



## ISTORIJSKI RAZVOJ POTPORNIH IZOLATORA OD PORCELANA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE OD IZOLATORA ZA NOSAČ DO IZOLATORA ZA VODOVE

### HISTORICAL DEVELOPMENT OF POST INSULATORS FROM PORCELAIN FOR DISTRIBUTIVE OVERHEAD LINES FROM PIN INSULATORS TO INSULATORS FOR LINES

Milica VLAISAVLJEVIĆ, GPS Insulators, Republika Srbija  
Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Republika Srbija

#### KRATAK SADRŽAJ

Termin potporni izolator za nosač, podrazumeva potporni izolator tipa D od porcelana odnosno izolator koji se montira na nosač. Iako je potekao iz Nemačke, taj izolator je veoma loše konstrukcije koja je u vremenu njegove primene pokazala negativne karakteristike. One su se ispoljile zbog takozvanog unutrašnjeg armiranja (prema terminologiji proizvođača izolatora), a posebno zato što je armiranje vršio korisnik koji je svojim neznanjem doprineo takvim karakteristikama. Cilj je da se kroz zaključke do kojih se došlo kroz istoriju razvoja potpornih izolatora, napravi osvrt na probleme, ali i prednosti sadašnjih konstruktivnih rešenja.

Pri pojavi otkaza u distributivnim nadzemnim vodovima, bitno je da se nađe način da se on ukloni. Podjednako je bitno da se pronađe uzrok i rešenje koje bi sprečilo ponavljanje istih ili sličnih otkaza. Razvoj potpornih izolatora za distributivne nadzemne vodove je posledica niza loših konstruktivnih rešenja potpornih izolatora za nosač tipa D (koji je nama poznat i kao Ps izolator, prema oznaci doskorašnjeg domaćeg proizvođača).

**Ključne reči:** distributivni nadzemni vodovi, otkazi, potporni izolatori za nosač

#### ABSTRACT

The term post pin insulator for a bracket, means a supporting pin insulator type D made of porcelain or insulator that is mounted on the carrier. Although it originated from Germany, that insulator has very poor construction, which showed negative characteristics during the period of its application. They appeared due to the so-called internal reinforcement (according to the terminology of the insulator manufacturer), and especially because the reinforcement was carried out by the user, who contributed to such characteristics through their ignorance. The goal is to review the problems, but also the advantages of current constructive solutions, through the conclusions reached throughout the history of the development of supporting insulators.

When a failure occurs in distribution overhead lines, it is important to find a way to remove it. It is equally important to find a cause and a solution that would prevent the repetition of the same or similar failures. The development of post insulators for distribution overhead lines is a consequence of a series of bad constructive solutions of post insulators for the type D carrier (which is also known to us as Ps insulator, according to the designation of the recent domestic manufacturer).

**Key words:** distribution overhead lines, failures, pin insulators

Milica Vlajsavljević – [m.vlajsavljevic@gps.co.rs](mailto:m.vlajsavljevic@gps.co.rs)  
Alen Gudžević – [a.gudzevic@gps.co.rs](mailto:a.gudzevic@gps.co.rs)

#### 1. UVOD

Prema standardu IEC 60383-1 izolatori od keramičkog materijala i stakla se klasifikuju u dve klase. Klasu A koju čine izolatori čija je najkraća staza proboja kroz čvrsti materijal tela izolatora najmanje jednaka polovini preskočnog razmaka, i takve izolatore još nazivamo i neprobojnim izolatorima. Klasu B koju čine izolatori čija je najkraća staza proboja kroz čvrsti materijal tela izolatora manja od polovine preskočnog razmaka. Izolatore ove klase nazivamo još i probojnim izolatorima. [1]

Ovo je važno naglasiti zato što potporni izolatori za nosač spadaju u klasu B ili takozvane probojne izolatore, a potporni izolatori za vod (nama danas poznati kao izolatori tipa R (ili LSP)) u klasu A ili takozvane neprobajne izolatore. [1]

Prema konstruktivnim rešenjima proizvođača izolatora od porcelana postoje dva načina spajanja delova od metala sa porcelanom. Jedan način je sa takozvanim unutrašnjim armiranjem kod koga je potrebno da se širenje dela od metala kompenzuje tako da se ono ne prenese kao unutrašnji pritisak na telo izolatora i izazove pojavu prslina, koje su uzrok kasnijih pojava zemljospojeva zbog proboja kroz njih. Drugi način je sa takozvanim spoljašnjim armiranjem kod koga se širenje odnosno skupljanje dela od metala prenosi kao spoljašnji pritisak na telo izolatora i ne izaziva prslina. Nažalost, potporni izolator za nosač tipa D je sa unutrašnjim armiranjem, što je njegov najveći nedostatak. Dok je potporni izolator za vod tipa R sa spoljašnjim armiranjem, što je velika prednost.

