

Petar Čerina, dipl.inž.
Bruno Šaina, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA ZAGREB
Direkcija za upravljanje i prijenos

R 2.04

UTJECAJ NAČINA POLAGANJA PODMORSKIH JEDNOŽILNIH KABELA NA ELEKTROKOROZIJU METALNOG PLAŠTA

CABLE LAYING METHOD AND ITS EFFECTS TO ELECTRIC CORROSION OF SINGLE-CORE SUBMARINE CABLES METAL ARMOURING

SAŽETAK

Do sada se prilikom polaganja podmorskih jednožilnih kabela nije vodilo dovoljno računa o sprečavanju propadanja metalnog plašta kabela zbog djelovanja elektrokorozijske.

U referatu je teoretski razmatrana ova pojava i date su smjernice za njeno izbjegavanje

Posebno su obrađena rješenja za smanjenje elektrokorozijske metalnih plašteva za jednožilne kabele 110 kV na podmorskim trasama "OTOČNE VEZE 110 kV TS RAB - TS ZADAR".

SUMMARY

During the cable laying not enough attention has been paid to prevent deterioration of the cable metal armouring due to electric corrosion.

The paper theoretically discusses the phenomenon and gives the guidelines for its prevention.

Solutions how to avoid the electric corrosion of metal armouring on the single-core 110 kV cable on the submarine routes of "110 kV ISLAND PROJECT TS RAB - TS ZADAR" are separately elaborated.

Ključne riječi: podmorski kabel, elektrokorozijska, polaganje kabela

Key words: submarine cable, electric corrosion, cable laying

Podmorski jednožilni kabeli zaštićeni su od mehaničkih oštećenja plaštem od čelične galvanizirane žice ili aluminijske žice.

Kabeli su pod morem polagani u jednoj ravnini na projektiranoj međusobnoj udaljenosti pojedinih faza. Ova udaljenost je veća od dubine mora na mjestima polaganja. Uz obalu se približavaju i ulaze u jednu zajedničku priobalnu zaštitu.

Polazuje se da u području približavanja odnosno udaljavanja podmorskih jednožilnih kabela (što je redovito slučaj u priobalnom dijelu podmorske trase) dolazi do pojave elektrokorozijske metalne armature zbog toka struje iz metalnog plašta u more.

Uzrok pojavi korozije je u nastanku elektromagnetskog polja koje inducira poprečne komponente napona u zonama približavanja odnosno udaljavanja pojedinih faza kabela. Ovu složenu elektromagnetsku pojavu kao i način njenog smanjenja, razradili smo zajedno s stručnjacima proizvođača kabela ABB Švedska.

TEORETSKO_RAZMATRANJE

Struja u metalnom plaštu kabela je:

$$I_p = \frac{-jX}{R + jX} I_v \quad (1)$$

I_p - struja plašta (A)

I_v - struja vodiča (A)

R - otpor plašta (ohm/faza x m)

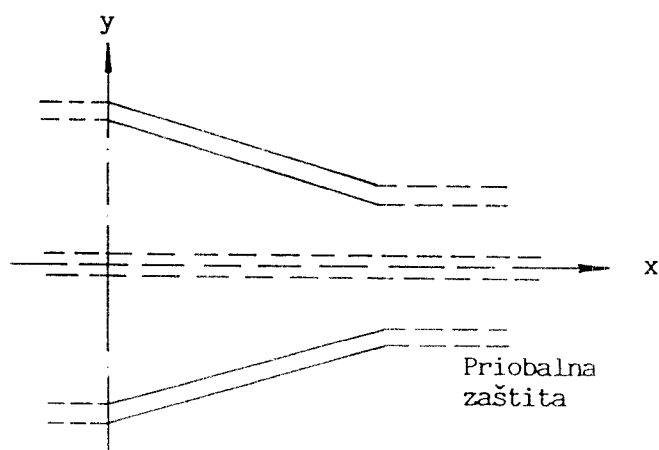
X - reaktanca plašta (ohm/faza x m)

Reaktancija metalnog plašta je:

$$X = \frac{j\omega\mu_c}{2\pi} \ln\left(\frac{2y}{d}\right) \quad (2)$$

y - razmak faza (m)

d - vanjski promjer metalne armature plašta (m)



Na kosom dijelu trase (crtež) inducirani napon se uzduž metalnog plašta mijenja pa se i struja mijenja, t.j. nastaje tok struje u more - korozijska struja.

