

Ivan Pandol, dipl. ing.
HEP-Direkcija za distribuciju
Ulica grada Vukovara 37; Zagreb

3-02

PRIMJENA TENOLOGIJE IZOLIRANIH VODIČA U PODRUČJU SREDNENAPONSKIH NADZEMNIH MREŽA

SAŽETAK

U prvom se dijelu članka daje pregled predloženih ispitnih poligona za izgradnju u tri različite klimatske zone. Usporedbom ostalih čimbenika koji su uvjetovali primjenu izoliranih nadzemnih vodiča (INV...) u nordijskim zemljama, autor daje prilog pitanju o općoj ili posebno namjeni ove tehnologije u nas.

Ključne riječi: izolirani nadzemni vodovi, izolirani vodič, zaštine naprave..

THE COVERED CONDUCTORS TECHNOLOGY APPLICATION IN A FIELD MV OVERHEAD LINES

ABSTRACT

In the first part of the paper the survey of proposed test polygons in three different climate areas is given. By comparing other factors which influenced application of MV overhead covered conductors in the Nordic countries, the author gives contribution to the issue of general and special purpose of this technology.

Keywords: overhead covered conductor lines, covered conductor, protection devices.

1. UVOD

U cilju što korektnijeg transfera tehnologije izoliranih nadzemnih vodiča (INV) u srednjenaponsku mrežu HEP-a, formirana je "Radna grupa za izolirane nadzemne vodove", koja je razradila uvjete za realizaciju ispitnih poligona na tri osnovne lokacije.

Prvi je u zoni izrazite kontinentalne klime u mreži ELEKTROSLAVONIJE, na lokaciji Kondrić-Svetoblažje-Trnava u duljini trase 6000 m, nazivnog napona 10 kV . Izvedba je voda na drvenim stupovima s betonskim nogarima (za nosive linijske) i čelično-rešetkaste zatezne stupove.

Drugi se poligon nazivnog napona 10 kV planira izgraditi na Učki (ELEKTROPRIMORJE) u zoni primorsko-goranske klime, čije su karakteristike nagle promjene temperature, temperaturne inverzije i dodatni tereti u širokom spektru kombinacija. Ovaj se poligon planira izgraditi na četiri otcjepa ukupne duljine trase: 13.300 m, na drvenim linijskim i čelično-rešetkastim zateznim stupovima.

Treći se poligon nazivnog napona 20 kV planira izgraditi u zoni posolice (ELEKTRA-ZADAR) na dvije dionice: Ražanac-Paški Most (duljine trase 7.300 m) i Gorica-Miškovići (duljine trase 10.800 m). Prva se dionica planira izgraditi na betonskim stupovima a druga u kombinaciji drveni stupovi s betonskim nogarima (linijski-nosivi) i betonskim zateznim stupovima.

Sve su trase naznačenih ispitnih poligona ranije bile izvedene u klasičnoj izvedbi golim vodičima, što je dobar preduvjet radi usporedbe bivših i očekivanih događaja odnosno kvarova.

Za naznačene poligone u Slavoniji i na planini Učki predviđa se ugradnja izoliranog vodiča oznake: IV.SN. 50 mm²; AlMgSi-XLPE 2,7 mm; dok se za zonu posolice planira ugraditi izolirani vodič punjen mašču oznake: IV-P.SN.50 mm²; AlMgSi-XLPE 2,7 mm.

U nedostatku naših normi i posebnih propisa, preuzete su važeće finske norme, koje pokrivaju tri osnovna područja ove tehnologije.

Norma SFS 5790:1995; definira konstrukciju vodiča (užeta), pribor, električna i mehanička svojstva vodiča, međufazne razmake vodiča i okolnog raslinja, ugradnju naprava za zaštitu od električnog luka, način prigušenja vibracija u ovjesištu, detekciju zemljospoja te uvjete održavanja INV.

Norma SFS 5791:1994 definira kakvoću XLPE izoliranog vodiča i ovjesišta i sve zahtjeve glede ispitivanja izoliranog vodiča.

Normom SFS 5792:1996 definirane su izvedbe (konstrukcije) naprava za zaštitu od električnog luka i različite izvedbe konzola. Istom je normom definirano dozvoljeno strujno opterećenje i način ispitivanja (testiranja) naprava za zaštitu od atmosferskih prenapona.

2. TEHNOLOŠKE USPOREDBE.

Prilikom posjete članova radne grupe elektrodistribuciji Finske i Švedske uočena je jedinstvena izvedba ovakvih sredjenaponskih mreža isključivo na drvenim stupovima s betonskim nogarima. Usporedbom s gore napisanim se vide odstupanja glede izvedbe naših poligona na sve tri lokacije. Držimo da ova razlika neće značajnije utjecati na zaključke o svrsishodnosti ove tehnologije, jer su drugi elementi vodova: izolirani vodiči, ovjesni, spojni, zaštitni pribor i alati predviđeni od istog već provjerenog proizvođača (Lit. 5). Dizajniranje glave stupa ovih sredjenaponskih vodova izvedeno je po jedinstvenim uputama definiranim preporukama u Biltenu HEP-a br. 59, (Lit. 2). Proračun elemenata zaštite od atmosferskih prenapona je prilagođen kerauničkoj razini dane lokacije (Lit. 1).