Konstruktivno rešenje potpornog izolatora za nosač tipa D je prema SRPS N.F1.105. Ovaj standard je povučen u Institutu za standardizaciju Srbije i zamenjen standardom SRPS IEC 60720 za potporne izolatore za vod tipa R. Prema standardu SRPS N.F1.105 konstrukcija izolatora tipa D je data bez načina postavljanja na nosač izolatora i bez ikakve napomene za potrebnim kompenzacionim slojevima.[2] Osim toga, ni proizvođači nisu hteli da obraćaju pažnju na probleme koje takva konstrukcija može da izazove neukim postavljanjem izolatora na nosač izolatora. Prvobitno, kada je ta konstrukcija napravljena, elektromonteri su za njegovo postavljanje na nosač koristili kudelj i minijum ili laneno ulje, što je bio veoma naporan posao i iziskivao je višesatni rad. Ovakav način postavljanja izolatora tipa D na nosač nije predstavljao dugotrajno rešenje, zato što bi se takav spoj vremenom razlabavio i dovodio do otkaza.

Primena novih načina postavljanja potpornih izolatora na nosač tipa D bez provere, bez ispitivanja i bez obuke radnika koji to rade, izazivao je pojavu prslina izolatora. Prslina izolatora u normalnim uslovima okoline nisu izazivale otkaze na distributivnim nadzemnim vodovima. Međutim, pri pojavi jutarnje izmaglice dolazi do ispunjavanja prslina kondenzovanom vodom unutar izolatora. Naime, pri jutarnjem podizanju izmaglice tj. isparavanja, izolatori su hladni i pogodni za kondenzaciju vode. Na taj način dolazi do pojave zemljospojeva koji kod uzemljenih mreža izazivaju aktivaciju APU i trajnog isključenja pogođenog nadzemnog voda, a kod neuzemljenih mreža dolazi do pojave trajnog napajanja mesta zemljospoja, što može da izazove trajno oštećenje nosača izolatora, konzole, stabla, temelja i uzemljivača. Pri pojavi atmosferskih prenapona može da dođe do proboja kroz te prslina, zato što prslina u izolatoru smanjuju njegovu dielektričnu čvrstoću.

## 2. NEGATIVNE KARAKTERISTIKE POTPORNOG IZOLATORA ZA NOSAČ TIP D

Osnovne negativne karakteristike potpornih izolatora za nosač tipa D su pojave prslina na izolatorima i to u dva osnovna oblika: prvi je u „odvajanju glave izolatora“ od donjeg dela tela izolatora, a drugi je u „vertikalnom pucanju suknjice izolatora“. Ova dva načina pojave prslina nastajala su zbog neodgovornosti proizvođača ovih izolatora, a i zbog neodgovornosti samih korisnika ovih izolatora. Ove neodgovornosti se kriju u neodgovarajućoj primeni uslova standarda za ispitivanje izolatora za nadzemne vodove nazivnog napona iznad 1 kV

(SRPS EN 60383-1) koji se odnose na potporne izolatore za nosač. Naime, za ispitivanje izdržljivosti prema naglim promenama temperature, u standardu SRPS EN 60383-1 postoji uslov da se izolatori od keramike moraju ispitivati sa njihovim integralnim delovima od metala[1]. Korisnici su se povinovali tumačenju proizvođača izolatora da nosač izolatora nije sastavni deo potpornog izolatora za nosač, zato što su se nosači izolatora i potporni izolatori za nosač nabavljali odvojeno i trgovački nisu bili jedinstveni proizvod. Odnosno, potporni izolatori za nosač zajedno sa nosačem izolatora nisu bili jedinstveni proizvod proizvođača izolatora. Korisnicima nije odgovarao jedinstveni proizvod - potporni izolator za nosač integrisan sa nosačem izolatora, zato što postoje najmanje tri nosača koji bi mogli da se primenjuju, i to: pravi nosač tipa A, pravi nosač tipa B i krivi nosač, a to znači da bi korisnici morali unapred da znaju koje količine integrisanog potpornog izolatora za nosač treba da naruče. Na taj način su korisnici sami sebi stvorili problem pojave prslina na potpornim izolatorima tipa D, što je dovodilo do otkaza nadzemnih vodova zbog pojave zemljospojeva. [3]

