

INFORMACIONI SISTEM ZA STATISTIKU KVAROVA I ANALIZU POUZDANOSTI VISOKONAPONSKE OPREME U DISTRIBUTIVNIM PREDUZEĆIMA

S. Stojković¹, Tehnički fakultet, Čačak, Srbija

1. UVOD

Jedna od važnih aktivnosti Međunarodnog saveta za velike električne mreže CIGRE je da prikupi i analizira podatke o pogonskom iskustvu vezanom za visokonaponsku opremu [1]. Ranije, takve ankete izvođene su odvojeno za prekidače, merne transformatore i gasom izolovana postrojenja (GIS). Publikovani rezultati pomogli su korisnicima da odaberu opremu i strategiju održavanja, a proizvođačima da poboljšaju kvalitet svojih proizvoda. Ankete su doprinele i poboljšanju internacionalnih standarda.

Prošlo je više godina od poslednje ankete. Pogonski uslovi i strategije održavanja unekoliko su promenjeni, kao i konstrukcija opreme. Zbog toga je CIGRE u aprilu 2004. godine pokrenula međunarodnu anketu o podacima iz oblasti pouzdanosti i trendova u održavanju visokonaponske opreme naznačenog napona višeg od 60 kV. Tema su bili SF6 prekidači, SF6 gasom izolovana, metalom oklopljena postrojenja (GIS), merni transformatori i rastavljači svih tipova.

Osnovni cilj ove četvorogodišnje studije bio je da se prikupe i obrade informacije koje su od direktne koristi za korisnike, naročito u pogledu upravljanja imovinom i podataka o pouzdanosti. Studija je trebalo da omogući informacije o trendovima i promenama u odnosu na rezultate ranijih studija. Osnovni zadaci ankete bili su:

- Da obuhvati opremu naznačenog napona iznad 60 kV,
- Da prikupi podatke o populacijama opreme, zajedno sa podacima o kvarovima u četvorogodišnjem periodu od 2004. do 2007. godine,
- Da podatke analizira samo sa ciljem da se dobiju podaci o pouzdanosti, uz maksimalnu poverljivost i bez mogućnosti zloupotreba,

¹ Dr Saša Stojković, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, 32000 Čačak

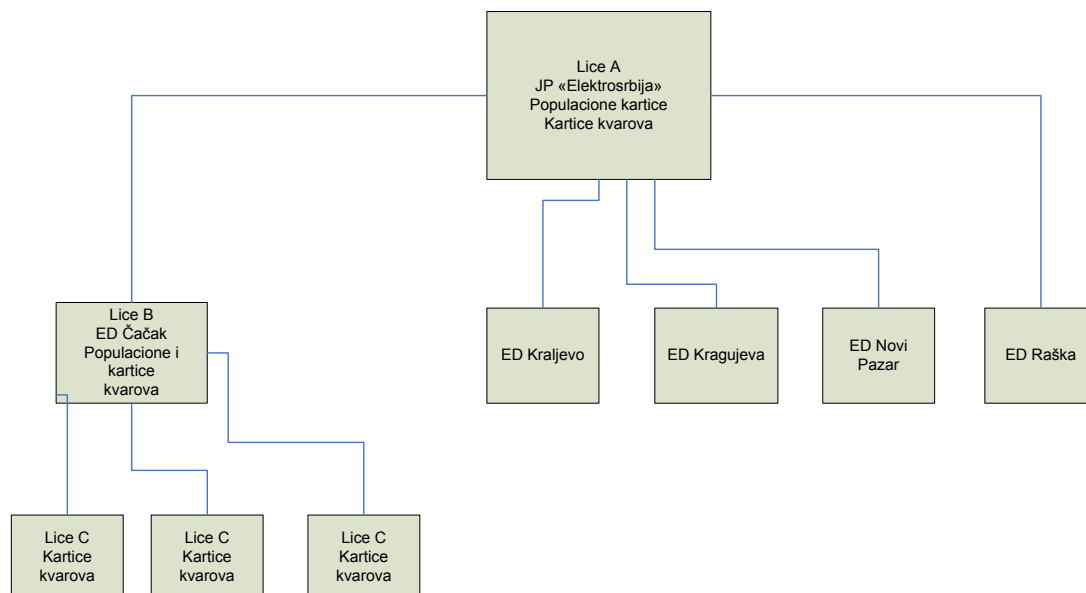
- Da podatke obradi statistički i analizira ih u toku četvorogodišnjeg perioda, sa ciljem utvrđivanja trendova,
- Da definiše Excel templejt sa pitanjima, koji može da se koristi na samo za potrebe ankete, već i u normalnom radu elektroprivrednih preduzeća,
- Da uporedi nove sa rezultatima ranijih anketa,
- Da omogući da se dobiju podaci koji se mogu koristiti u studijama pouzdanosti,
- Da obuhvati podatke o starosti opreme i njenom uticaju na pouzdanost, i
- Da obuhvati podatke o strategijama održavanja.

