



DEGRADACIJA KUĆIŠTA KOMPOZITNIH IZOLATORA ZA DISTRIBUTIVNE NADZEMNE VODOVE KAO POSLEDICA STARENJA

DEGRADATION OF HOUSING OF COMPOSITE INSULATORS FOR DISTRIBUTION OVERHEAD LINES AS A CONSEQUENCE OF AGING

Dimitrije ANĐELKOVIĆ, GPS Insulators d.o.o, Srbija
Vladimir ALEMPIJEVIĆ, GPS Insulators d.o.o, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Poznato je da je životni vek kompozitnih izolatora kraći u odnosu na životni vek tradicionalnih izolatora. Ovaj rad ima za cilj da ukaže na problem degradacije kućišta kompozitnih izolatora, koja nastaje kao posledica njihovog starenja. Ovim radom biće predstavljeni uslovi pod kojima dolazi do degradacije kućišta kompozitnih izolatora, kao i postojeći tipovi degradacije kućišta i njihova ocena.

Ključne reči: degradacija, kompozitni izolator, kućište, starenje

ABSTRACT

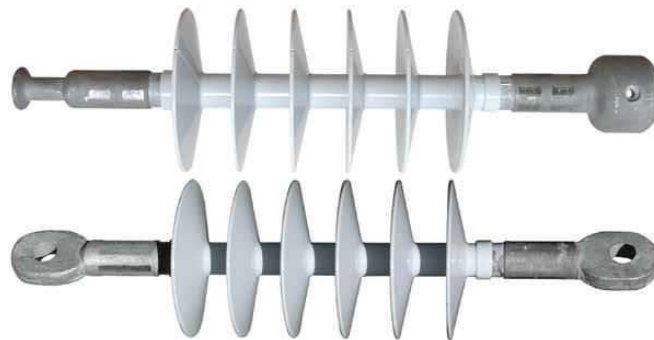
It is known that the lifespan of composite insulators is shorter compared to the lifespan of traditional insulators. This paper aims to point out the problem of degradation of composite insulator housings, which occurs as a consequence of their aging. This paper will present the conditions under which the degradation of composite insulators occurs, as well as the existing types of degradation of the housing and their evaluation.

Key words: aging, composite insulator, degradation, housing

d.andjelkovic@gps.co.rs, 069/35-79-163
v.alempijevic@gps.co.rs, 069/35-79-166

1. UVOD

Upotreba kompozitnih izolatora je širom sveta u porastu, zahvaljujući prednostima kao što su manja težina i niži troškovi, visok odnos mehaničke čvrstoće i mase, visoka tolerancija oštećenja, fleksibilnost, izvrsna otpornost na udarce i jednostavnost ugradnje (slika 1). Međutim, vremenom se pokazalo da su kompozitni izolatori podložni određenim vrstama otkaza koji znatno umanjuju njihov životni vek, zbog čega su u velikom zaostatku za tradicionalnim izolatorima.



Slika 1. Varijante štapnog kompozitnog izolatora

U radu se ističe najčešći otkaz kompozitnih izolatora, a to je degradacija kućišta kompozitnih izolatora, koja nastaje kao posledica njihovog starenja. Postoji nekoliko tipova degradacije kućišta kompozitnih izolatora koji će biti predstavljeni, kao i ocena stanja tih tipova degradacije (određivanje degradacije).

2. DEGRADACIJA KUĆIŠTA KOMPOZITNIH IZOLATORA

Degradacija kućišta kompozitnog izolatora, kako je već naznačeno u uvodu ovog rada, predstavlja rezultat starenja kompozitnog izolatora, a do koje dolazi zbog direktne izloženosti kompozitnog izolatora radnom okruženju, električnom i mehaničkom opterećenju, a često i nepažljivom ili nepravilnom rukovanju izolatorom što dovodi do njegovog prevremenog starenja. Degradacija najčešće dovodi do smanjenja ili potpunog gubitka hidrofobnosti spoljašnjeg sloja kućišta kompozitnog izolatora (slika 2), a zabeleženi su i slučajevi ekstremne degradacije spontanijem širenjem pukotina duž kućišta kompozitnog izolatora, kao i ljuštenja površinskog sloja kućišta, [2].