3. TROŠKOVI ULAGANJA.

Prema troškovnicima izradene projektne dokumentacije specifični prosječni troškovi izgradnje poligona iznose:

ELEKTROSLAVONIJA Osijek.....	260.000 Kn/ km.
ELEKTROPRIMORJE Rijeka.....	250.000 Kn/ km.
ELEKTRA-Zadar.....	300.000 Kn/ km.

Ovdje se mora naglasiti da je ovo prva varijanta iskaza početnih troškova, koja se može još korigirati sitnim preinakama u projektu.

U dosadašnjim iskazima specifičnih troškova (po kilometru trase) za izgradnju INV...i klasičnog voda s golim vodičima iste prijenosne moći naglašavana je razlika u korist zadnjeg s za nekih 20-30% s napomenom, da nisu uzeti u račun elementi zaštite od atmosferskih prenapona kod prvoimenovanog (Lit. 3).

Kako je u nas keraunička razina u prosjeku trostrukog iznosa prema nordijskim zemljama, to se troškovi rečene opreme moraju uzeti u razmatranje prilikom usporedbe obe izvedbe srednjenaponskog voda.

Razlike u troškovima rada montaže (koji su viši kod INV...za 14-24%) i troškova građevinskog dijela s ugradnjom i temeljenjem stupova, ovom ćemo prilikom zanemariti. Transportne se i ostale troškove može držati približno jednakima.

Rečenu ćemo korekciju sprovesti na srednjenaponskom 10 kV vodu u izvedbi na drvenim stupovima s betonskim nogarima, kako je to već prikazano u Lit. 3. Učešće zaštitnih naprava u troškovima izgradnje se uzima prema troškovniku poligona ELEKTROSLAVONIJE, gdje je svega 400 m trase u zoni voćnjaka ostalo je oranica i šikara.

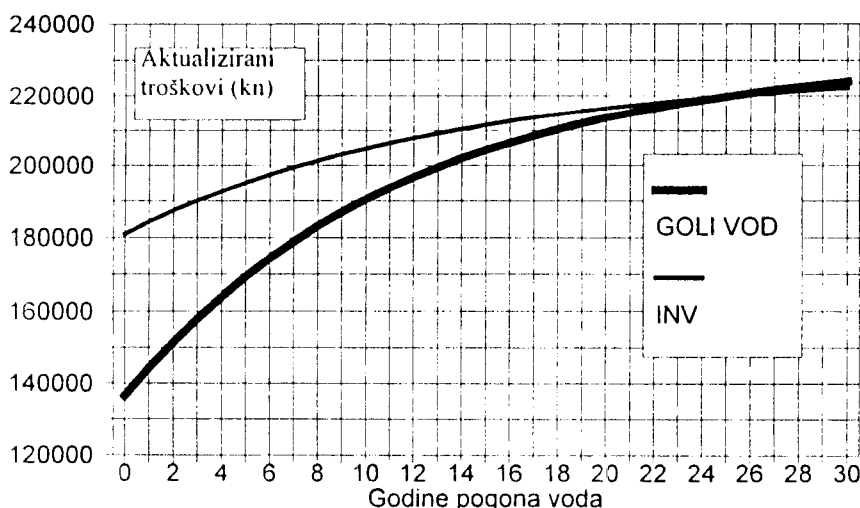
Tablica 1. Cijene izgradnje klasičnog i INV...SN voda na drvenim stupovima i betonskim nogarima (po kilometru trase)

Kategorije troškova	Al/ Fe 3 x 50 mm ²		INV 3 x 50 mm ² AlMgSi-XLPE 2,7mm		Omjer 4/ 2 (%)
	(Kn)	(%)	(Kn)	(%)	
1	2	3	4	5	6
Gradev. dio (stupovi s temeljima)	23200	16,99	23000	12,70	-
Vodiči i električna oprema	59900	43,73	81700	45,15	-
Zaštita od atm. prenapona i ptica	-	-	23024	12,72	-
Radovi (građevin. i montažni)	45200	33,20	42800	23,65	-
Transportni i ostali troškovi	8300	6,08	10440	5,78	-
Ukupna ulaganja po km trase	136600	100,0	180964	100,0	+32,4

Omjer specifične cijene INV...i onoga klasične izvedbe na trasi bez značajnijeg raslinja odnosno šume govori o zamjetnoj razlici početnih ulaganja, koja se za promatrano razdoblje od 30 godina jedva može kompenzirati manjim troškovima održavanja. Uzme li se u obzir faktor pokrivenosti šumskim raslinjem na teritoriji naše države (cca 38 %) kao i činjenica, da su mreže ove naponske razine u okolišu gradova i naselja, to bi stvarna pokrivenost trasa uređenom šumom bila najviše oko 30%. Uz iste cijene troškova krčenja šume (kao u rečenom referatu) dobija se omjer specifičnih troškova izoliranog i klasičnog voda:

$$k_c = 180964 + 0.3 \times 78000 / 136600 + 0.3 \times 182000 = 1,08$$

Dakle, općenito gledano uz zanemarene razlike u troškovima montaže i uz uračunate smanjene troškove šumskih koridora na trasama INV...vodova; isti su skuplji (u početnim ulaganjima) za 8%.



