

DOI: [10.46793/CIGRE37.B2.06](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.B2.06)**B2.06****MODELIRANJE KLIMATSKIH PROMENA U EKSPLOATACIJI KABLOVSKOG  
PRIBORA ZA NADZEMNE VODOVE NISKOГ NAPONA U PROCESU ISPITIVANJA  
GOTOVIH PROIZVODA U FABRIČKIM LABORATORIЈAMA****MODELING OF CLIMATE CHANGES IN THE OPERATION OF CABLE ACCESSORIES  
FOR OVERHEAD LOW VOLTAGE LINES IN THE PROCESS OF TESTING FINISHED  
PRODUCTS IN FACTORY LABORATORIES****Miroljub Petrović, Zoran Vulić, Darko Jovanović\***

**Kratak sadržaj:** Za ispitivanja kablovskog pribora za NN SKS postoje posebni standardi kojima se definiše tretman uzoraka pribora pre samog ispitivanja kako bi se modelirali svi klimatski uslovi tokom višegodišnje eksploatacije. Oni su delovi internacionalnog standarda EN 50483 usvojenog u Srbiji 2010.g. kao SRPS EN 50483: 2010. U uvodnom delu biće predstavljen kompletan standard koji ima šest delova. Prvi deo se bavi opštim uslovima ispitivanja (potreban broj uzoraka i sl.). Drugi, treći i četvrti deo definiše postupke svih vrsta ispitivanja određenih vrsta pribora. Peti deo se bavi modeliranjem električnog starenja (određeni broj ciklusa opterećenja maksimalno dozvoljenim strujama i strujama preopterećenja koja su definisana standardom). Šesti deo definiše postupke kojima modelujemo uticaj klimatskih promena tokom eksploatacije (ispitni postupci za koroziju i klimatske uticaje). Dalje će sve to ilustrovano primerima različitim rutinskih ispitivanja (mehanička, električna i dielektrična) pojedinih značajnih delova pribora (konektora za spajanje ili montažu na stubove) koje je moguće odraditi u uslovima fabričke laboratorije (bez posebnih komora za tretiranje u različitim klimatskim uslovima). Detaljnije ćemo se pri tome baviti samom pripremom uzoraka tj postizanju stanja pribora kao posle višegodišnje eksploatacije. Time dobijamo realniju sliku ponašanja pribora u različitim klimatskim uslovima pri različitim opterećenjima (električnim i mehaničkim) tokom višegodišnje eksploatacije.

**Ključne reči:** *modeliranje, eksploatacija, ispitivanja, standard SRPS EN 50483*

**Abstract:** For tests of cable accessories for LV SKS, there are special standards that define the treatment of accessory samples before the test itself in order to model all climatic conditions during many years of exploitation. They are parts of the international standard EN 50483 adopted in Serbia in 2010. as SRPS EN 50483: 2010. In the introductory part, the complete standard will be presented, which has six parts. The first part deals with the general test conditions (required number of samples, etc.).

---

\* Miroljub Petrović, Elektrodistribucija Srbije Ogranak Jagodina, [miroljub.petrovic@es.rs](mailto:miroljub.petrovic@es.rs)

Zoran Vulić, Elektrodistribucija Srbije, DP Kraljevo, Ogranak Elektrodistribucija Jagodina, [zoran.vulic@es.rs](mailto:zoran.vulic@es.rs)Darko Jovanović, Feman doo Jagodina, [darko.jovanovic@feman.co.rs](mailto:darko.jovanovic@feman.co.rs)

The second, third, and fourth parts define the procedures for all types of testing of certain types of accessories. The fifth part deals with the modeling of electrical aging (a certain number of load cycles with maximum permissible currents and overload currents defined by the standard). The sixth part defines the procedures by which we model the impact of climate change during exploitation (testing procedures for corrosion and climatic effects). Further, all this will be illustrated with different examples of routine tests (mechanical, electrical and dielectric) of certain important parts of the accessories (connectors for connecting or mounting on poles) which can be done in the conditions of a factory laboratory (without special chambers for treatment in different climatic conditions). We will deal in more detail with the preparation of the samples itself, i.e. achieving the state of the accessories as after many years of exploitation. This gives us a more realistic picture of the behavior of the accessories in different climatic conditions with different operations (electrical and mechanical) during many years of exploitation.