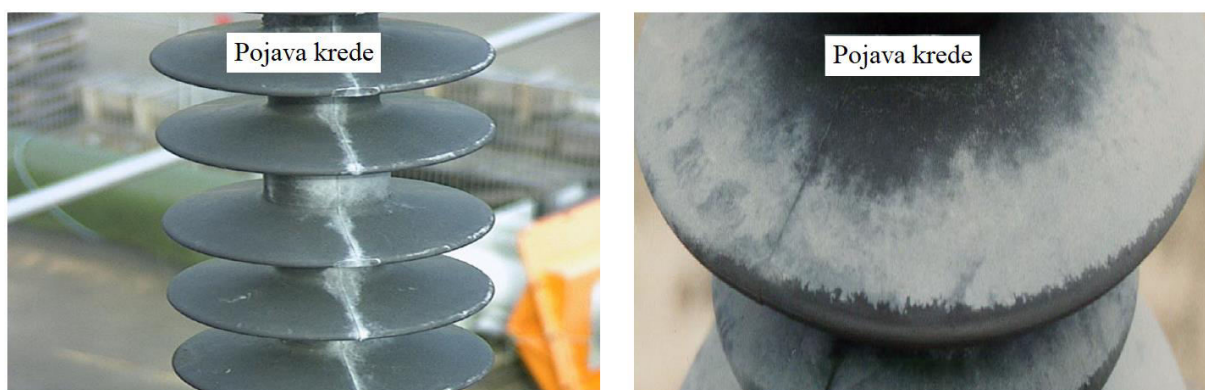
Slika 2. Uporedni prikaz hidrofobnosti kućišta kompozitnog izolatora gde nije došlo do degradacije (levo) i kućišta izolatora koje je izgubilo hidrofobnost zbog degradacije (desno) [2]

2.1 Tipovi degradacije kućišta kompozitnih izolatora

Tipovi degradacije kućišta kompozitnih izolatora, u zavisnosti od uzroka njenog nastanka su:

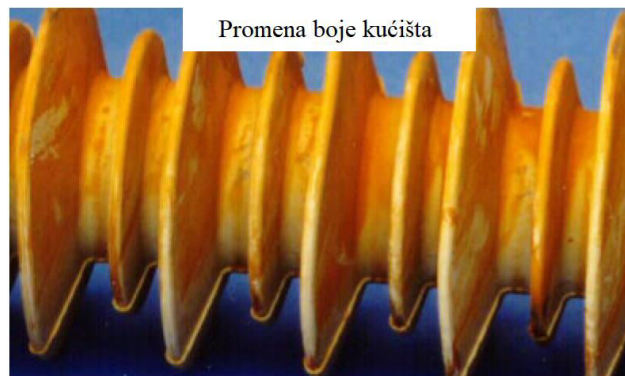
2.1.1 Pojava krede

Stvaranje čestica, obično od punioca materijala kućišta, što formira hrapavu ili praškastu spoljašnju površinu, [1], prikazano je na slici 3.



Slika 3. Prikaz pojave krede na spoljašnjoj površini kućišta kompozitnog izolatora [3]

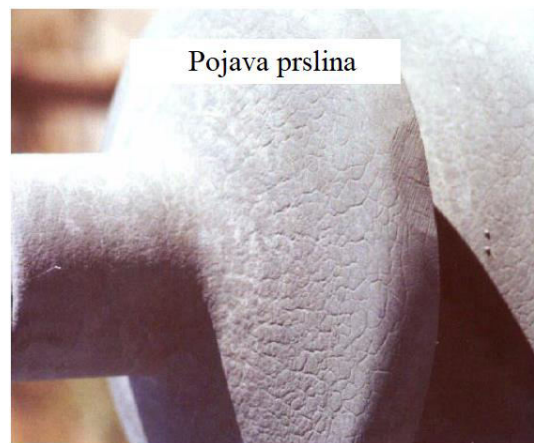
2.1.2 Promena boje spoljašnje površine kućišta kompozitnog izolatora (Slika 4)



Slika 4. Prikaz promene boje spoljašnje površine kućišta kompozitnog izolatora [3]

2.1.3 Pojava prslina na spoljašnjoj površini kućišta kompozitnih izolatora

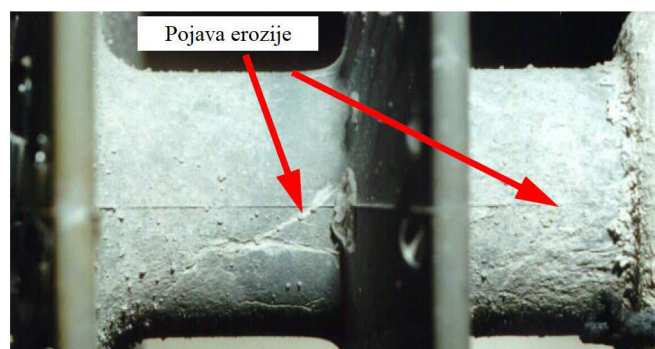
U pitanju su mikro-prslina na spoljašnjoj površini kućišta kompozitnih izolatora dubine od 0,01 mm do 0,1 mm, [3], prikazane na slici 5.



