

IZRADA NADZEMNIH VODOVA PRIMENOM IZOLOVANOG AIFe UŽETA

Z.Jeremić, J.P.ELEKTROMORAVA, Srbija i Crna Gora
D.Vasić, J.P.ELEKTROMORAVA, Srbija i Crna Gora

KRATAK SADRŽAJ

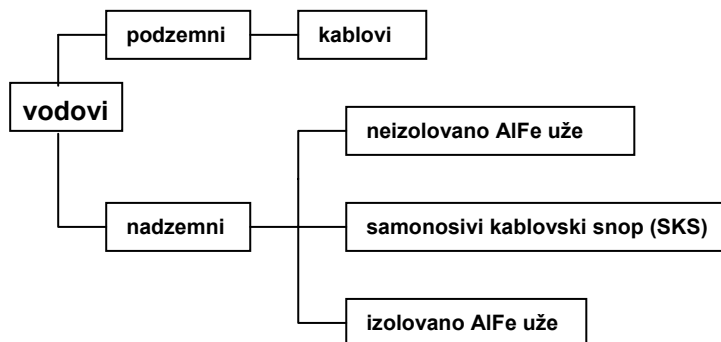
U ovom radu obrađena je primena izolovanog AIFe provodnika (u daljem radu izolovano užeta), njegove tehničke karakteristike i način montaže. Dat je i opis montaže nadzemnog voda sa izolovanim užetom na teritoriji J.P.ELEKTROMORAVA Požarevac. Dat je pregled prednosti i nedostataka primene izolovanog užeta.

UVOD

Vodove koji služe za prenos električne energije grubo možemo podeliti u dve grupe:

- Nadzemne vodove
- Podzemne vodove

Na sledećoj skici dat je prikaz vodova koji se koriste za prenos električne energije:



slika 1. Osnovna podela prenosnih vodova

Svaki vod koji se koristi za prenos poseduje prednosti i nedostatke u odnosu na ostale vodove koji su dati na gornjoj slici. U ovom radu je obrađeno samo poređenje između izolovanog i neizolovanog užeta. U referatu je izvršeno ograničenje primene izolovanog užeta za nadzemne vodove do 35 kV naponskog nivoa. Vodovi većeg naponskog nivoa nisu predmet ovog rada.

Razlog proizvodnje izolovanog AIFe užeta je otklanjanje nedostataka vodova sa golim AIFe užetom, od kojih ćemo spomenuti samo neke.

- Osetljivost na zemljospojeve (proboji izolatora)
- Osetljivost na međufazne spojeve (»tuširanje« provodnika)

- Uticaj vegetacije (grane i drveće)
- Prekid napajanja usled pada stuba i uplitanja provodnika
- Udari groma
- Ostali uticaji (namerno izazvani ispadi vodova, ptice)

Zajedničko svim navedenim uticajima je prekid napajanja i ostajanje bez električne energije određene grupe potrošača, naselja pa i čitavih regija, kraći ili duži vremenski rok u zavisnosti od brzine otklanjanja poremećaja i vraćanje vodova pod napon.

Ostanak bez napajanja može imati velike posledice po normalno funkcionisanje zajednice (društva), uz velike materijalne troškove i štete nastale usled neisporučivanja električne energije.

Cilj svakog prenosnog i distributivnog sistema je kontinuirano (neprekidno) snabdevanje potrošača električnom energijom, uz smanjenje ili potpuno eliminisanje neplaniranih ispada prenosnih vodova.

Da bi se eliminisalo neplanirano ispad prenosnih vodova i prekid u napajanju potrošača, potrebno je eliminisati uzroke koji dovode do ispada vodova. Povećanje pouzdanosti vodova može se postići:

- Dodatnim angažovanjem stručne radne snage u smislu povećanja kontrole vodova (čišćenje trase voda, pregled stubova i izolatora, itd). Ovakav pristup zahteva dodatnu radnu snagu, angažovanje mehanizacije, što u krajnjem slučaju povećava troškove održavanja i eksploatacije, ali ne doprinosi u potpunosti eliminisanju uzroka nastanka kvarova na vodovima.

