

**PRIKAZ GRUPE DOKUMENATA IEC/TS 60815 ZA IZBOR I DIMENZIONISANJE
DISTRIBUTIVNIH IZOLATORA ZA NADZEMNE VODOVE U USLOVIMA ZAGAĐENJA**

**REPRESENTATION OF A GROUP OF DOCUMENTS IEC/TS 60815 FOR SELECTION AND
DIMENSIONING OF DISTRIBUTION INSULATORS INTENDED FOR USE IN POLLUTED
CONDITIONS**

Alen GUDŽEVIĆ, GPS Insulators, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Cilj ovog rada je da prikaže grupu dokumenata IEC/TS 60815 za izbor i dimenzionisanje distributivnih izolatora za nadzemne vodove u uslovima zagađenja. Grupa dokumenata IEC/TS 60815 su tehničke specifikacije koje se primenjuju za izbor izolatora i dimenzionisanja izolatora, za primenu u mrežama srednjeg i visokog napona u uslovima zagađenja. Izbor distributivnih izolatora za nadzemne vodove u uslovima zagađenja je u stvari poštovanje smernica za izbor profila, dužine puzne staze i dužine izolatora, što je već unapred definisano odgovarajućim standardima IEC. Dimenzionisanje distributivnih izolatora za nadzemne vodove u uslovima zagađenja je u stvari određivanje parametara profila izolatora od porcelana i stakla samo prema dokumentu IEC/TS 60815-2, a kombinovanih izolatora samo prema dokumentu IEC/TS 60815-3.

Ključne reči: distributivni izolatori, profil, IEC/TS 60815

ABSTRACT

The aim of this paper is to show group of documents IEC/TS 60815 for the selection and dimensioning of distribution insulators for overhead lines in pollution conditions. The group of documents IEC/TS 60815 are technical specifications applicable for the selection of insulators and dimensioning of insulators, for use in medium and high voltage networks in pollution conditions. The selection of distribution insulators for overhead lines in polluted conditions is in fact complied with the guidelines for the selection of profiles, creepage distance and insulator length already defined by the relevant IEC standards. The dimensioning of distribution insulators for overhead lines in pollution conditions is in fact determining the profile parameters of porcelain and glass insulator only according to IEC/TS 60815-2, and of polymer insulators only according to IEC/TS 60815-3.

Keywords: distribution insulators, profile, IEC/TS 60815

Alen Gudžević – a.gudzevic@vtv.co.rs

UVOD

Izbor i dimenzionisanje distributivnih porcelanskih izolatora je u dugom vremenu bio veliki problem. Kod nas u Srbiji pa i u ostalim bivšim jugoslovenskim republikama distributivni porcelanski izolatori su bili tek puke kopije nemačkih izolatora uglavnom neuspelih konstrukcija. Te konstrukcije su bile porcelanski potporni izolatori za montažu na nosač ili opšte poznati pod nazivom D izolatori ili VHD izolatori. Ti porcelanski izolatori su bili neotporni na uticaj širenja nosača od čelika (šticne) pod dejstvom toplote koji su izazivali pucanje tih izolatora uzduž ili popreko sa pojavom jutarnjih zemljospojeva. Tek pojavom standarda za potporne porcelanske izolatore za vodove i za štapne porcelanske izolatore prevaziđen je problem kvarova starih tipova izolatora ali ovi novi izolatori su bili i znatno skuplji pa su mnoga elektrodistributivna preduzeća i dalje primenjivala stare tipove izolatora i trpela neizmerni broj njihovih kvarova. Ta elektrodistributivna preduzeća su kao božiji spas dočekali jeftine takozvane silikonske izolatore. Ali glavni problem je i dalje ostao izbor i dimenzionisanje distributivnih izolatora bilo od porcelana bilo od takozvanog silikona. Pojavom tehničke specifikacije IEC/TS 60815 otvorila se mogućnost za projektovanje izolatora za određene tipove okolina, a tehničkim specifikacijama IEC/TS 60815-2 i IEC/TS 60815-3 i početak ocena parametara.

Alen Gudžević, e-mail: a.gudzevic@vtv.co.rs, broj telefona: 069/3579155

Za izbor odgovarajućeg srednjenaponskog distributivnog izolatora za nadzemne vodove na određenom mestu ugradnje, potrebno je da se prate smernice odgovarajućih dokumenata, kao što je grupa dokumenata IEC/TS 60815. Grupa dokumenata IEC/TS 60815 su tehničke specifikacije koje se primenjuju za izbor izolatora i dimenzionisanja izolatora, za primenu u mrežama srednjeg napona u uslovima zagađenja.

Izbior izolatora je u stvari poštovanje smernica za izbor profila, dužine puzne staze i dužine izolatora, a dimenzionisanje izolatora je u stvari određivanje parametara profila izolatora.

Izbior i dimenzionisanje srednjenaponskih distributivnih izolatora za nadzemne vodove za upotrebu u uslovima zagađenja je prema: IEC/TS 60815-1, IEC/TS 60815-2, IEC/TS 60815-3.

IEC/TS 60815-1 se odnosi na opšte definicije, metode za ocenjivanje količine nečistoće mesta ugradnje i ocrtava principe koji daju informativnu ocenu verovatnog ponašanja datog izolatora u sigurno nečistim okolinama.

IEC/TS 60815-2 se odnosi na izbor izolatora od porcelana ili stakla i daje specifične smernice i principe za donošenje informativne procene verovatnog ponašanja datog izolatora od porcelana ili stakla u izvesnim nečistim okolinama.

IEC/TS 60815-3 se odnosi na izbor izolatora od polimera i daje specifične smernice i principe za donošenje informativne procene verovatnog ponašanja datog izolatora od polimera u izvesnim nečistim okolinama.