Slika 5. Prikaz pojave prslina na spoljašnjoj površini kućišta kompozitnog izolatora [3]

2.1.4 Manja erozija spoljašnje površine kućišta kompozitnih izolatora

Manja erozija spoljašnje površine kućišta kompozitnih izolatora je nepovratna i neprovodna degradacija spoljašnje površine kućišta izolatora koja nastaje gubitkom materijala, koji može da bude ravnomeran, mestimičan ili u obliku grana, na dubini manjoj od 1 mm, [1], i prikazana je na slici 6.

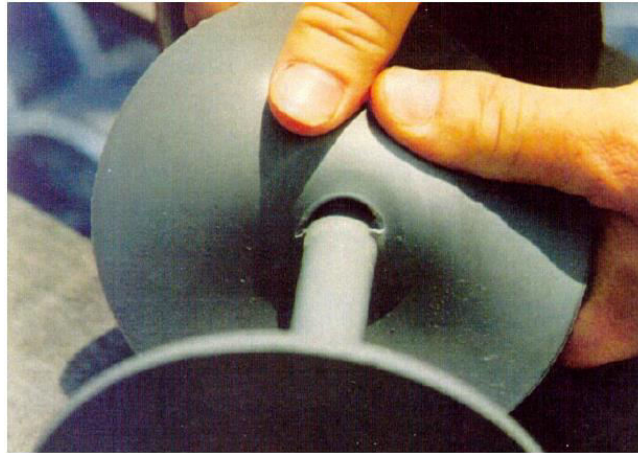


Slika 6. Prikaz pojave erozije na spoljašnjoj površini kućišta kompozitnog izolatora [3]

Treba da se napomene da plitki tragovi na spoljašnjoj površini (obično u obliku grana), mogu da se pojave na spoljašnjoj površini kućišta kompozitnih izolatora nakon parcijalnih preskoka. Ovi tragovi su bezopasni sve dok su neprovodni. Ako su provodni, klasifikuju se kao stvaranje provodnih staza.

2.1.5 Manja odvajanja kućišta kompozitnog izolatora

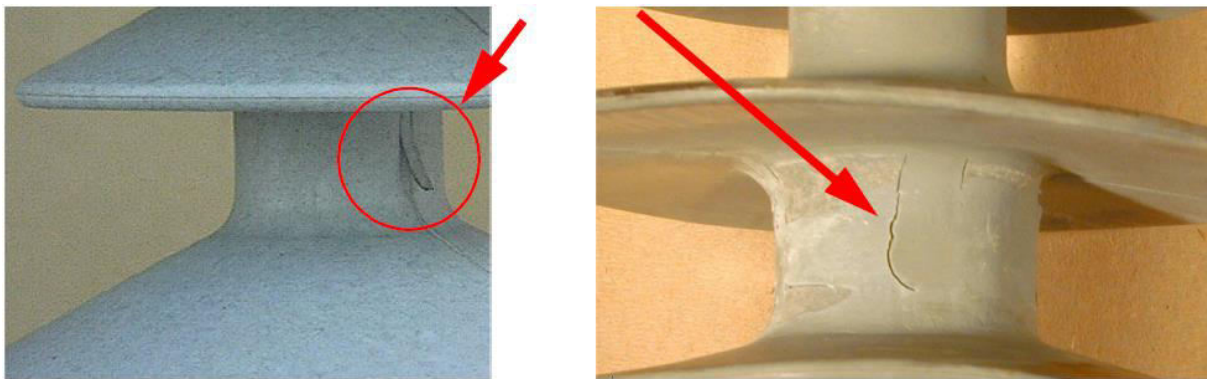
Manja odvajanja kućišta kompozitnog izolatora su odvajanja koja nastaju između različitih komponenti kompozitnog izolatora, [3], i prikazana su na slici 7.



Slika 7. Prikaz odvajanja krila kompozitnog izolatora od ostatka kućišta [3]

2.1.6 Manja cepanja kućišta kompozitnog izolatora

Manja cepanja kućišta kompozitnog izolatora su manji prekidi ili pukotine na kućištu kompozitnog izolatora koji mogu da dovedu do uklanjanja ili ljuštenja materijala, [3], i prikazani su na slici 8.