- Primena drugog tipa nadzemnog voda – samonosivi kablovski snop, tipa XHE 48, (u daljem tekstu SKS) tehnički je izvodljiva, ali sa ekonomskog aspekta je neisplativa jer je cena po km voda sa SKS – om u odnosu na cenu voda sa AIFe užeom nekoliko puta veća.

Zato SKS nije naišao na veću primenu na srednjim naponskim nivoima (10, 20 i 35 kV). Isplativ je samo za kraće deonice vodova i to pretežno u naseljima, dok je za duže deonice nadzemni vod sa izolovanim užeom najoptimalnije rešenje.

PROIZVODNJA I PRIMENA IZOLOVANOG UŽETA U EVROPI

Početak proizvodnje i tehnologije izrade izolovnog provodnika započet je u skandinavskim zemljama (Švedska, Finska), kao i u Velikoj Britaniji, nekih 15 godina unazad.

Potreba za izolovanim užeom u skandinavskim zemljama je nastala zbog velikih površina pod šumom i problema sa vodovima koji prolaze preko njih, (razlog: zemljospojevi, prekidi provodnika, lomljenje stubova). Svi ovi problemi su zbog pada grana i stabala na vod sa neizolovnim užeom.

U Velikoj Britaniji razlog za proizvodnju izolovanog užeta je primena za nadzemne vodove koji su postavljeni pored mora, gde je prisutna velika koncentracija soli i nagrizajućih (agresivnih) materija u vazduhu, i koje oštećuju neizolovano uže, smanjujući na taj način radni vek nadzemnog voda.

Prvobitno je izolovani provodnik bio samo sa PVC izolacijom preko AIFe užeta, i koji je imao dosta nedostataka. Ali mnogobrojnim višegodišnjim ispitivanjima izvršenih kako od proizvođača, tako i od korisnika izolovanog užeta, došlo se do koncepcije užeta kakvo se danas proizvodi.

Izolovano uže današnje generacije su skoro u potpunosti eliminisali nedostatke neizolovanih AIFe užadi. Danas se proizvode izolovani provodnici koji se mogu koristiti i za naponski nivo od 145 kV.

Upotreba izolovanog AIFe užeta je višestruka. Navodimo dva primera korišćenja izolovanog užeta i u druge svrhe osim za nadzemne vodove koji prolaze kroz šumovit teren.

1. Portugalska preduzeća za prenos električne energije su imali velikih problema sa ispadima nadzemnih vodovima uzrokovanih jatima ptica za vreme njihove migracije (selidbe). Zamenom provodnika na postojećim stubovima izolovanim AIFe užeta umesto neizolovanog užeta problem je uspešno rešen.

2. U Izraelu je problem sa isključenjima nadzemnih vodova bio povezan sa akcijama terorista. Teroristi su izazivali namerna isključenja nadzemnih vodova lancem i tegovima koji se bacao u vazduh i padao na provodnike i samim tim izazivao prekide u napajanju potrošača. Zamenom neizolovanog užeta sa izolovanim užeom problem je bio uspešno rešen.

3. U Norveškoj je u eksperimentalnoj upotrebi nazemni vod sa izolovanim provodnikom na naponskom nivou od 145 kV. Bilo je potrebno da se vod sa neizolovanim AIFe užeom na naponskom nivou od 60 kV promeni tako da može da se koristi za naponski nivo od 145 kV. Problem je mogao da se reši na sledeći način:

- Potrebno je bilo izvršiti zamenu stubova zbog povećanja razmaka između provodnika, povećati broj izolatorskih članaka u izolatorskim lancima, i izvršiti zamenu i povećati presek AIFe užeta.

- Zamena postojećeg neizolovanog AIFe užeta sa izolovanim užeom većeg preseka, za naponski nivo od 52 kV, a da sva rastojanja između provodnika, stubovi i izolatorski lanci ostanu isti.