## 3. TEHNIČKA REŠENJA ZA PREVAZILAŽENJE PROBLEMA POJAVA PRSLINA POTPORNIH IZOLATORA ZA NOSAČ TIP D

Zbog otkaza koji su se pojavljivali, a bili su vezani za izolatore za nosač tipa D, korisnik je zatražio ispitivanje izdržljivosti prema naglim promenama temperature potpornih izolatora za nosač tipa D zajedno sa nosačem izolatora postavljenog od strane proizvođača. Nijedan do tad primenjivani način postavljanja potpornog izolatora tipa D na nosač izolatora od strane proizvođača nije zadovoljio ispitivanja, kao ni predloženi načini postavljanja

od strane korisnika. Ovi rezultati su bili očekivani, jer je svaki od pomenutih načina postavljanja imao svoje negativne karakteristike koje su se ogledale u „odvajanju glave izolatora“ od donjeg dela tela izolatora, kao i u „vertikalnom pucanju sukunjice izolatora“. Naime, nosač se bez elastične podloge naslanjao na porcelan i pri promeni temperature, vršio je pritisak na izolacioni (porcelanski) deo izolatora, što je bio uzrok otkazima.

Tadašnji proizvođač potpornih izolatora za nosač tipa D dobio je zahtev za veliku isporuku izolatora tipa D na tržište koje se nalazilo pod tehničkim uticajem Velike Britanije. Tehnički zahtev je bio da se potporni izolatori za nosač tipa D opremaju konusnom navojnom čaurom od cinka prema britanskom standardu BS 137. Pomenuti tehnički zahtev je bio dobra podloga za poboljšanje tadašnje konstrukcije potpornih izolatora tipa D, problem je bio što BS 137 nudi dva tipa konusnih navojnih čaura N°15 i N°16. Odabrana je bila veća konusna navojna čaura N°16. Za tu navojnu čauru BS 137 je definisao i odgovarajući konusni navoj sa svim potrebnim pratećim kontrolnicima[3]. Tadašnja naša mašinska industrija je sa lakoćom osvojila nosač izolatora sa konusnim navojem N°16. Problem je bio rešen, te ni na jednom od postavljenih potpornih izolatora za nosač tipa D sa konusnom navojnom čaurom nije dolazilo do pojave prslina niti bilo kakvog drugog otkaza.

Iako više nije bilo problema sa pojavom prslina potpornih izolatora za nosač tipa D sa konusnom navojnom čaurom takozvanih probojnih izolatora korisnik koji je učestvovao u rešavanju ovog problema je ipak prešao na primenu potpornih izolatora za vod tipa R, takozvanih neprobojnih izolatora. Kao i sa potpornim izolatorima za nosač tipa D sa konusnom navojnom čaurom, nije se javio otkaz ni na jednom potpornom izolatoru za vod tipa R i pouzdanost distributivnih nadzemnih vodova postala je velika.

#### **4. EKONOMSKA OPRAVDANOST POSTAVLJANJA SKUPLJIH NEPROBOJNIH IZOLATORA UMETO PROBOJNIH IZOLATORA**

U odnosu na dosadašnje izlaganje, postoje dve konstrukcije probojnih izolatora odnosno potpornih izolatora za nosač tipa D: jedna – bez konusne navojne čaure i druga – sa konusnom navojnom čaurom.

Odnos cena potpornih izolatora za distributivne nadzemne vodove je sledeći:

1. Potporni izolatori za nosač tipa D bez konusne navojne čaure su najjeftiniji;
2. Potporni izolatori za nosač tipa D sa konusnom navojnom čaurom su skuplji;
3. Potporni izolatori za vod tipa R su mnogo skuplji.

Odnos pouzdanosti potpornih izolatora za distributivne nadzemne vodove je sledeći:

1. Potporni izolatori za nosač tipa D bez konusne navojne čaure su nepouzđani i spadaju u red probojnih izolatora;
2. Potporni izolatori za nosač tipa D sa konusnom navojnom čaurom su pouzđaniji ali spadaju u red probojnih izolatora;
3. Potporni izolatori za vod tipa R su mnogo skuplji ali spadaju u red neprobojnih izolatora.

Pokazatelj ekonomske opravdanosti postavljanja skupljih, neprobojnih izolatora umesto probojnih izolatora ne ogleda se samo u investicionim ulaganjima, nego i u pouzdanosti elektrodistributivne mreže odnosno kontinuiteta isporuke električne energije (SAIFI, SAIDI, MAIFI i ASIDI)[4].

Prema tome je ekonomski opravđano postavljanje skupljih neprobojnih izolatora umesto probojnih izolatora.