Usporedba aktualiziranih vrijednosti godišnjih troškova SN vodova u izvedbi s golim i izoliranim vodičima.

Usporedbom se po metodi kumulativnih aktualiziranih godišnjih troškova (za razdoblje od 30 godina) uobičajenim postupkom, uvažavajući različite pogonske godišnje troškove za obje izvedbe, uviđa minimalna (gotovo nezamjetna) ekonomičnost gradnje INV.. Kada bi pak uzeli u obzir sva gore rečena znmarenja zasigurno bi INV...prcmatran kroz životno razdoblje od 30 godina bio skuplji od klasičnog. INV... se pokazuje isplativijim tek onda kada se uračunaju i troškovi naknade radi prekida napajanja, jer je zamjećen smanjen broj kvarova za četiri puta.

Gornja računica upućuje na zaključak da je primjena ove tehnologije gradnje za naše uvjete isključivo specifične namjene, u šumom bogatim regijama s teškim klimatskim uvjetima. Da bi se potvrdila opravdanost izgradnje u pojedinim klimatskim zonama ponnjivim se praćenjem događaja na ovim ispitnim poligonima mora odgovoriti na tri grupe pitanja:

- 1.-ponašanje izoliranih vodiča u uvjetima nastanka jakih dodatnih tereta, kao što su snijeg i led poglavito u područjima s čestim temperaturnim inverzijama.
- 2.-ponašanje izoliranih vodiča u uvjetima izrazite posolice kombinirane vibracijama zbog udara vjetra i
- 3.-ponašanje izolacije izoliranog vodiča u uvjetima učestalih atmosferskih prenapona te detekcija mjesta kvara i sanacija istog.

Gore navedena pitanja proizlaze iz analize kvarova na INV...u Finskoj u razdoblju 1986-1990 godine. Prema Lit. 5. uočeni su slijedeće vrste kvarova:

- | | |
|---|-----|
| 1. Pad drveća na vodove INV..... | 34% |
| 2. Izgaranje i prekid vodiča usljed atmosferskih prenapona..... | 26% |
| 3. Kvarovi radi zamora materijala-vibracije zbog vjetra..... | 11% |
| 4. Kvarovi radi loše montaže..... | 8% |
| 5. Mehaničko oštećenje izolatora..... | 6% |
| 6. Kvar-lom stupova..... | 5% |
| 7. Kvarovi usljed propucavanja, tereta snijega i dr..... | 10% |

Na pad drveća pored dodatnih tereta (snijeg-led) utječe i podloga, koja se sastoji od tankog sloja zemlje na granitnoj podlozi ili pak na močvarnom terenu čime je ugrožena stabilnost drveća. Kod nas pak, je situacija znatno bolja a visina raslinja niža, pa ni pad drveća kod nas ne će biti čestim uzrokom kvara. Za očekivati je dakle najčešće kvarove po osnovu atmosferskih prenapona općenito, a u primorskom području posebno po osnovu korozije aluminija i zamora materijala u ovjesištu izoliranog vodiča.

4. Z A K L J U Č A K

Potrebno je naglasiti da će se pravi odgovor o podobnosti ove tehnologije moći formulirati na osnovu sustavnog praćenja pouzdanosti ispitnih poligona po gore naznačenim vrstama kvarova u klimatskim odn. vremenskim nepogodama kakve su u nas. Ekonomska opravdanost ove tehnologije će se moći ocjeniti pomnjivim registriranjem troškova održavanja odn. sanacije kvarova i vremena prekida napajanja potrošača.

5. L I T E R A T U R A.

1. E. Mihalek; S. Žutobradić: **Uvođenje nadzemnih vodova 24 k V s izoliranim vodičima u distribucijsku mrežu HEP-a**, studija, Energetski institut "H. Požar"; Zagreb 1996.
2. HEP- Radna grupa: **Preporuke za gradnju nadzemnih srednjenaponskih vodova s izoliranim vodičima**, Bilten br. 59, srpanj 1997.
3. E. Mihalek, S. Žutobradić: **Izolirani nadzemni vodovi srednjeg napona-rješenje za specifičnu ili opću namjenu?** Referat 31-02; Cavtat, listopad 1997.
4. K. Naponen, I. Lehtinen, A. Hinkkuri: **On the design and experience with high voltage covered conductor systems**; World Congress Centre-Melbourne, 11.1993.
5. Antero Hinkkuri: **The experience of covered conductor use in Finland**; NOKIA Cables, Capenhurst, Chester UK; 11.1996.