Analizom troškova potrebnih za izradu ovog nadzemnog voda došlo se do zaključka da je drugo rešenje znatno jeftinije i sa mnogo kraćim vremenskim rokom za izgradnju nadzemnog voda naponskog nivoa 145 kV. Propisi u Norveškoj nisu definisali ovakve slučajeve rekonstrukcije

nadzemnih vodova, tako da je ovaj vod je urađen kao eksperimentalni. Ovaj nadzemni vod je u eksperimentalnom radu preko dve godine i za sada nije bilo nikakvih problema u eksploataciji. Izgled nadzemnog voda sa izolovanim AIFe užetom dat je na slici.

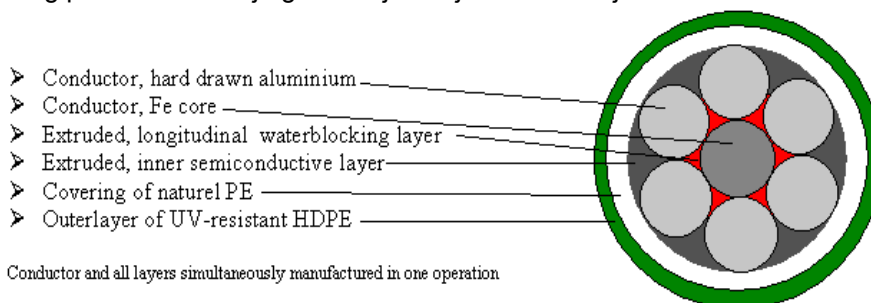


slika 2. Nadzemni vod sa izolovanim AIFe užetom u Norveškoj (naponski nivo 145 kV)

Propisi o izolovanom AIFe užetu koje je Evropska unija donela strogo određuju vreme trajanja kvara ako je provodnik u normalnom radu , tj. pod punim radnim naponom. Pojedini proizvođači izolovanog AIFe užeta imaju i svoje, strožije kriterijume prilikom ispitivanja izolovanog provodnika u vlažnoj sredini. Proizvođači u Švedskoj su postigli kvalitet u izradi izolovanog AIFe užeta, tako da ono bez problema izdržava 48 sati rada u vodi pri punim radnim naponom 24 ili 52 kV.

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE IZOLOVANOG UŽETA

Tehničke karakteristike izolovanog provodnika su vrlo slične neizolovanom provodniku. Poprečni presek izolovanog provodnika novije generacije dat je na sledećoj slici:



slika 3. Presek izolovanog AIFe užeta

U tabeli su date tehničke karakteristike izolovanog AIFe užeta za preseke provodnika od 62 i 99 mm²

Crossection, type	62 AIFe	99 AIFe	mm ²
Lay up of conductor, Fe+Al	(1+6)3,37	(1+6)4,25	
Conductor diameter, bare conductor, nom	10,1	12,8	mm
Inner semiconductive layer,thickness,nom	0,1	0,1	mm
Inner PE covering, thickness,nom	1,2	1,2	mm
Outer UV –resist.HDPE covering, thickness,nom	1,1	1,1	mm
Diameter over covering, min – max	14,6-16,1	17,3-18,8	mm
Weight,nom	309	449	kg/km
Rated operating voltage	24	24	kV
DC – resistance at 20 ⁰ C, maximum	0,535	0,336	Ω/km
Resistance temp.coefficint	0,00403	0,00403	/ ⁰ C
Reactanse, estimated value	0,32	0,30	Ω/km
Per phase capacitance, estimated value	12	12	nF/km
Phase eart capacitance, estimated value	4	4	nF/km
Lightening impulse withstand strength od HDPE layer	100	100	kV
Operating temperature maximum, IEC 1597	70	70	⁰ C