Slika 8. Prikaz ljuštenja materijala kućišta kompozitnih izolatora [3]

3. OŠTEĆENJE KUĆIŠTA KOMPOZITNIH IZOLATORA

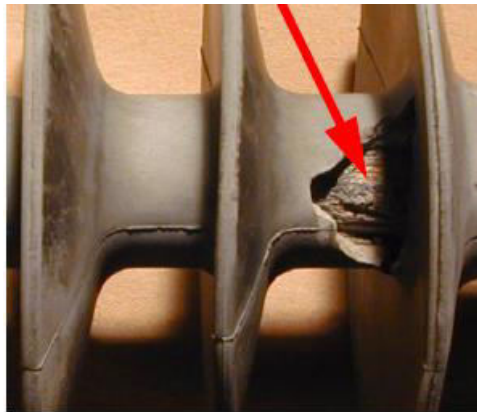
Oštećenje kućišta kompozitnih izolatora predstavlja promene na kućištu koje su nastale kao posledica progresije odnosno napredovanja degradacije i/ili spoljašnjih uticaja, uključujući i nepažljivo rukovanje. Oštećenje u velikom broju slučajeva ima negativan uticaj na karakteristike i/ili dugovečnost izolatora, što neretko kao posledicu ima otkaz izolatora.

3.1 Tipovi oštećenja

Oštećenje kućišta kompozitnih izolatora u zavisnosti od uzroka njegovog nastanka može da se podeli na:

3.1.1 Izloženost jezgra

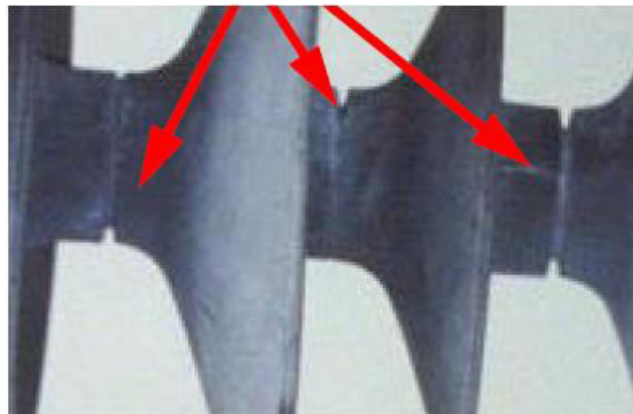
Izlaganje jezgra od staklenih vlakana okolini (npr. usled erozije kućišta ili stvaranja provodnih staza, ljuštenja materijala kućišta, razdvajanja segmenata kućišta, proboja izolacije ili nepažljivog rukovanja izolatorom, [3], prikazano je na slici 9.



Slika 9. Prikaz izloženosti okolini jezgra kompozitnog izolatora [3]

3.1.2 Razdvajanje segmenata kućišta

Razdvajanje različitih delova kućišta kompozitnog izolatora, koje za posledicu ima značajno smanjenje puzne staze (više od 10%). Takođe, razdvajanje segmenata kućišta može da omogući prodor vlage i zaprljanja do jezgra izolatora, [3]. Prikazano je na slici 10.



Slika 10. Prikaz razdvajanja segmenata kućišta [3]

3.1.3 Erozijska kućišta kompozitnog izolatora

Erozija kućišta kompozitnog izolatora je nepovratna i neprovodna degradacija spoljašnje površine kućišta izolatora koja nastaje gubitkom materijala, koji može da bude ravnomeran, mestimičan ili u obliku grana, na dubini većoj od 1 mm. Erozijska kućišta može da bude uzrok izlaganja jezgra kompozitnog izolatora okolini, što može da dovede do prodora vlage i zaprljanja do samog jezgra, [1], i prikazana je na slici 11.



Slika 11. Prikaz kućišta kompozitnog izolatora posle pojave erozije [3]