Predmet ovih tehničkih specifikacija je da:

- prepozna i izabere odgovarajući prilaz konstrukciji i izboru rešenja izolatora
- prepozna parametre mreže i uticaj mesta ugradnje na ponašanje izolatora u uslovima zagađenja
- odredi količinu nečistoće mesta ugradnje i tip nečistoće mesta ugradnje
- odredi referentnu objedinjenu specifičnu dužinu puzne staze na osnovu klase količine nečistoće mesta ugradnje
- proceni odgovarajuće profile izolatora
- odredi odgovarajuće metode ispitivanja i parametre za potvrđivanje karakteristika izolatora

PRILAZI KONSTRUKCIJI I IZBORU IZOLATORA

Za izbor odgovarajućeg srednjenaponskog distributivnog izolatora za nadzemne vodove na određenom mestu ugradnje zasnovanim na zahtevima mreže i uslovima okoline preporučuju se tri prilaza. Prilaz 1 koji ima i najveću tačnost izbora izolatora se bazira na korišćenju iskustva iz prošlosti. Da bismo imali iskustvo iz prošlosti, potreban je istorijat performansi izolatora na određenom mestu ugradnje gde se planira nova ugradnja izolatora. Prilaz 2 ima varirajuću tačnost izbora izolatora zbog stepena grešaka u proračunu količine nečistoće mesta ugradnje ili zbog ograničenja izabranog laboratorijskog ispitivanja. Prilaz 2 se bazira na merenju i ispitivanju količina nečistoća mesta ugradnje ili ako nema dovoljno vremena za merenje na proračunavanje količine nečistoće mesta ugradnje. U prilazu 3 je moguće predimenzionisano ili poddimenzionisano rešenje izbora izolatora i tačnost varira prema stepenu grešaka u proračunu količine nečistoće i primene izabranih koeficijentata korekcije. Prilaz 3 se bazira na merenju ili proceni količine nečistoće mesta ugradnje i dimenzionisanju izolatora pomoću smernica.

ULAZNI PARAMETRI ZA IZBOR I DIMENZIONISANJE IZOLATORA

Da bi se dobili zadovoljavajući rezultati izbora i dimenzionisanja izolatora potrebno je da se razmotri veliki broj parametra. Najvažnije je da se odrede što tačniji ulazni parametri za dato mesto ugradnje. Ulazni parametri se razmatraju u tri kategorije: zahtevi mreže, uslovi okoline i parametri izolatora.

Zahtevi mreže

Zahtevi mreže sadrže sledeće parametre: tip mreže, najveći radni napon preko izolatora, parametri koordinacije izolacije, nametnuti zahtevi za karakteristike, izolacioni razmaci, nametnuta geometrija, mere, praksa rada i održavanje voda pod naponom. Pod tipom mreže podrazumeva se srednjenaponska mreža naizmeničnog napona ili jednosmernog napona; podrazumeva se da je distributivna mreža, kod nas, naizmeničnog napona. Obično distributivnu mrežu naizmeničnog napona karakteriše najviši napon opreme U_m . Fazna izolacija se napreže faznim naponom $U_{ph-e} = U_m / \sqrt{3}$, a međufazna izolacija se napreže međufaznim naponom $U_{ph-ph} = U_m$. (U slučaju mreže jednosmernog napona, obično je najveći napon mreže jednak najvećem faznom naponu.) Poduzna izolacija koja se koristi za sinhronizaciju može da se napreže do vrednosti od 2,5 puta vrednosti faznog napona. Izolacioni razmaci, nametnuta geometrija i mere mogu biti nametnuti iz više slučajeva, ili njihovih kombinacija, gde se zahtevaju posebna rešenja i mere izolatora.

Uslovi okoline

Najznačajnije je identifikovati tip nečistoće. Postoje dva glavna tipa nečistoće izolatora: TIP A i TIP B.

Nečistoća tipa A ima dve glavne komponente, rastvorljivu nečistoću koja postaje provodna kada se nakvasi, i nerastvorljivu nečistoću koja postaje podloga za rastvorljivu nečistoću. Rastvorljive nečistoće mogu da budu razne soli visoke rastvorljivosti i soli niske rastvorljivosti. Rastvorljiva nečistoća se meri u smislu ekvivalentne gustine naslage soli u mg/cm². Nerastvorljive nečistoće su najčešće prašina, pesak, glina, ulja... Nerastvorljiva nečistoća se meri u smislu gustine rastvorene naslage u mg/cm². Nečistoća tipa A se najčešće javlja u oblastima unutrašnjosti, oblastima pustinja ili industrijskim oblastima.

Nečistoća tipa B se javlja kada se na površinu izolatora nahvataju tečni elektroliti sa vrlo malo ili bez nerastvorljivih komponenta. Nečistoća tipa B može najbolje da se odredi merenjem provodnosti ili struje odvoda. Ovaj tip nečistoće se najčešće javlja u priobalnim oblastima u kojima se na površinu izolatora hvata slana voda ili provodna magla. Na mestu ugradnje drugi izvori nečistoća tipa B su, na primer, prskanje useva, raspršivanje hemije i kisele kiše.