Njezina veličina se određuje derivacijom jednadžbe (1) po kosom dijelu kabela trase

$$\frac{\partial E}{\partial s} = -j \frac{\partial X}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial s} \frac{R}{(R + jX)^2} I_v \quad (\text{A/m}) \quad (3)$$

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

$$\frac{\partial y}{\partial s} = \frac{y'}{\sqrt{1+(y')^2}}$$

Sređenjem jednadžbe (2) dobijemo relaciju:

$$\frac{\partial E}{\partial s} = -j \frac{\omega \mu_0}{2\pi} \cdot \frac{1}{y} \cdot \frac{y'}{\sqrt{1+(y')^2}} \frac{R}{\left(R + j \frac{\omega \mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{2y}{d}\right) \right)^2} \cdot I_v \quad (4)$$

Gustoća korozijske struje dobije se s djeljjenjem jednadžbe (4) s opsegom kabela $d \times \sqrt{\pi}$ (m).

U gornjoj relaciji sve su veličine konstantne osim udaljenosti kabela $|y|$ i derivacije $|y'|$. Na ove obje veličine možemo utjecati odabirom najpovoljnijeg načina polaganja.

Na mjestu grananja mali je $|y|$ što je uzrok najveće gustoće korozijske struje.

Mala vrijednost $|y'|$ znači blagu strminu, što ima za posljednicu smanjenje gustoće korozijske struje.

2 ZAŠTITA OD KOROZIJSKE STRUJE PODMORSKIH JEDNOŽILNIH KABELA ZA "OTOČNU VEZU 110 kV"

Za podmorske veze 110 kV predviđeni su jednožilni kabeli s izolacijom od umreženmog polietilena, olovnim plaštem debljine 2,5 mm, mehaničkom zaštitom od aluminijske žice debljine 4 mm iznad koje je završni sloj debljine 2 mm (namot od polypropyleneyarna) koji propušta more. Presjeci kabela su 300 mm² Cu i 400 mm² Cu, a proizvodnje su ABB Švedska.

Kabeli se polažu pod morem u jednoj ravnini na međusobnoj udaljenosti pojedinih faza većoj od dubine mora. U priobalnom dijelu faze se postupno približavaju i ulaze u jednu zajedničku priobalnu zaštitu. U priobalnoj zaštiti i na kopnenoj trasi kabeli su položeni u trolistu.

Da bi se izbjeglo djelovanje elektrokoroziije ovako se postupilo:

- na mjestu grananja jednožilnih kabela (mali y - kabeli blizu) treba očekivati relativno veliku gustoću korozijske struje. Zato je u blizini priobalne zaštite (mjesto grananja kabela) predviđeno međusobno galvansko spajanje metalnih plašteva svih triju jednožilnih kabela, postupno udaljšavanje (niska derivacija y') između faza u moru. Navedeno prikazano je na priloženim slikama 1 i 2.

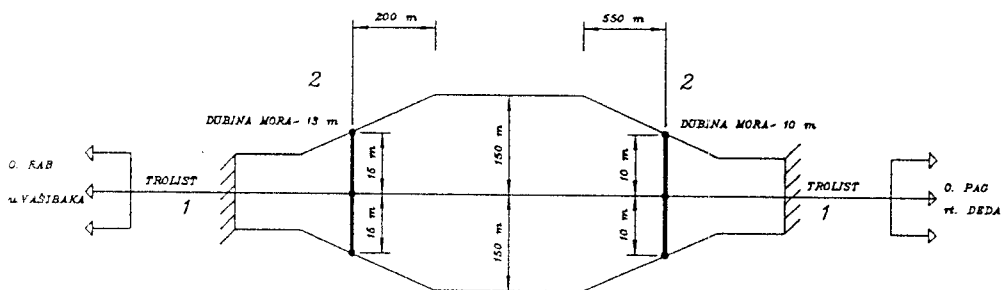
3. ZAKLJUČAK

Da bi se izbjegla elektrokorozija metalnih plašteva treba nastojati da se jednožilni kabeli pod morem polažu u jednoj ravnini što bliže i bez nagiba, a na kopnu treba međusobno povezati metalne plašteve svih triju faza.