**Key words:** *modeling, operation, testing, standard SRPS EN 50483*

## 1 UVOD

Prvi standardi koji se tiču NN SKS-a pojavili su se u Francuskoj i to standardi EDF-a grupe HN 33 (HN 33S 61,62,63, 64,65,66,67,68 i 69) u periodu od 1976.g. do 1988.g.. Potom su usvojili nacionalni NFC 20 540 01-1990 standard koji je definisao veštačko starenje kablovskog pribora za NN SKS pre samog ispitivanja uzoraka. Detaljnije su ispitivanja definisana grupom NFC 33 standarda (usvojeni u periodu 06.1998.-02.1999 NFC 33 020,021,040,041,042).

U Nemačkoj su razvijena i primenljivana dva nacionalna standarda VDE 0211 (za noseće i zatezne stezaljke) i VDE 0212 (za priključne stezaljke).

Od strane CENELEC, 1996. godine, kao prvi međunarodni standard, usvojen je HD 626:1996 koji je definisao samonoseće kablove. Ovaj standard su mnoge zemlje praktično usvojile kao nacionalni (NFC 33-209 . 1996 ). U Srbiji su to SRPS HD 626 S1 2009. Kod nas se primenjuju dve vrste NN SKS-a i to - konstrukcija NN SKS-a bez posebnog nosećeg provodnika (samonoseći sistem prema SRPS HD 626 S1 2009 deo 4 odeljak E) čija je oznaka FR-N1XD4-AR;

- konstrukcija NN SKS-a sa nosećim neutralnim izolovanim provodnikom (prema SRPS HD 626 S1 2009 deo 6 odeljak E) čija je oznaka FR-N1XD9-AR

U Evropi je CENELEC 2009. g. usvojio grupu standarda EN 50483 1-6 koji se odnose na pribor za zatezanje, nošenje i spajanje NN SKS-a (0.6/1 (1.2) kV). Zemlje u Evropi su ih potom usvajale kao nacionalne. Kod nas su usvojeni kao SRPS EN 50483 1-6 2010 (naslovna strana na srpskom , a ostatak na engleskom jeziku) i to su:

- SRPS EN50483-1 Opšti deo – Opisuje načela i pojmove, pregled proizvoda, označavanje, postupak osiguranja kvaliteta, opšte uslove ispitivanja, tipska ispitivanja i izbor uzoraka
- SRPS EN 50483-2 Zatezne i noseće stezaljke za samonoseći SKS (samonoseći sistem) – opisuje Mehanička ispitivanja, dielektrička ispitivanja, ispitivanja vodonepropusnosti, ispitivanja na uticaj okoline

- SRPS EN 50483-3 Zatezne i noseće stezaljke za SKS sa nosećim neutralnim provodnikom - opisuje mehanička ispitivanja, dielektrička ispitivanja, ispitivanja vodonepropusnosti, ispitivanja na uticaj okoline
- SRPS EN 50483-4 Konektori i strujne spojnice opisuje mehanička ispitivanja, dielektrička ispitivanja, ispitivanja vodonepropusnosti, električna ispitivanja, ispitivanja na uticaj okoline
- SRPS EN 50483-5 Električno starenje, Opisuje ispitni postupak
- SRPS EN 50483-6 Uticaj okoline - ispitni postupci za koroziju i klimatske uticaje

Cilj ovih standarda je da odredi metode ispitivanja kablovskog pribora koji se koristi u normalnim radnim uslovima sa NN SKS-om koji su prema HD 626. Pošto u Evropi imamo različite klimatske uslove kablovski pribor mora da zadovolji sve zahteve u svim klimatskim uslovima. Zadnji standard (SRPS EN 50483-6) definiše ispitivanja uticaja okoline, posebno ispitivanja uticaja klime i ispitivanja starenja korozijom. Na taj način može da se predvidi ponašanje pribora za NN SKS-a kada su izloženi sunčevom zračenju, vremenskim uslovima (vlaga, kiša, toplota, hladnoća) i zagađenja (agresivne materije u vazduhu).