Opšti tipovi okolina:

- Okolina tipa "pustinja": u pomenutoj okolini dominantna nečistoća je nerastvorljiva nečistoća tipa A. Sloj nečistoće u ovim oblastima obuhvata soli koje se sporo rastvaraju u kombinaciji sa velikom gustinom nerastvorene naslage;
- Okolina tipa "priobalna": su oblasti u neposrednoj blizini obale. Hvatanje nečistoća je najčešće brzo, posebno za vreme raspršivanja ili u uslovima provodne magle, tada se javlja nečistoća tipa B. A hvatanje nečistoća u dužem periodu, gde se sloj nečistoće na izolatoru sastoji od brzo rastvorljivih soli sa stepenom inertne komponente, nečistoća tipa A, koji zavisi od lokalnih karakteristika tla. U priobalnim okolinama najvažnije je da se odredi koji tip nečistoće je dominantniji;
- Okolina tipa "industrijska": u ovoj oblasti se javlja sloj nečistoće od uglja, metala ili rastvorenih gasova i to je nečistoća tipa B. takođe se javlja sloj nečistoće kao što je gips, cement... tj nečistoće koje se rastvaraju polako – nečistoća tipa A;
- Okolina tipa "poljoprivredna": za ove oblasti je tipično da su izložene oranju – nečistoća tipa A ili prskanju useva – nečistoća tipa B. Nečistoća se sastoji uglavnom od brzo ili sporo rastvorljivih soli kao što su hemikalije, izmet ptica ili soli prisutne u tlu;
- Okolina tipa "unutrašnjost": ovo su oblasti sa malim slojem nečistoće bez jasne identifikacije izvora nečistoće;

Količina nečistoće mesta ugradnje koje su izmerene uobičajeno se izražavaju na sledeći način:

- Nečistoća tipa A se izražava pomoću ekvivalentne gustine soli i gustine nerastvorene naslage;
- Nečistoća tipa B se izražava ekvivalentnom slanošću mesta ugradnje;
- Indeks za merenje rastvorljive naslage i indeks za merenje nerastvorljive naslage se koristi za prikaz oba tipa nečistoća;

Izmerena količina prirodno nanete nečistoće na izolatore uobičajeno se izražava na sledeći način:

- Nečistoća tipa A se izražava pomoću ekvivalentne gustine soli i gustine nerastvorene naslage;
- Nečistoća tipa B se izražava površinskom provodnošću;

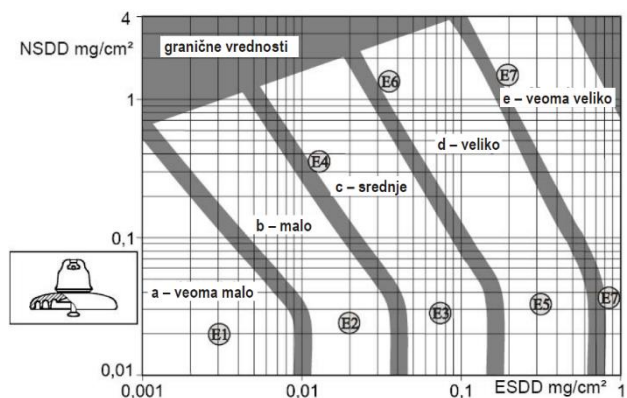
Količine nečistoće veštački naneta na izolatore generalno se specificira na sledeći način:

- Gustina naslage soli i gustina nerastvorene naslage za metodu čvrste naslage;
- Slanošću magle (kg/m³) za metodu slane magle;

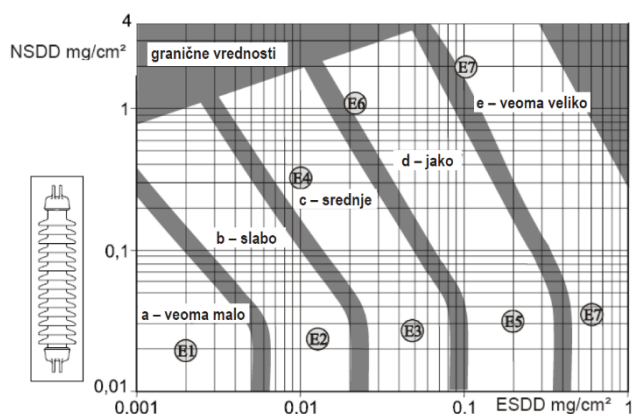
KOLIČINA NEČISTOĆE MESTA UGRADNJE

Količina nečistoće mesta ugradnje je najveća od vrednosti ekvivalentne gustine soli i gustine nerastvorene naslage (u slučaju kapastih izolatora je srednja vrednost ekvivalentne gustine soli/gustine nerastvorene naslage na gornjoj i donjoj strani), ili ekvivalentna slanost mesta ugradnje, ili indeks za merenje rastvorljive naslage i indeks za merenje nerastvorljive naslage. Definisano je pet klasa količine nečistoće mesta ugradnje: a – veoma mala; b – mala; c – srednja; d – velika; e – veoma velika.

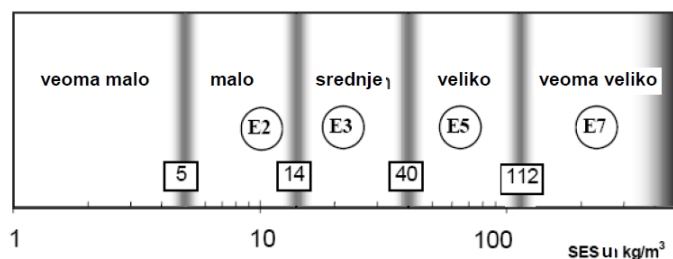
Za nečistoću tipa A, slike 1 i 2 pokazuju opsege vrednosti ekvivalentne gustine soli/gustine nerastvorene naslage (ESDD/NSDD) koji odgovaraju svakoj klasi količine nečistoće mesta ugradnje (SPS) za referentni kapasti i štapni izolator, respektivno. Za nečistoću tipa B, slika 3 pokazuje slaganje između merenja ekvivalentne slanosti mesta ugradnje (SES) i klase količine nečistoće mesta ugradnje (SPS) za oba tipa referentnih izolatora.