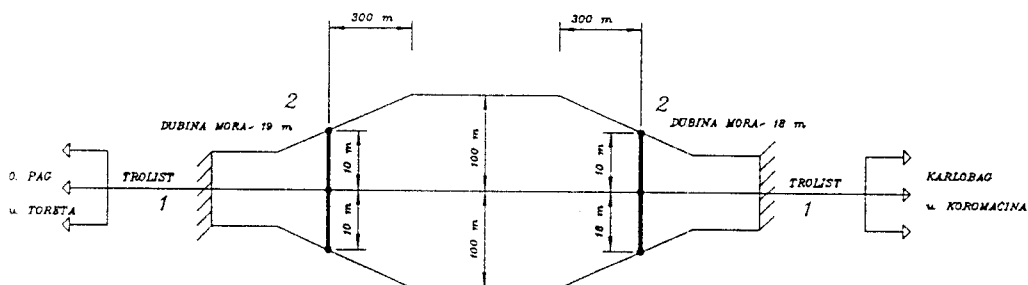
Da bismo udovoljili tom vrlo strogom kriteriju prilikom projektiranja treba voditi računa o slijedećem:

- o udaljenosti pod morem pojedinih faza radi uvjeta radova na moru, popravaka, konfiguracije morskog dna, ...

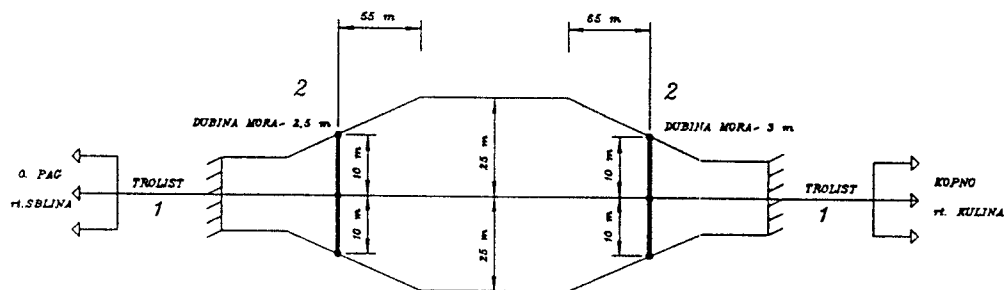
KABELSKA TRASA 110 kV o. RAB - o. PAG
 3x (1x300) mm² Cu, DUŽINE 3x11 km



KABELSKA TRASA 110 kV KARLOBAG - o. PAG
 3x (1x 400) mm² Cu, DUŽINE 3x 2,6 km



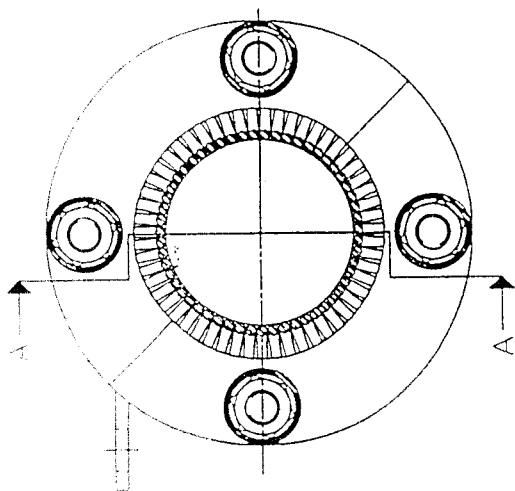
KABELSKA TRASA 110 kV o. PAG - KOPNO
 3 x (1x 400) mm² Cu, DUŽINE 3x 2,5 km



LEGENDA:

1. Priobalna zaštita
2. Mjesto spajanja Al - armature u moru

R 2.04



LEGENDA:

- 1. Potisni prsten
- 2. Izolacijski umetak
- 3. Mjesto za međusobno spajanje faza
- 4. Obujmica za spoj Al armature
- 5. Armatura Al žice Ø 4 mm
- 6. Vijak M 12

ALJ SPOJNICE METALNIH ARMATURA