Značajan korak je napravila JP ELEKTROPRIVREDA SRBIJE izdavanjem Tehničkih preporuka 8a I izdanje oktobra 2015, jer su tu obrađeni na srpskom jeziku najvažniji delovi iz standarda SRPS HD 626 S1 2009 i grupe SRPS EN 50483 1 – 6 2010 u sledećim poglavljima:

1.Namena, 2.Veza sa ostalim dokumentima (pravilnicima i standardima), 3.Termini sa definicajama, 4.Tehnički zahtevi koje treba da ispunjava mreža sa NN SKS-om, 5.Uслови okoline i tehnički podaci (za Srbiju), 6.Sklop NN SKS sa novim oznakama tipova NN SKS-a, 7.Pribor za žile NN SKS-a –završnice,spojnice, zatezne stezaljke za glavni vod, noseće stezaljke za glavni vod, zatezno-noseće stezaljke za NN SKS priključka, 8.Oprema za prihvatanje NN SKS-a – konzole, data samo konzola opšte namene i standardna konzola bez prikaza specifičnih AI konzola, 9.Montaža NN SKS-a, 10.Strujna prenosna moć, 11.Zaštita NN SKS-a, 12.Uzemljenje (10)

## **2 SRPS EN 50483-6 UTICAJ OKOLINE**

Standard SRPS EN 50483-1 (Opšti deo) definiše vizuelnu proveru dimenzija i materijala, označavanje i postojanost oznaka posle izlaganja klimatskim ispitivanjima. Zatim definiše koja se ispitivanja vrše prilikom tipskog testiranja, testa uzorka i rutinskog testa kao i potrebne elemente koje treba da sadrži izveštaj (test report). Za svaku vrstu pribora definiše potreban broj uzoraka. Takođe definiše normalne radne i kratkotrajne temperature izolacionih materijala koji se koriste u izradi elemenata pribora (prema standardu HD 626). Pojedinim standardima SRPS EN 50483-(2-4) definišu se detaljnije načini svih ispitivanja sa potrebnim zahtevima koje pribor mora da ispunji.

Sam način ispitivanja uticaja okoline definiše standard SRPS EN 50483-6. U njemu su definisana sva potrebna ispitivanja (potrebna aparatura, procedure, postupci). Sama ocena rezultata i zahtevi koje mora da zadovolje uzorci definisani su pojedinim standardima (SRPS EN 50483-2-4) u zavisnosti koji deo pribora ispitujemo.

### **2.1 Ispitivanje uticajem korozije**

Ova ispitivanja moraju da se urade ako pribor ima metalne delove ili delove zaštićene metalnim premazom koji su izloženi atmosferskim uticajima.

### 2.1.1 Ispitivanje u slanoj magli

Ovim ispitivanjem se izlažu uzorci neutralnom slanom spreju (koncentracija NaCl 5%). Odrađuje se potreban broj ciklusa izlaganja montiranih uzoraka sa trajanjem ciklusa od 7 dana. Uzorci između ciklusa se ne čiste (ispiranje čistom vodom).