SLIKA 1: KOLIČINE NEČISTOĆE TIPA A MESTA UGRADNJE – ODNOS IZMEĐU ESDD/NSDD I SPS ZA REFERENTNI KAPASTI IZOLATOR [1]



SLIKA 2: KOLIČINE NEČISTOĆE TIPA A MESTA UGRADNJE – ODNOS IZMEĐU ESDD/NSDD I SPS ZA REFERENTNI ŠTAPNI IZOLATOR [1]



SLIKA 3: KOLIČINA NEČISTOĆE TIPA B MESTA UGRADNJE – ODNOS IZMEĐU SES I SPS ZA REFERENTNE IZOLATORE ILI PRAĆENJE [1]

Slaganje između DDDG merenja i klase SPS relevantne za obe nečistoće tipa A i B je prikazano u tabelama 1 i 2.

TABELA 1 – INDEKS OPREME ZA MERENJE NEČISTOĆE PO PRAVCIMA U ODNOSU NA KLASU SPS [1]

Indeks opreme za merenje nečistoće po pravcima, PI ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (uzima se veća vrednost)		Klasa količine nečistoće mesta ugradnje
Srednja mesečna vrednost u toku jedne godine	Najveća mesečna vrednost u toku jedne godine	
000 < 25	000 < 50	a – veoma mala
25 do 75	50 do 175	b – mala
76 do 200	176 do 500	c – srednje
201 do 350	501 do 850	d – velika
000 > 350	000 > 850	e – veoma velika

TABELA 2 – POPRAVKA KLASE KOLIČINE NEČISTOĆE MESTA UGRADNJE U FUNKCIJI OD OPREME ZA MERENJE NASLAGE PO PRAVCIMA (DDD)G) NERASTVORLJIVE NEČISTOĆE NIVOA [1]

Oprema za merenje naslage nečistoće po pravcima NSDN (grami) (uzima se veća vrednost)		Popravka klase količine nečistoće mesta ugradnje
Srednja mesečna vrednost u toku jedne godine	Najveća mesečna vrednost u toku jedne godine	
000 < 0,5	000 < 1,5	Nema
0,5 do 1,0	1,5 do 2,5	Povećati za jednu klasu
000 > 1,0	0000 > 2,5	Povećati za jednu ili dve klase i razmotriti poboljšanje

IZBOR IZOLATORA

Materijal

Izbor materijala može da bude upravljani ograničenjima okoline ili mreže, ali isto tako izbor materijala može da bude upravljani samo politikom i ekonomijom korisnika. Materijali koji se koriste za izolaciju za spoljašnju montažu su staklo, porcelan sa glazurom ili polimer. Karakteristike izolatora od porcelana i stakla za upotrebu u uslovima zagađenja, nemaju značajne razlike između ovih materijala. Izolatori od polimera se proizvode od nekoliko osnovnih polimera: silikonizovane gume na bazi dimetilsiloksana (dimethyl siloxane), umreženih poliolefina (polyolefins) kao što je EPDM guma, ili polukristalnih etilen kopolimera kao što je EVA, ili krutih visoko umreženih epoksidnih smola na bazi ciklo alifatskih komponenata. Nijedan od ovih polimera ne daje zadovoljavajuće karakteristike na otvorenom bez prefinjenog aditiva da bi se modifikovalo njihovo ponašanje. Takvi aditivi uključuju agense protiv brazdanja, UV filtere i stabilizatore, antioksidanse, jonske skupljače otpadaka... Neki izolatori od polimera mogu da sakupe više nečistoće u poređenju sa porcelanskim i staklenim izolatorima. Zato se razmatraju najpovoljniji materijali od polimera, a to je materijal od polimera sa mogućnošću prenosa hidrofobnosti koji pokazuje hidrofobnost i sposobnost da prenese hidrofobnost u sloj nečistoće.

Profil

Različiti tipovi profila izolatora akumuliraju nečistoću različitim brzinama u istoj okolini. Takođe varijacije u prirodi nečistoće mogu da čine neke profile izolatora efikasnijim od drugih. Tako na primer standardni profili su efikasniji za upotrebu u od "veoma malo" do "srednje" nečistim oblastima gde se ne zahteva veća dužina puzne staze ili aerodinamični (otvoreni) profil. Aerodinamični profili imaju prednosti u oblastima u kojima se nečistoća hvata nanošena vetrom, kao što su pustinje, industrijske oblasti sa velikom naslagom nečistoća ili priobalne oblasti koje nisu direktno izložene rasprašivanju soli. Aerodinamični profili imaju dobre osobine samo-čišćenja i lakše se čiste prilikom održavanja. Upotreba profila protiv magle sa strmim krilima ili dubokim rebrima sa donje strane delotvorni su u oblastima izloženim magli ili rasprašivanju slane vode ili drugoj nečistoći u rastvorenom stanju. Ovi profili mogu takođe da budu efikasni u oblastima sa posebnom nečistoćom u obliku padavina koje sadrže sporo rastvarajuće soli. Konstrukcija izolatora sa naizmeničnim rasporedom krila je uopšteno izvodljiva za sve profile. Naizmeničnim rasporedom prečnika krila se dobija veća dužina puzne staze po jedinici dužine bez umanjenja karakteristika u uslovima teške kiše ili leda.