Max load, cond.temp 60 ⁰ C, air temp. 20 ⁰ C, IEC 1597, Wind sped, 1 m/s	259	348	A
Max short circuit current, 1 sec, + 50 ⁰ C → + 200 ⁰ C	5,2	8,2	kA
Breaking load of conductor, minimum	19	29,8	kN
Linear expansion coefficient	19x10 ⁻⁶	19x10 ⁻⁶	/ ⁰ C
Permissable elongation , creep	0,029	0,029	%
Module of elasticity before load (estimated values)	59	59	kN/mm ²
Module of elasticity after load (estimated values)	80	80	kN/mm ²

tabela 1. Karakteristike izolovanog užeta

U osnovi je čelično jezgro oko koga su namotani provodnici od aluminijuma. Između čeličnog jezgra i provodnika od aluminijuma ubačen je sloj koji ne dozvoljava ulaz vode u provodnik. Preko provodnika od aluminijuma postavljen je slaboprovodni sloj, za ograničenje električnog polja. Sledeći sloj je izolacija od termoplastičnog polietilena (PE). Preko ovog sloja je postavljen još jedan sloj izolacije od materijala koji je otporan na dejstvo UV zraka, i koji ima veliku mehaničku čvrstoću. Spoljašnji sloj je obojen u zeleno jer se u eksploatacionim uslovima pokazao kao dugotrajniji od sloja koji je obojen u crno. Karakteristika izolacije koja se koristi za izolovani provodnik je što se u potpunosti može reciklirati.

PRIBOR I OPREMA ZA MONTAŽU IZOLOVANOG UŽETA

Oprema koja se koristi za nošenje i zatezanje izolovanog užeta je je slična opremni za neizolovano uže. Za nošenje i zatezanje izolovanog užeta koriste se izolatori za naponski nivo za koji se koristi i provodnik. Razlikuju se samo po načinu vezivanja za noseće i zatezne izolatore. Pričvršćenje izolovanog AIFe užeta za izolatore vrši se pomoću tzv »spirala« . Izgled spirala i način vezivanja dat je na slici.



slika 4. Oprema za vezivanje i zatezanje izolovanog AIFe užeta

Na osnovu švedskih propisa za izolovani provodnik rastojanje između faznih provodnika za 24 kV naponski nivo je 50 cm. Ovo znači da su konzole za nošenje izolovanog užeta dužine oko 1 m i znatno manje od konzola za neizolovano AIFe uže, što znači da je ušteda u materijalu veća. Način vezivanja izolovanog užeta za noseći ili zatezni izolator pomoću »spirala« ima prednost u odnosu na vezivanje AIFe užeta običnim ili duplim vezom. U slučaju pada grane ili drveta na nadzemni vod ne dolazi do prekida provodnika ili preloma izolatora kao u slučaju voda sa neizolovanim AIFe užetom, nego samo do proklizavanja provodnika kroz izolator pri čemu se ne oštećuje ni izolator niti dolazi do kidanja provodnika. Popravka ovakvog kvara je vrlo jednostavna. Vreme popravke ovakvog kvara je mnogo kraće u slučaju voda sa neizolovanim AIFe užetom.

Na sledećoj slici dat je prikaz vezivanja izolovanog AIFe provodnika za potporne izolatore. Naponski nivo voda je 24 kV.



slika 5. Vezivanje izolovanog užeta za potporne izolatore (nadzemni vod 24 kV, vrh nosećeg stuba)

Zatezanje izolovanog užeta dato je na slici broj 6:



slika 6. Zatezanje izolovanog užeta zateznim izolatorima (nadzemni vod 24 kV, vrh ugaono - zateznog stuba)

PRIMENA IZOLOVANOG UŽETA U SRBIJI I CRNOJ GORI

Prvi nadzemni vod sa izolovanim užetom u Srbiji i Crnoj Gori urađen je na teritoriji J.P.ELEKTROMORAVA Požarevac, 2002 godine zahvaljujući donaciji. Za vreme izgradnje ovog voda nije bilo posebnog propisa za izradu nadzemnih vodova sa izolovanim užetom, zato se prilikom izgradnje voda morali da koriste propisi koji važe za neizolovano AlFe uže. Nadzemni vod koji je urađen sa izolovanim užetom je deonica 10 kV nadzemnog voda »Kravlji Do – Šljivovac«. Dužina ovog nadzemnog voda sa izolovanim užetom je oko 3 km. Za montažu ovog nadzemnog voda sa izolovanim užetom korišćena je isključivo domaća oprema, i to:

- Armirano betonski stubovi sa vršnim ili sa konzolama u trouglu tipa 12/400 i 12/1000.
- Nosači potpornih izolatori tipa NPV 28 A i NPV 28 B
- Potporni izolatori tipa Ps –17,5
- Zatezni izolatori J 100 DP (raniji naziv K – 3)
- Bakarno uže za uzemljenje stubova preseka 35 mm²

Oprema koja se ne proizvodi kod nas je korišćenja za vezivanje i zatezanje izolovanog užeta »spirale« Upotrebjeno je izolovano uže preseka 62 mm², za 24 kV naponski nivo. Izgled ovog nadzemnog voda je dat na sledećoj slici.



slika 7. Nadzemni 10 kV vod »KRAVLJI DO – ŠLJIVOVAC« sa izolovanim užetom na teritoriji J.P.ELEKTROMORAVA Požarevac

Montaža izolovanog užeta na nosećim stubovima data je na slici:



slika 8. Vrh nosećeg stuba na 10 kV vodu »KRAVLJI DO – ŠLJIVOVAC«

Na sledećoj slici prikazan je ugaono – zatezni stub, kao i način vezivanja i zatezanja izolovanog užeta uz korišćenje domaće opreme:



slika 9. Vrh ugaono - zateznog stuba na 10 kV vodu »KRAVLJI DO – ŠLJIVOVAC«

ISKUSTVO U EKSPLOATACIJI NADZEMNOG VODA NAKON REKONSTRUKCIJE

Pre rekonstrukcije 10 kV nadzemnog voda »KRAVLJI DO – ŠLJIVOVAC« bio je sa prosečnim brojem ispada u toku godine oko 40. Svako veće nevreme bilo je dovoljan razloga za ispad ovog voda. Vegetacija koja je u blizini je takođe imala uticaja na ispad voda, bilo da je u pitanju dodir grana sa faznim provodnikom, ili sam pad grana ili stabla na vod. Najveći broj ispada dešavao se u jesenjem ili zimskom periodu kada je otežana popravka kvara na vodu, zbog otežanog pristupa mehanizacije, raskvašenog ili smrznutog terena, hladnoće. Sve ovo je uticalo na veliki broj sati bez napajanja električnom energijom potrošača na ovom konzumu.

Rekonstrukcija je planirana u dužini od 5 km od toga prolazi oko 2 km sa neizolovanim AIFe užetom, dok je najugroženiji deo u dužini od oko 3 km koji prolazi kroz šumu i teren teško pristupačan za mehanizaciju, urađen sa izolavnim užetom. Rekonstrukcija 10 kV nadzemnog voda »KRAVLJI DO – ŠLJIVOVAC« trajala je oko 6 meseci.

Nakon izvršene rekonstrukcije ovog nadzemnog znatno je povećana njegova pouzdanost, broj ispada je spao skoro na nulu. Za dve godine koliko je u eksploataciji ovaj nadzemni vod nije imao ispada izazvanih zbog gore pomenutih faktora. Zabeleženo je nekoliko ispada kada je zbog drugih objekata na tom vodu proradila zaštita u trafostanici 35/10 kV.

Može se reći da je za dosadašnje vreme eksploatacije ovaj nadzemni vod pokazao visok stepen pouzdanosti i da je elimisano sve nedostatke klasičnih nadzemnih vodova sa neizolovanim AIFe provodnikom. Održavanje ovog voda svedeno je samo na periodične obilaske, nikakvih intervencija na ovom vodu nije bilo.

MOGUĆNOSTI PRIMENE IZOLOVANOG UŽETA. PREDNOSTI I NEDOSTACI

Postojeći propisi o izradnji nadzemnih vodova od 1 do 400 kV koji važe u Srbiji i Crnoj Gori nisu prilagođeni za veću primenu izolovanog AIFe užeta. Naime postojeći propis tretira jednako izolovani AIFe provodnik kao i neizolovani. Ovo onemogućava smanjenje sigurnosnog rastojanja između provodnika, kao i smanjenje sigurnosnog odstojanja i sigurnosne visine.