### 2.1.2 Ispitivanje u gasu atmosfere

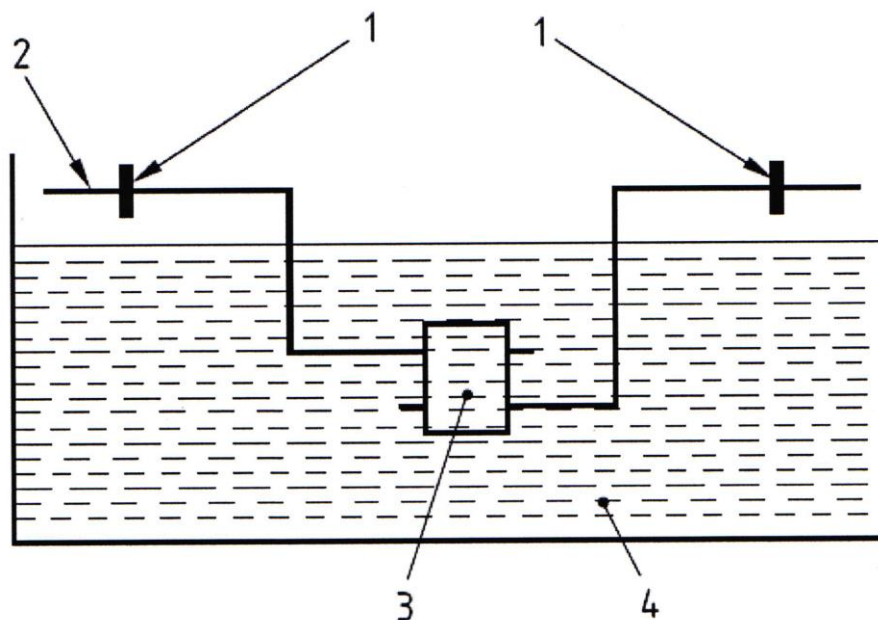
Ova ispitivanja moraju da se obave za pribor koji se koristi u oblastima sa velikim industrijskim zagađenjem. Ispitna komora mora biti hermetički zatvorena. Postoje dve metode:

- Metoda izlaganja uzoraka uticaju atmosfere zasićene vlagom bogatom sumpordioksidom (koncentracija 0.0667%) sa definisanim pritiskom i temperaturom
- Metoda cikličnog ispitivanja uticaja korozije koji se sastoji od 1 h sušenja i 1 h perioda magle (potreban broj ciklusa 500, s tim što je magla na temperaturi okoline, a sušenje na višoj temperaturi)

### 2.1.3 Ispitivanje potapanjem

Ova ispitivanja se rade opciono gde imamo jako korozivnu atmosferu, npr u blizini teške industrije. Postoje dve metode ispitivanja:

- Potapanje uzoraka u slanoj vodi (približno 3%)
- Potapanje uzoraka u vodi sa kiselinama (potreban procenat sumporne, hlorovodonične i HNO<sub>3</sub> da imamo pH vrednost 2)



Slika broj 1: Primer ispitivanja potapanjem za konektore

Legenda: 1- kontakti , 2 – provodnik, 3- uzorak (konektor), 4- slana voda ili rastvor kiselina

## 2.2 Ispitivanje starenja uticajem klime

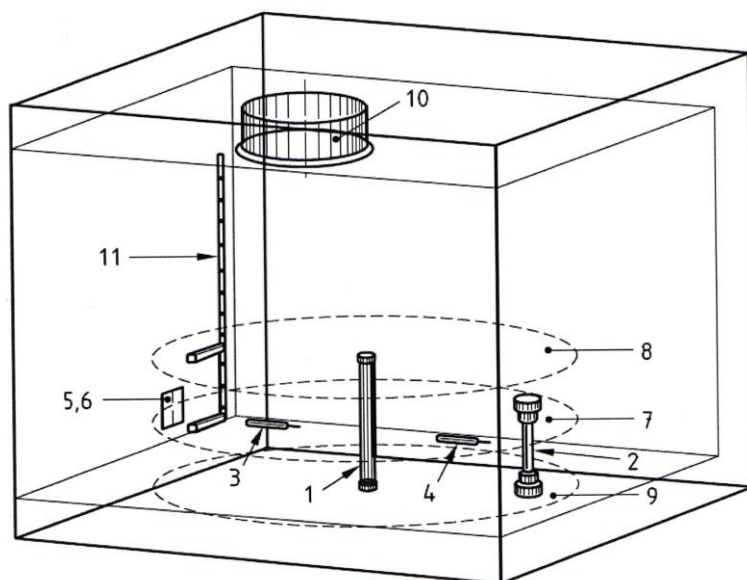
Postoje dve metode ispitivanja:

- Metoda 1 koja je obuhvaćena standardom HD 626
- Metoda 2 koja je definisana standardom EN 60068-2-5

### 2.2.1 Metoda 1

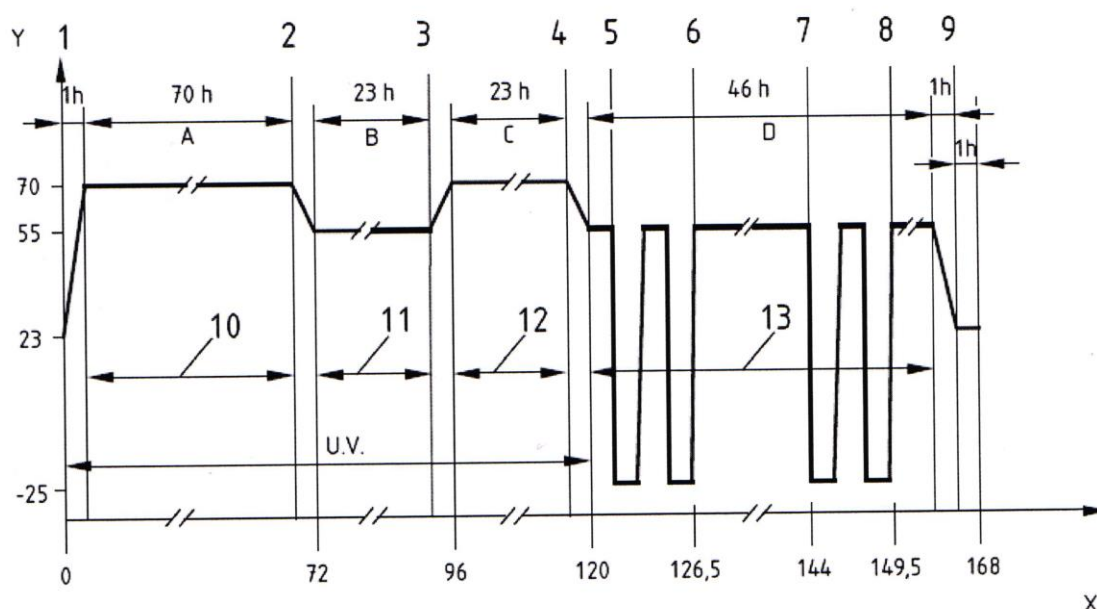
Ispitni uzorci se podvrgavaju kombinovanom ciklusu klimatskih uticaja: ultraljubičasto zračenje, prskanje vode i ekstremnim temperaturama u cilju stvaranja normalnih uslova rada tokom cele godine. Ispitivanja se obavljaju u ispitnoj komori koja mora da sadrži rotirajući nosač za uzorke i ostalu aparaturu i opremu (ksenonsku lampu, ventilator, prskalicu i instrumente za merenje vlažnosti, temperature, zračenja). Lampa mora da proizvede konzistentan spektar približan sunčevom spektru. Prskalica je sa protokom od 15-25 l/h i sa periodom prskanja od 3 minuta sa 17 minuta pauze. Uzorci se izlažu n broju nedeljnih ciklusa definisano pojedinim standardom za pojedinu vrstu pribora. Nedeljni ciklus se sastoji od četiri perioda:

- Period A vreme 70 h –izlaganje zračenju, bez prskanja, povišenoj temperaturi
- Period B vreme 23 h – izlaganje zračenju, sa prskanjem, povišena temperatura,
- Period C vreme 23 h – izlaganje zračenju, sa prskanjem, manja vlažnost vazduha i povišena temperatura,
- Period D vreme 46 h – bez zračenja, sa prskanjem, povišena vlažnost i ciklusi promene temperature od + 55 C do -25 C,