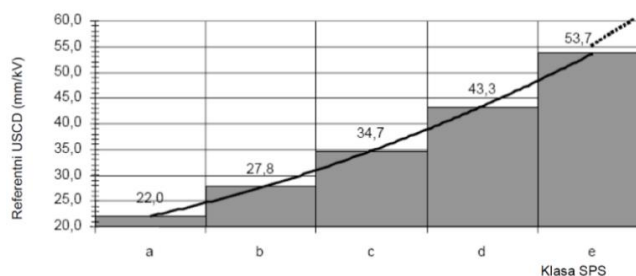
TABELA 3 – GLAVNE PREDNOSTI I NEDOSTACI GLAVNIH TIPOVA PROFILA

Montaža	Vertikalna		Horizontalna	
Prednosti (+) Nedostaci (-)	+	-	+	-
Standardni profil	Dobro iskustvo pri upotrebi u veoma malim do srednjih klasa SPS gde se ne zahteva veća dužina puzne staze ili efikasan aerodinamički profil	Nije izbegnuto hvatanje nečistoće koja se nanosi vetrom	Manje hvata nečistoću zbog prirodnog čišćenja kvašenjem	Ukupna površina hvata nečistoću i pristupačna je za prirodno čišćenje
Otvoreni profil	Manje hvata nečistoću, zbog aerodinamičnog profila i dobrog prirodnog čišćenja	U uslovima oluje, tajfuna, itd. nečistoću mnogo više hvata na celoj površini. Potrebna je veća dužina niza. Postoji dobro iskustvo sa upotrebom na mestima sa veoma malom do srednje klase SPS (posebno u suvim i polusuvim oblastima) gde se zahteva efikasan aerodinamički profil	Manje hvata nečistoću, zato što aerodinamični profil daje bolje samočišćenje kvašenjem i vetrom	Ukupna površina više hvata nečistoću u uslovima brze akumulacije, kao što su oluje, tajfuni, itd. Zahteva veću dužinu izolatorskog niza.
Profil protiv magle	Sprečava kvašenje cele površine ispod krila za vreme kiše, sumaglice, itd. Ima veću dužinu puzne staze po jedinici	Nečistoća koja se nanosi vetrom se više hvata na površini ispod krila zbog smanjenog prirodnog čišćenja	Veća dužina puzne staze po jedinici	Nečistoća se hvata na površinama sa dubokim rebrom koja se nanosi vetrom zbog smanjenog prirodnog čišćenja
Naizmenična krila	Predstavlja bitne prednosti i nedostatke pojedinih tipova profila: standardnog, otvorenog ili profila protiv magle sa sledećim prednostima: 1. pojačana dužina puzne staze 2. sposobnost dobrog podnošenja obilnog kvašenja 3. sposobnost dobrog podnošenja u uslovima zaleđivanja			

Profili krila izolatora od polimera su jednostavniji od profila krila izolatora od porcelana ili stakla i većina može da se klasifikuje kao otvoreni profili. Obično je njihov nagib gornje površine manji od 20° a ugao donje površine je sličan ili manji od njega. Ne postoje duboka rebra. Oni su generalno prihvatljivi za sve tipove uslova okoline, za nečistoće oba tipa A i B, za obe orijentacije vertikalnu i horizontalnu. Ovi profili su korisni u oblastima u kojima se nečistoća taloži na izolator putem vetra, kao što su pustinjske oblasti, vrlo zagađene industrijske oblasti ili priobalne oblasti. Oni su posebno efikasni u klimama koje karakterišu produženi suvi periodi. Ipak izbor izolatora od stakla ili porcelana imaju druge prednosti kao što su faktori starenja, iskustva u radu i postupak održavanja. [3]

Referentna objedinjena specifična dužina puzne staze

Na slici 4 prikazan je odnos između klase količine nečistoće mesta ugradnje (SPS) i referentne objedinjene specifične dužine puzne staze (RUSCD). Stubići predstavljaju poželjne vrednosti koje su predstavnici najmanjih zahteva za svaku klasu. Ako procena klase SPS teži ka susednoj višoj klasi, tada mora da se prati kriva. Preporučuje se da konačna vrednost objedinjene specifične dužine puzne staze (USCD) koja proizilazi iz primene korekcije referentne objedinjene specifične dužine puzne staze (RUSCD) zaokruži na pogodnu vrednost na kraju postupka korekcije.



SLIKA 4: REFERENTNA OBJEDINJENA SPECIFIČNA DUŽINA PUZNE STAZE (RUSCD) U FUNKCIJI KLASA KOLIČINE NEČISTOĆE MESTA UGRADNJE (SPS) [2]

Korekcija referentne objedinjene specifične dužine puzne staze

Objedinjena specifična dužina puzne staze se izračunava na sledeći način: $USCD = RUSCD \times K_{ad}$

Gde je: $USCD$ – objedinjena specifična dužina puzne staze; $RUSCD$ – referentna objedinjena specifična dužina puzne staze; K_{ad} – koeficijent korekcije prečnika izolatora

Korekcija za prečnik izolatora za štapne, potporne i šuplje porcelanske izolatore za srednji prečnik D_a iznosi:

$K_{ad} = 1$ kada je $D_a < 300$ mm; $K_{ad} = 0,0005 \times D_a + 0,85$ kada je $D_a \geq 300$ mm

$$D_a = \left[\int_0^{\ell} D(x) dx \right] / \ell$$

Gde je: $D(x)$ – vrednost prečnika po puznoj stazi x , merena od jedne elektrode; ℓ – ukupna nazivna dužina puzne staze izolatora.

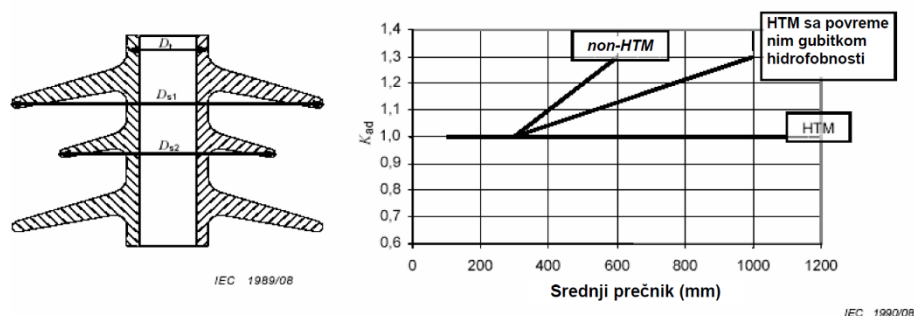
Korekcija za prečnik izolatora za izolatore od polimera za srednji prečnik D_a iznosi: $K_{ad} = 1$ kada je $D_a < 300$ mm

K_{ad} se određuje uz pomoć slike 5, kada je $D_a \geq 300$ mm

$D_a = (2 \times D_t + D_{s1} + D_{s2}) / 4$ ($D_{s1} = D_{s2}$ za jednaka krila)

Za svako sledeće krilo u broiocu se dodaje prečnik tog krila i prečnik tela izolatora, a u imeniocu se dodaje broj 2.