Prednost upotrebe izolovanog užeta su sledeće:

1. Neosetljivost na zemljospoj:

Zemljospoj je skoro je u potpunosti eliminisan, sem u slučajevima većeg oštećenja izolacije provodnika. Izolacija sprečava spoljašni mehanički uticaj na provodnik. Oštećenja izolatora koji nose ili zatežu provodnik neće izazvati prekid u napajanju, kao ni uticaj vegetacije, dodir grana i stabala. Konstrukcija i oprema za vezivanje izolovanog užeta su tako projektovane da onemogućuju kidanje provodnika. U Švedskoj su vršeni eksperimenti sa nadzemnim vodom i izolovanim užetom gde je stablo naslonjeno na provodnik i da je u takvom slučaju vod normalno funkcionisao više od šest meseci.

2. Eliminisanje međufaznih kratkih spojeva:

Prilikom dodira faznih provodnika ne dolazi do međufaznih kratkih spojeva, čak ni prilikom uplitanja provodnika, vod nastavlja normalno da funkcioniše. U slučajevima kada je usled havarije, provodnik u vodi ili blatu on normalno vrši svoju funkciju ako izolacija provodnika nije oštećena.

3. Smanjenje konzola za nošenje izolatora (primer: Za naponski nivo 24 kV dužina konzole je oko 1 m)

4. Primena izolovanog užeta umesto neizolvanog kod nadzemnih vodova do naponskog nivoa 35 kV čija trasa prolazi preko terena sa šumom, zatim preko terena koji su teško dostupni mehanizaciji kao i na terenima sa velikim uticajem vetrova ili leda na provodnike nadzemnih vodova.

5. Smanjenje potreba za održavanjem trase voda. Vremenski razmek između dva čišćenja trase može se povećati. Samim tim smanjuju se troškovi održavanja nadzemnog voda.

6. Olakšano vođenje nadzemnog voda naponskog nivoa 10, 20 ili 35 kV kroz naseljeno mesto.

7. Mogućnost korišćenja stubova niskonaponske mreže za postavljanje voda sa izolovanim provodnikom.

8. Korišćenje istih stubova za montažu dva ili više voda istog ili različitog naponskog nivoa.

9. Na mestima gde je potrebna povećana mehanička ili električna sigurnost nadzemnih vodova (prelazak preko pruge, puteva, mesta okupljanja većeg broja ljudi, lako zapaljivi objekti, . . .)

10. Na mestima gde je povećana verovatnoća udara groma u stub ili fazni provodnik.

11. Pri povećanju naponskog nivoa nadzemnog voda. (primer: prelazak sa 10 na 20 kV samo zamenom provodnika, bez zamene izolatora i ostale opreme)

Nedostaci izolovanog užeta su:

1. Montaža izovanog užeta je teža u odnosu na neizolovano AIFe uže.

2. Zbog veće specifične težine, kao i zatezne sile izovanog užeta u odnosu na isti presek neizolovanog užeta prilikom projektovanja mora se uzeti u obzir da temelji stubova moraju biti nešto jači u odnosu

na klasičan vod. Kod zamene provodnika na nadzemnom vodovima sa drvenim stubovima preporučljivo je da ugaono – zatezni stubovi budu armirano – betonski.

ZAKLJUČAK

Na osnovu osobina izolovanog užeta izloženih u radu, izgradnja nadzemnog voda sa izolovanim užetom ili samo zamenom provodnika višestruko se povećava pouzdanost i stabilnost u isporuci električne energije.

Za eliminisanje nedostataka voda sa neizolovanim užetom, najbolje rešenje je korišćenje voda sa izolovanim užetom, obzirom da je prosečna cena izolovanog užeta veća za 40% u odnosu na cenu neizolovanog užeta. Važno je da se napomene da se skoro identična oprema koristi za vod sa izolovanim užetom kao i za vod sa neizolovanim užetom. Na kraju se može reći da se analizom troškova nastalih usled gubitaka koji se javljaju usled neisporučivanja električne energije pokazuje da je investicija u zamenu neizolovanog užeta sa izolovanim užetom vrlo brzo isplativa.