Slika broj 2: Ispitna komora

- 1- Ksenonska lampa, 2- Ispitni uzorak, 3- merenje vlažnosti suva sonda,
- 4- merenje vlažnosti mokra sonda,
- 5- položaj radiometra ili crnog standardnog termometra,
- 6- merenje temperature komore na nivou uzoraka zaštićenih od zračenja lampe,
- 7- srednji položaj lampe,
- 8- nivo A ravan – zona sa zračenjem lampe potrebnim za tu zonu,
- 9- nivo B ravan– zona sa zračenjem lampe potrebnim za tu zonu
- 10- ventilator,
- 11- prskalica (sprinkler)



10 sati, 2 dan 4 9 sati, 3 – dan 5 9 sati, 4- dan 6 9 sati, 5

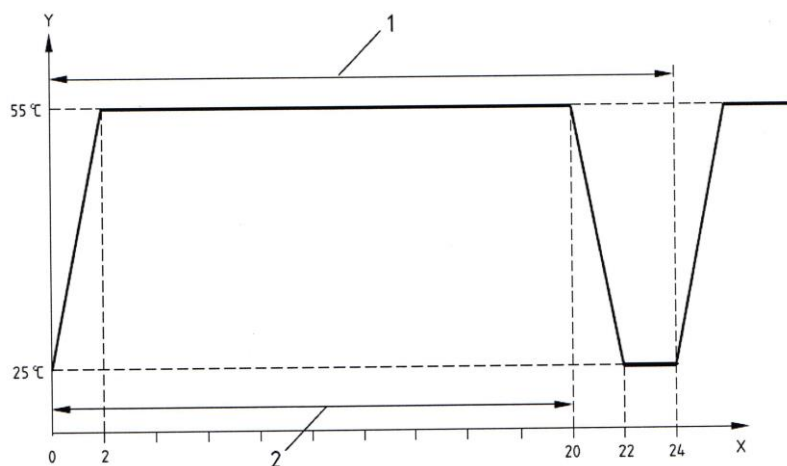
Legenda: 1 dan 1 10 sati, 2 dan 4 9 sati, 3 – dan 5 9 sati, 4- dan 6 9 sati, 5- dan 6 11 sati , 6- dan 6 16.5 sati, 7 – dan 7 10 sati , 8- dan 7 15.5 sati , 9 – dadan 1 sl.ciklusa , 10 – RH <30% , 11 – RH =60% sa prskanjem, 12- RH<30 % sa prskanjem, 13 – RH=95 sa prskanjem

Y – temperatura ambijenta ( $^{\circ}\text{C}$ )

### 2.2.2 Metoda 2

Ispitni uzorci se podvrgavaju dnevnim ciklusima ultraljubičastom zračenju (20 h sa zračenjem i 4 h bez zračenja). Temperatura mora da poraste na 55 C u roku od 2 h od početka zračenja i da se održava tokom perioda zračenja.

U toku bez zračenja temperatura mora da padne na 25 °C u roku od 2 h i zatim da se održava. Na ovaj način dobijemo uzorak priližan stanju u eksploataciji.



Slika broj 4: Dnevni ciklus ispitivanja - odnosi temperatura zračenja - vremena

Legenda: 1- jedan ciklus, 2- period zračenja (20h), 3- X temperaturna osa , 4- Y vremenska osa

Tabela broj 1 : Klimatski uslovi – odgovarajuća ispitivanja

| Vremenski uslovi                               | Ispitivanje u slanoj magli | Ispitivanje u gasu atmosfere | Ispitivanje potapanjem | Ispitivanje starenja uticajem klime |
|------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Priobalno područje sa zagađenjem solju         | X                          | X                            | X                      | X                                   |
| Priobalno područje bez zagađenja solju         | X                          |                              |                        | X                                   |
| Zagađena industrijska zona                     | X                          | X                            |                        | X                                   |
| Zagađena industrijska zona sa zagađenjem solju | X                          | X                            | X                      | X                                   |
| Unutrašnje ili nezagađeno područje             | X                          |                              |                        | X                                   |
| Sunčana područja (UV zračenje)                 | X                          |                              |                        | X                                   |
| Područje Arktika                               | X                          |                              |                        | X                                   |