Na slici 5 različitim krivama je prikazan koeficijent korekcije za prečnik izolatora (K_{ad}): 1. za izolatore sa mogućnošću prenosa hidrofobnosti (HTM), 2. za izolatore bez mogućnosti prenosa hidrofobnosti (non-HTM), 3. za srednje slučajeve kod kojih hidrofobnost HTM materijala može privremeno da se izgubi.



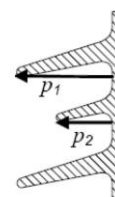
SLIKA 5: K_{AD} PREMA SREDNJEM PREČNIKU I ILUSTRACIJA PARAMETRA

PROVERA (OCENA) PARAMETRA PROFILA IZOLATORA

Parametri profila su važni da bi se izbeglo premošćavanje pri kiši, sprečili lokalni kratki spojevi između krila, pomoglo samočišćenju, izbeglo "zarobljavanje" nečistoće i kontrolisalo naprezanje usled lokalnog električnog polja. Ocena parametara profila je sledeća: ako se nalaze u belom opsegu imaju normalne karakteristike, ako se nalaze u sivom opsegu mogu da imaju smanjene karakteristike (sa manjim odstupanjem) i ako se nalaze u crnom opsegu mogu da imaju ozbiljne negativne efekte na karakteristike za upotrebu u uslovima zagađenja (sa većim odstupanjem) (tabele 5 – 15). Svaki parametar se izračunava i proverava u skladu sa sledećim. Dozvoljeno je da jedan parametar odstupa u sivu oblast, to jest da ima manje odstupanje. U slučaju manjeg odstupanja, preporučuje se da se RUSCD izabere sa slike 4 prema gornjem kraju klase SPS ili čak za sledeću višu klasu, osim ako takva promena ne bi pogoršala odstupanje. Ako je više od jednog parametra u sivoj oblasti, ili je bilo koji parametar u crnoj oblasti, to se smatra većim odstupanjem i preporučuje se da se uradi jedno od sledećeg: konsultuju podaci iz iskustva u pogonu ili sa ispitne stanice da bi se potvrdile karakteristike profila; pronađu alternativni profil ili tehnologija izolatora; potvrde karakteristike profila ispitivanjem. Provera parametra izolatora se ocenjuje različito za staklene, porcelanske i izolatore od polimera.

Naizmenična krila i širina krila

Klasifikacija profila da li je naizmenični ili ne zasniva se na širini krila merenih od tela izolatora do vrhova najvećih i najmanjih krila. Sama širina krila nije važan parametar, sve dok ugao krila nije u osnovi ravan ($< 5^\circ$), ili prekomeran ($> 35^\circ$). Ovaj parametar je koristan za definisanje prečnika profila sa jednakim krilima u poređenju sa prečnicima profila naizmeničnih krila.

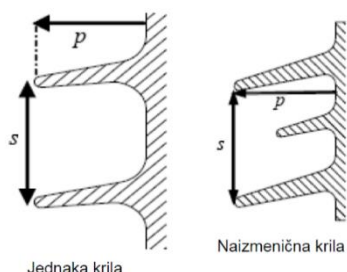


Međutim veće razlike u širinama krila su korisne samo za vertikalne izolatore za upotrebu u uslovima leda, snega i jake kiše. Ne primenjuje se na kapaste izolatore ili potporne izolatore za montažu na nosač sa više krila. [2,3]

TABELA 4 – klasifikacija profila

	Klasifikacija profila izolatora od porcelana		Klasifikacija profila izolatora od polimera	
	Ne naizmenični	Naizmenični	Ne naizmenični	Naizmenični
Svi porcelanski izolatori	$p_1 = p_2$ ili $p_1 - p_2 < 15$ mm	$p_1 - p_2 \geq 15$ mm	–	–
Vertikalni izolatori od polimera sa prečnikom > 200 mm	–	–	$p_1 = p_2$ ili $p_1 - p_2 < 15$ mm	$p_1 - p_2 \geq 15$ mm
Drugi položaji i vertikalni izolatori od polimera sa prečnikom ≤ 200 mm	–	–	$p_1 = p_2$ ili $p_1 - p_2 < 0,18 \times p_1$ mm	$p_1 - p_2 \geq 0,18 \times p_1$ mm

Odnos razmaka i dužine krila



Ovaj parametar, uključuje razmak između krila i važan je za izbegavanje skraćanja dužine puzne staze premoščavanjem luka između krila. Provera ovog parametra se ocenjuje kao s/p i dobijena vrednost se prema prema tabeli određuje u kojoj je zoni. Samim tim se vidi da li parametar zadovoljava ili ne zadovoljava. Gde je s – vertikalno rastojanje dve slične tačke uzastopnih krila istog prečnika; p – najveća širina krila. Tabele za ocenjivanje ovog parametra se ne primenjuju na kapaste izolatore ili potporne izolatore za montažu na nosač, takođe tabele se razlikuju za porcelanske i staklene izolatore i izolatore od polimera.