3.1.4 Proboj izolacije kućišta kompozitnog izolatora

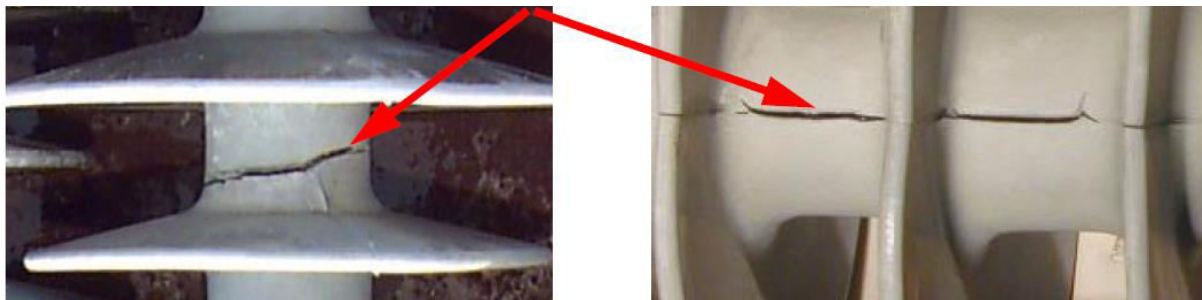
Proboj izolacije kućišta kompozitnog izolatora je razorno pražnjenje koje prolazi kroz izolacioni materijal izolatora i koje uzrokuje trajni gubitak dielektrične čvrstoće. Kao posledica nastaju rupe na telu ili krilima kućišta kompozitnog izolatora, [1]. Primer posledice proboja je prikazan na slici 12.



Slika 12. Prikaz rupa na kućištu kompozitnog izolatora koje su nastale kao posledica proboja [3]

3.1.5 Prekid ili pukotina kućišta kompozitnog izolatora

Prekid ili pukotina kućišta kompozitnog izolatora koji može da dovede do uklanjanja ili ljuštenja materijala i ima za rezultat smanjenje puzne staze i potencijalno omogućavanje prodora vlage i zaprljanja do jezgra izolatora, [3]. Prikazan je na slici 13.



Slika 13. Prikaz kućišta kompozitnog izolatora nakon pojave cepanja [3]

3.1.6 Stvaranje provodnih staza i karbonizacija kućišta kompozitnog izolatora

Stvaranje provodnih staza i karbonizacija kućišta kompozitnog izolatora je nepovratno oštećenje nastalo formiranjem provodnih staza, koje se šire po površini izolacionog materijala. Po ovim stazama se neretko pojavljuju ugljeni tragovi koji se ne mogu lako ukloniti i koji su provodni čak i kada je kućište suvo, [3]. Stvaranje provodnih staza i karbonizacija prikazani su na slici 14.



Slika 14. Prikaz stvaranja provodnih staza i karbonizacija [3]

4. ODREĐIVANJE STEPENA DEGRADACIJE (OŠTEĆENJA) SPOLJAŠNJE POVRŠINE KUĆIŠTA VIZUELNOM KONTROLOM NA LICU MESTA (OCENA STANJA)

U cilju prevencije nastanka havarije na nadzemnim vodovima koju izazivaju otkazi izolatora, a koji su nastali kao posledica konkretno degradacije i oštećenja kućišta samih izolatora, neophodno je da se na licu mesta redovno kontroliše vizuelnom proverom, po svim navedenim tačkama (tipovima degradacije i oštećenja) [4], odnosno da se ocenjuje stanje izolatora na osnovu stanja njihovih kućišta. U nastavku je dat primer protokola za kontrolu vizuelnom proverom izolatora po navedenim tačkama:

Naziv dalekovoda:
 Tip izolatora:
 Broj izolatora:

	Tip degradacije/oštećenja/otkaza	Da li je došlo do promene stanja
Degradacija	Pojava krede	DA
	Promena boje kućišta	DA
	Pojava prslina	NE
	Pojava manje erozije	DA
	Pojava manjih odvajanja	NE
	Pojava manjih cepanja	NE
Oštećenje	Izloženost jezgra	NE
	Razdvajanje segmenata kućišta	NE
	Pojava erozije	DA
	Proboj izolacije	NE
	Pojava cepanja	NE
	Stvaranje provodnih staza	DA
Otkaz	Karbonizacija	DA
	Krti prekid jezgra izolatora	DA
	Drugi vid mehaničkog otkaza	NE
	Električni otkaz	NE

Komentar: _____ Vizuelni pregled izvršio: _____

Slika 15. Primer popunjenog protokola za kontrolu izolatora vizuelnom proverom

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu kontrole na licu mesta i prikazane tabele predlaže se da ako izolator pređe u stanje oštećenja, mora da se zameni.

LITERATURA

- [1] IEC 62233, 2009, "Insulators – Glossary of terms and definitions"
- [2] INMR, 2021, "Restoring Condition of Degraded Composite Housings"
- [3] STRI Guide 5, 2005, "Guide for Visual Identification of Deterioration & Damages on Suspension Composite Insulators"
- [4] STRI Guide 3, 2005, "Composite Insulator Status Program: Field inspection of composite line insulators"