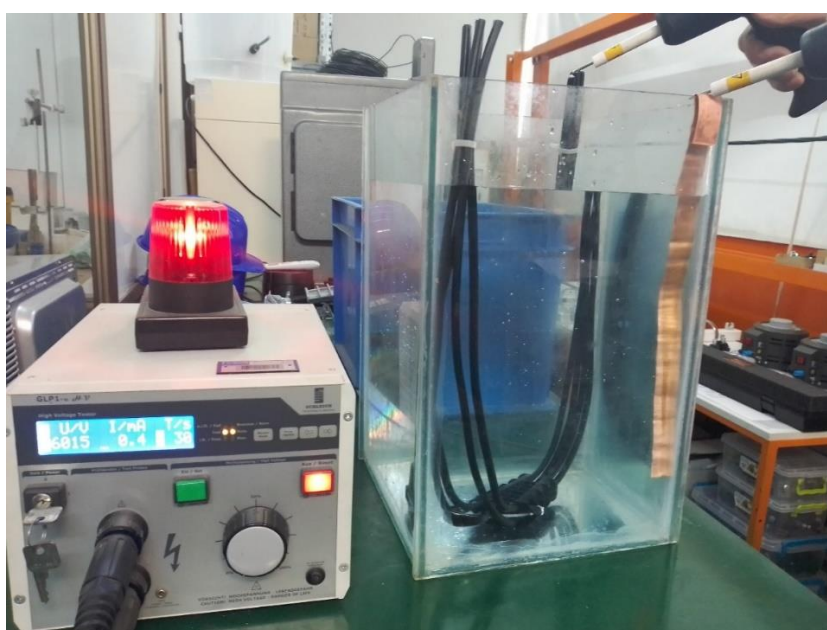


Ispitivanje potapanjem obavezno gde je zagađenje solju visoko

### 3 ISPITIVANJA UTICAJA OKOLINE U FABRIČKOJ LABORATORIJI

#### 3.1 Ispitivanje potapanjem u slanoj vodi i rastvorima kiselina

Za ovu vrstu ispitivanja koriste se postojeće posude za električna ispitivanja i ispitivanje zaptivenosti konektora pošto je samo ispuniti posudu potrebnim rastvorom bez neke posebne aparature. Zatim se vrši priprema uzoraka starenjem električnim uticajem (potreban broj ciklusa opterećenja nominalnom i strujom preopterećenja. Rastvor u slanoj vodi koristimo za pribor koji se koristi u sredinama zagađenoj solju, a rastvor sa kiselinama za pribor koji se koristi u sredinama koje imaju i industrijsko zagađenje. Tako tretirani uzorci tek onda idu na tipska dalja tipska mehanička i električna ispitivanja.