TABELA 5 – OCENA ODNOSA RAZMAKA I DUŽINE KRILA ZA PORCELANSKE I STAKLENE IZOLATORE [2]

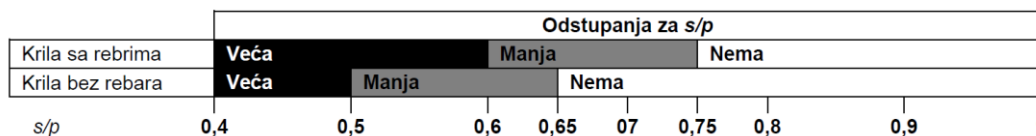
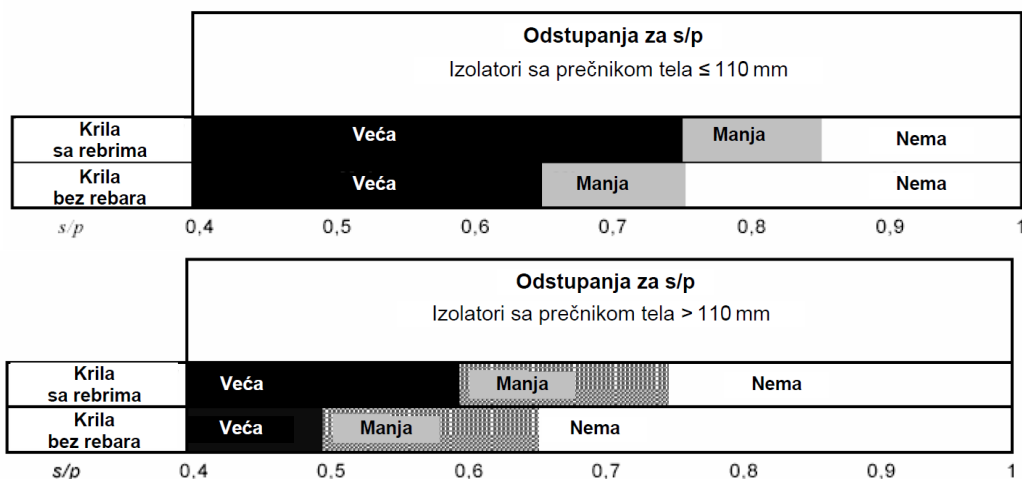
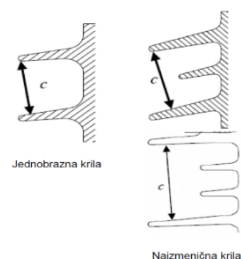


TABELA 6 I 7 – OCENA ODNOSA RAZMAKA I DUŽINE KRILA ZA IZOLATORE OD POLIMERA [3]



Najmanje rastojanje između krila

Najmanje rastojanje između krila je jedna od najvažnijih karakteristika za proračun profila izolatora. Pojava luka između krila za mali razmak između krila može da poništi svaki trud da se poprave karakteristike povećanjem dužine puzne staze. Provera ovog



parametra se ocenjuje vrednošću c i dobijena vrednost primenom tabele određuje da li parametar zadovoljava ili ne. Vrednost c (najmanje rastojanje između uzastopnih krila istog prečnika) se dobija povlačenjem normale od najniže tačke ivice gornjeg krila do sledećeg krila istog prečnika ispod. Tabele za ocenjivanje ovog parametra se ne primenjuju na kapaste izolatore ili potporne izolatore za montažu na nosač, takođe tabele se razlikuju za porcelanske i staklene izolatore i izolatore od polimera. [2,3]

TABELA 8 – OCENA NAJMANJEG RASTOJANJA IZMEĐU KRILA ZA PORCELANSKE I STAKLENE IZOLATORE [2]

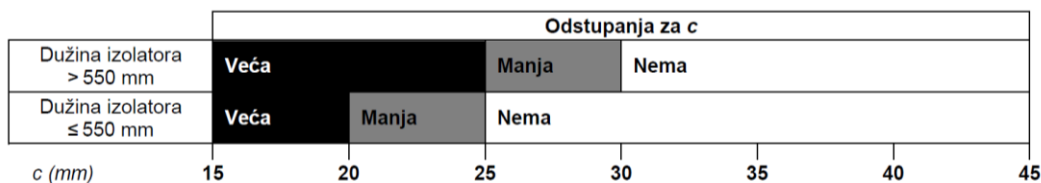
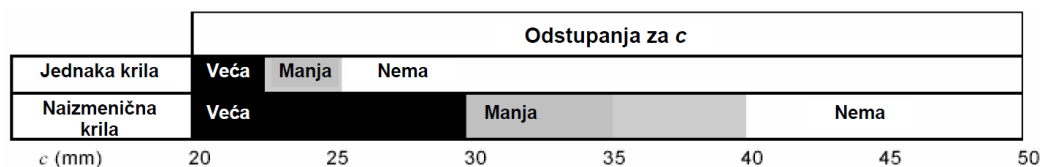
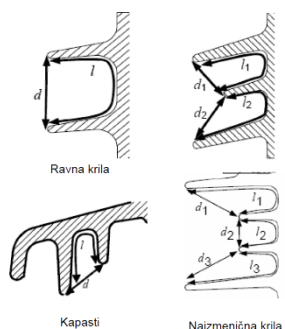


TABELA 9 – OCENA NAJMANJEG RASTOJANJA IZMEĐU KRILA ZA IZOLATORE OD POLIMERA [3]



Odnos dužine puzne staze i izolacionog razmaka



Odnos dužina puzne staze i izolacionog razmaka je više provera rizika od lokalnog premošćenja lukom kada se pojave površinska pražnjenja ili nejednaka hidrofobnost. Takođe odnos dužina puzne staze i izolacionog razmaka je važan za izbegavanje lokalnog nagomilavanja nečistoće u dubokim i uzanim sekcijama profila. Provera ovog parametra se ocenjuje kao ℓ/d i dobijena vrednost se primenom tabele određuje da li parametar zadovoljava ili ne. d – pravolinijsko rastojanje u vazduhu između dve tačke na izolacionom delu izolatora ili između tačaka jedne na izolacionom delu i druge na metalnom delu; ℓ – deo puzne staze meren između dve tačke koje određuje razmak d . Tabele za ocenjivanje parametra se razlikuju za porcelanske i staklene izolatore i izolatore od polimera. [2,3]