#### **5. EKVIVALENTIRANJE POSTOJEĆIH POTPORNIM IZOLATORIMA ZA NOSAČ TIPRA D POTPORNIM IZOLATORIMA ZA VOD TIPRA R U DUHU POSTOJEĆEG PRAVILNIKA ZA NADZEMNE VODOVE**

Prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV i aktuelnom standardu za potporne izolatore za vod tipa R, SRPS IEC 60720:1994 mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Potporni izolator za nosač tipa D 135 – odnosno Ps-12 (oznake prema katalogu doskorašnjeg proizvođača izolatora) može da se zameni sa R 12,5 ET 75 L.
2. Potporni izolator za nosač Ps-17,5 (oznake prema katalogu doskorašnjeg proizvođača izolatora) može da se zameni izolatorom R 12,5 ET 75 L(L) sa dužom puznom stazom (prema članu 53 Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV) ali sa istim preskočnim razmakom.

3. Potporni izolator za nosač tipa D 175 – odnosno Ps-24 (oznake prema katalogu doskorašnjeg proizvođača izolatora) može da se zameni izolatorom tipa R 12,5 ET 125 N.
4. Potporni izolator za nosač Ps-28 (oznake prema katalogu doskorašnjeg proizvođača izolatora) može da se zameni izolatorom tipa R 12,5 ET 125 N(L) sa dužom puznom stazom (prema članu 53 Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV) ali sa istim preskočnim razmakom.
5. Potporni izolator za nosač Ps-36 (oznake prema katalogu doskorašnjeg proizvođača izolatora) može da se zameni izolatorom R 12,5 ET 200 N.
6. Potporni izolator za nosač tipa D 260 – odnosno Ps-38 (oznake prema katalogu doskorašnjeg proizvođača izolatora) može da se zameni izolatorom R 12,5 ET 200 N(L) sa dužom puznom stazom (prema članu 53 Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV) ali sa istim preskočnim razmakom.



Slika 1: Ps-12 (levo) i R 12.5 ET 75 L (desno)

## 6. ZAMENA POTPORNIM IZOLATORIMA ZA NOSAČ TIPRA D POTPORNIM IZOLATORIMA ZA VOD TIPRA R NA POSTOJEĆIM DISTRIBUTIVNIM NADZEMNIM VODOVIM

Postoji problem koji do sada u elektrodistributivnim preduzećima nije rešavan, a to je zamena potpornih izolatora za nosač tipa D potpornim izolatorima za vod tipa R na postojećim stubovima od drveta. Naime, potporni izolatori za nosač tipa D su na stubove od drveta uglavnom ugrađivani na krive nosače, a potporni izolatori za vod tipa R mogu da ih zamene njihovom horizontalnom ugradnjom.



Slika 2: Primer potpornih izolatora za vod tipa R postavljenih horizontalno

Primer horizontalnog ugrađivanja potpornih izolatora za vod tipa R prikazan je na slici 2, a isti princip se može preneti i na stubove od drveta.



## 7. ZAKLJUČAK

Preporučuje se da se na distributivne nadzemne vodove postavljaju potporni izolatori za vod tipa R, takozvani neprobojni izolatori:

1. Za novu njihovu izgradnju;

2. Za zamenu postojećih potpornih izolatora za nosač tipa D;

zato što su potporni izolatori za vod tipa R bolji sa stanovišta pokazatelja pouzdanosti elektrodistributivne mreže odnosno kontinuiteta isporuke električne energije (SAIFI, SAIDI, MAIFI i ASIDI) u odnosu na potporne izolatore za nosač tipa D sa ili bez konusne navojne čaure takozvanih probojnih izolatora.

## LITERATURA

- [1] Standard SRPS EN 60383-1:2011 - Izolatori za nadzemne vodove nazivnog napona većeg od 1 kV - Deo 1: Keramičke ili staklene lančane jedinice za mreže naizmenične struje - Termini i definicije, metode ispitivanja i kriterijumi za prijem;
- [2] SRPS N.F1.105: Izolatori za energetske nadzemne vodove – Visokonaponski potporni izolatori D;
- [3] Đorđe Glišić, Aleksandar Joksimović, Jugoslovenski komitet međunarodne konferencije za velike električne mreže – CIGRE, XVII Savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije, Struga, maj 1985, “Analiza i tehnička rešenja za prevazilaženje pojave pucanja izolatora tipa D”
- [4] Branislav Brbaklić, 2019, doktorska disertacija “Određivanje optimalnog broja, tipa i lokacije uređaja za automatizaciju elektrodistributivnih mreža”.