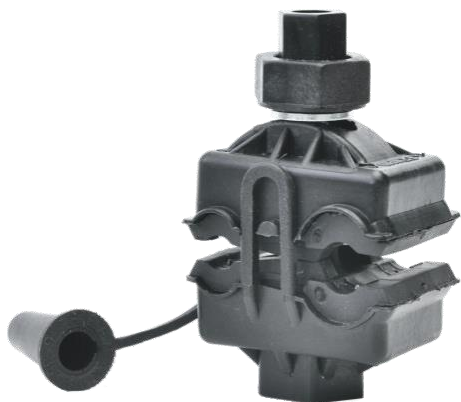


Slika broj 5: Potapanje zatezne stezaljke za kućni priključak



Slika broj 6: Potapanje konektora





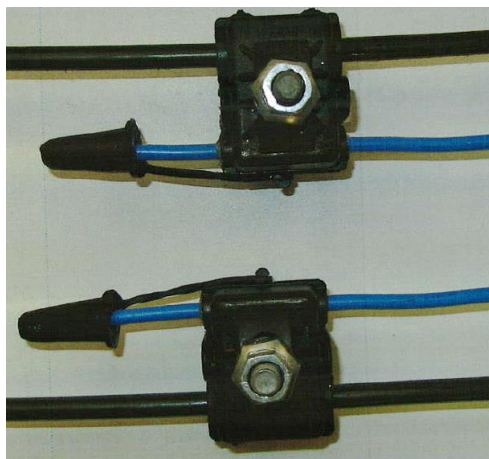
Slika broj 7: Konektor pre ispitivanja



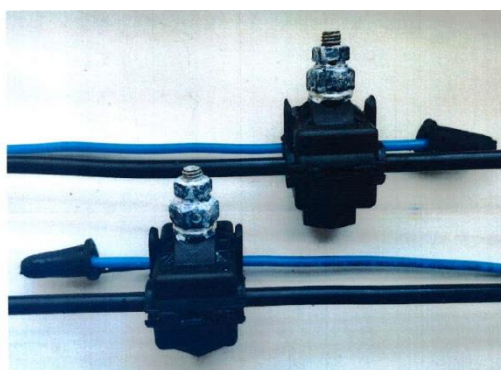
Slika broj 8: Konektor posle ispitivanja

### 3.2 Ispitivanja u slanoj magli i gasu atmosfere

Istu posudu možemo koristiti za ispitivanja u slanoj magli i sa višom temperaturom i vlažnom atmosferom zasićenom sumporom, ali ona nisu baš usaglašena sa standardom pošto nije moguće obezbediti potrebnu hermetičnost komore.



Slika broj 9: Konektori posle četvrtog ciklusa ispitivanja u komori sa slanom maglom i sa višom temperaturom i vlažnošću zasićenom sumpordioksidom



Slika broj 10: Konektori posle kompletnog ispitivanja u komori sa slanom maglom i sa višom temperaturom i vlažnošću zasićenom sumpordioksidom

## **4 ZAKLJUČAK**

Fabričke laboratorije uglavnom vrše sledeća ispitivanja:

- deo tipskih testova – kada se spremaju uzorci za slanje u ovlašćenu laboratoriju na testiranje
- test uzorka – redovna kontrola gotovih proizvoda ili kada recimo kupac uzorkuje proizvode pre same isporuke (tenderska nabavka)
- rutinske testove – provera kvaliteta sirovina (poliamid 6.6, guma, Cu lim i drugo).

Ispitivanja uticaja okoline zahtevna su po više osnova:

potrebna je specifična i skupa oprema  
sama ispitivanja trajue dugo jer imamo veliki broj ciklusa dužeg trajanja (par stotina nedeljnih ciklusa).

U većini fabričkih laboratorija su problematična ispitivanja korozionog i klimatskog starenja zbog posebne aparature (ispitnih komora).

Na osnovu svega toga moguće je vršiti deo ispitivanje uticaja okoline koristeći postojeću aparaturu i to:

- ispitivanje potapanjem u slanoj vodi i rastvorima kiselina sa postojećom opremom (korišćenje posuda koje koristimo i za druga ispitivanja)
- ispitivanje u slanoj magli – nepotpuno (nisu potpuno hermetične komore- posude)
- ispitivanje sa višom temperaturom i vlažnom atmosferom zasićenom sumporom – nepotpuno (nisu potpuno hermetične komore-posude).

## **5 LITERATURA**

[1] SRPS HD 626 S1 A1:2009

[2] SRPS HD 626 S1 :2009

[3] SRPS HD 626 S1 A2:2009

[4] SRPS EN 5483-1:2010

[5] SRPS EN 5483-2:2010

[6] SRPS EN 5483-3:2010

[7] SRPS EN 5483-4:2010

[8] SRPS EN 5483-5:2010

[9] SRPS EN 5483-6:2010

TP 8a 1 izdanje : oktobar 2015