TABELA 10 – OCENA ODNOSA DUŽINE PUZNE STAZE I IZOLACIONOG RAZMAKA ZA PORCELANSKE I STAKLENE IZOLATORE [2]

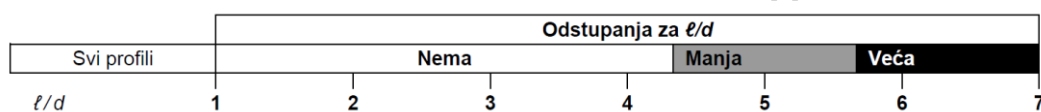
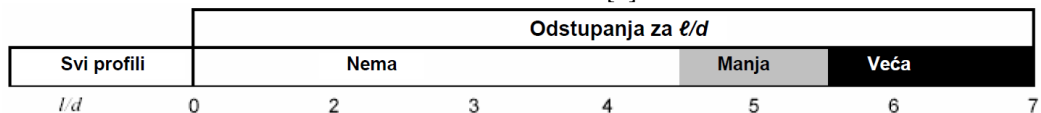
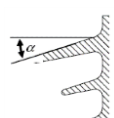


TABELA 11 – OCENA ODNOSA DUŽINE PUZNE STAZE I IZOLACIONOG RAZMAKA ZA IZOLATORE OD POLIMERA [3]



Ugao krila



Provera ovog parametra se ocenjuje vrednošću α i dobijena vrednost primenom tabele određuje da li parametar zadovoljava ili ne. Za krila koja su savijena, α se meri u srednjoj tački. Tabele za ocenjivanje parametra se razlikuju za porcelanske i staklene izolatore i izolatore od polimera. [2,3]

TABELA 12 – OCENA UGLA KRILA ZA PORCELANSKE I STAKLENE IZOLATORE [2]

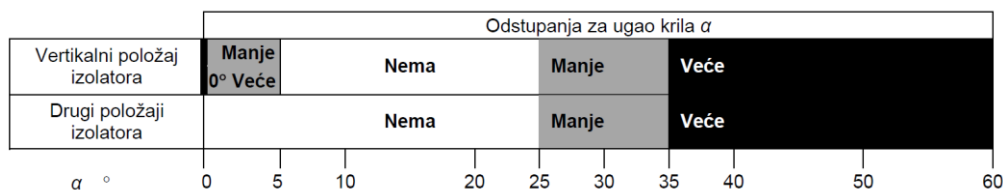
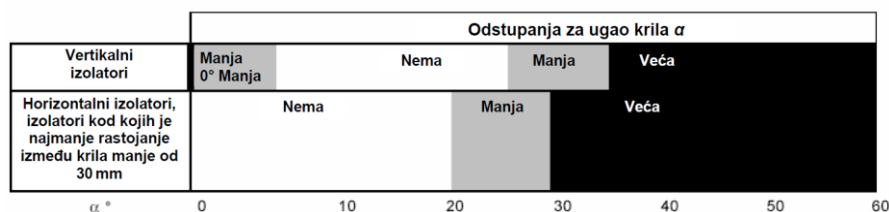


TABELA 13 – OCENA UGLA KRILA ZA IZOLATORE OD POLIMERA [3]



Koeficijent puzne staze

Koeficijent puzne staze (CF) je jednak vrednosti ℓ/S . Gde je ℓ - ukupna nazivna dužina puzne staze; S – preskočni razmak izolatora. Za kapaste izolatore, CF se određuje za niz od 5 i više izolatora. Tabele za ocenjivanje parametra se razlikuju za porcelanske i staklene izolatore i izolatore od polimera. [2,3]

TABELA 14 – OCENA Odstupanja koeficijenta puzne staze CF ZA PORCELANSKE I STAKLENE IZOLATORE [2]

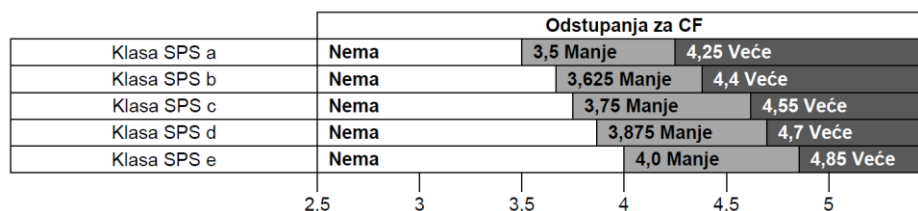
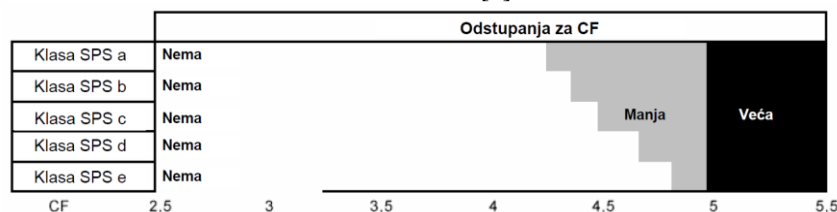


TABELA 15 – OCENA Odstupanja koeficijenta puzne staze CF ZA IZOLATORE OD POLIMERA [3]



ZAKLJUČAK

Važnost grupe dokumenata IEC/TS 60815 je u izboru odgovarajućeg izolatora za konkretno mesto ugradnje ili područje ugradnje. Takođe primenom grupe dokumenata IEC/TS 60815 i odgovarajućih standarda IEC, može se odrediti odgovarajuća konstrukcija izolatora za određena područja ugradnje.

LITERATURA

1. IEC/TS 60815-1:2008 Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles
2. IEC/TS 60815-2:2008 Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems
3. IEC/TS 60815-3:2008 Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 3: Polymer insulators for a.c. systems
4. IEC 60507:2013 Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems