrokuje zagrijavanje spoja pri prolasku struje, a samim time i potencijalo mjesto kvara.

6. ZAKLJUČAK

- Uzimajući u obzir prethodno navedene činjenice, možemo zaključiti da je bakar prikladniji materijal za izradu podmorskih kabela.
- Uz navedena fizikalna svojstva (prije svega veći presjek za istu prijenosnu moć, manja težina po metru kabela, veći radijus savijanja te ukupno veći promjer kabela za istu prijenosnu moć) koja aluminij stavljaju iza bakra kad je u pitanju izbor materijala za vodič podmorskog kabela, tu je i kemijska reakcija aluminija s vodom u kojoj se pod velikim tlakom oslobađa vodik te i kemijska reakcija sa zrakom.
- U ukupnoj kalkulaciji, izvedba podmorskog kabela s aluminijem kao materijalom vodiča izašla bi i do 30% jeftinije, ali zbog svih navedenih nepovoljnijih svojstava u odnosu na bakar, prednost se daje bakru kao materijalu za izradu vodiča podmorskog kabela.
- Ukoliko cijena bakra i dalje nastavi značajnije rasti, trebat će uzeti u obzir mogućnost korištenja aluminija kao materijala za vodiče podmorskih kabela, pogotovo za dionice gdje će financijski efekt biti značajnije izražen (dulje dionice).

6. PITANJA RECENZENATA

1/3

1. Imate li saznanja o korištenju podmorskih kabela s aluminijskim vodičima u distribucijskoj mreži RH ili drugih zemalja u okruženju?

Nema saznanja o korištenju podmorskih kabela s aluminijskim vodičima u distribucijskoj mreži RH ili drugih zemalja u okruženju. Zbog znatno boljih fizikalnih i kemijskih svojstava bakra kao materijala za vodič podmorskog kabela, vjeruje se da ni proizvođači nisu ozbiljnije razmatrali korištenje aluminija materijal za izradu vodiča podmorskih kabela namijenjenih za distribuciju.

6. PITANJA RECENZENATA

2/3

2. Slika 3. u referatu pokazuje da je cijena bakra i aluminija početkom godine pala. Dali je to samo privremena situacija ili je to nastavak nekog ranijeg trenda?

Vjeruje se da je to samo privremena situacija odnosno jedan mali segment iz kontinuiranog prikaza cijene koja varira, ali tendencija je da kumulativno nema značajnije promjene cijene. Da bi pokušali utvrditi neku zakonitost kretanja cijene bakra ili cijene aluminija, pa i međusobni odnos cijene bakra i aluminija, potrebno je razmatrati podatke o cijeni unatrag nekoliko godina.

6. PITANJA RECENZENATA

3/3

3. Kakav je uticaj vrste vodiča na transport i manipulaciju kabelima prilikom polaganja?

Utjecaj izbora vodiča se kod transporta manifestira na način da će podmorski kabel izrađen od aluminija imati veći promjer i veći minimalni dozvoljeni polumjer savijanja od bakrenog podmorskog kabela ekvivalentne prijenosne moći.

To konkretno u smislu transporta znači da će se namatanje takvog kabela morati započeti na bubnju čiji je unutarnji polumjer veći od polumjera bubnja na koji bi se namatao podmorski kabel izrađen od bakra iste prijenosne moći. Isto tako, zbog većeg promjera samog kabela, to znači da će na bubanj stati manje namotaja kabela.

Ako se uzme da su gabariti bubnja definirana veličina, zaključuje se da će se na bubnju istih vanjskih dimenzija moći prevesti značajno manja dužina podmorskog kabela izrađenog od aluminija u odnosu na kabel izrađen od bakra iste prijenosne moći.

6. PITANJA RECENZENATA

3/3

3. Kakav je uticaj vrste vodiča na transport i manipulaciju kabelima prilikom polaganja?

Vezano za polaganje aluminijskih podmorskih kabela nebi bilo značajnijih intervencija u smislu tehnologije polaganja te bi bilo potrebno eventualno provjeriti radijuse savijanja kabela prilikom ukrcaja kabela na brod polagač te prilikom samog polaganja kabela.

Hvala na pozornosti!