Anketa je završena u decembru 2007. godine. Iz Srbije, u anketi su učestvovali stručnjaci iz dva preduzeća – „Elektromreže Srbije“ i „Elektrodistribucije Beograd“. U ovim preduzećima postoje detaljnije baze podataka o opremi i kvarovima, što je bio logičan preduslov za učestvovanje u anketi. Korist od ankete je dvostruka. Prva korist je što su na svetskom nivou sakupljeni podaci o populaciji opreme i kvarovima. Trenutno se podaci obrađuju, a rezultati ankete biće objavljeni u nekoj od CIGRE publikacija. U Srbiji su objavljena dva referata [2], [3] sa rezultatima u toku prve tri godine ankete. Referati pokazuju da se iz sakupljenih podataka može dobiti obilje podataka o kvarovima i pouzdanosti opreme. Druga korist od ankete je što ona predstavlja primer informacionog sistema, sprovedenog na svetskom nivou, koji elektrodistributivna preduzeća mogu da koriste u svakodnevnom radu. Međutim, ciljevi ankete i analizirana oprema nisu potpuno u skladu sa opremom u distributivnim preduzećima. Analizirana je samo oprema napona iznad 60 kV. Zatim, analizirana je samo određena vrsta opreme (SF6 prekidači, rastavljači, merni transformatori i SF6 postrojenja). Do izvesnog broja podataka koji se zahtevaju u anketi relativno teško se dolazi u našim uslovima, što deluje odbojno i frustrirajuće na potencijalne korisnike.

Zbog toga je u ovom radu prikazana osnovna ideja o informacionom sistemu za prikupljanje populacionih podataka i podataka o kvarovima, bazirana na završenoj CIGRE anketi, ali primerena našim uslovima. Koliko je autoru poznato, u distributivnim preduzećima u Srbiji aktivnost prikupljanja podataka o kvarovima i populaciji nije bila izvođena na način koji će biti predložen u radu.

2. ORGANIZACIJA SAKUPLJANJA PODATAKA O POPULACIJI OPREME I KVAROVIMA

Organizacija sakupljanja podataka isključivo je hijerarhijska, a komunikacija računarska. Šema je prikazana na sl. 1. Kao primer je uzeto JP „Elektrosrbija“ Kraljevo.



Sl. 1 Organizaciona šema prikupljanja podataka na primeru JP „Elektrosrbija“ Kraljevo

Postoje tri nivoa. Na najnižem nivou su pripadnici ekipe koja otklanja kvar ili obavlja zamenu opreme u slučaju velikog kvara. Ovi pripadnici označeni su sa C. Oni su zaduženi isključivo za popunjavanje upitnika o kvaru, što je, ustvari, Excel templejt. Oni se ne bave populacionim karticama, već samo

kvarovima. Za svaki kvar popunjava se posebna kartica, dok se populaciona kartica za određenu vrstu opreme popunjava samo jedanput godišnje. U nekim slučajevima templejt odštampan na papiru može se popuniti ceo na mestu kvara, kada je očigledno o kakvom se kvaru radi. U drugim slučajevima, kada se kvar analizira kasnije, lice C treba da popuni sve podatke koje zna, a da formular, zajedno sa detaljnim opisom kvara na posebnom papiru, preda licu B. Lice B treba da popuni Excel templejt, sačuva kopiju kod sebe, a jedan fajl da pošalje licu A. Lice A zaduženo je za sve populacione kartice i sve kartice kvarova na nivou celog preduzeća „Elektrosrbija“. Komunikacija je putem e-mejla, a dodatak (Attachment) je zipovana (ili nezipovana) kartica kvara ili populaciona kartica. Na taj način lice A dobija sve populacione kartice iz ED Čačak, ED Kraljevo, ED Kragujevac, ED Novi Pazar itd. Zatim ih obrađuje na nivou preduzeća. Komuniciraju samo lice C sa licem B ili lice B sa licem A. Lice B u Čačku dobija podatke od svoje ekipe (lice C), unosi podatke u templejt, čuva kopiju kartice za sebe (radi analize u ED Čačak) i prosleđuje karticu licu A.

Templejt mora biti tako napravljen da su dati odgovori na sva pitanja. Lica A, B i C definisana su imenom, brojem telefona i e-mejлом.

Populacionu karticu za određenu vrstu opreme (npr. prekidači) popunjava u Čačku lice B, koje je inače zaduženo za kvarove i pouzdanost. To je u svakom elektrodistributivnom preduzeću isključivo jedan čovek. On može da analizira podatke o kvarovima u ED Čačak, što mu je i do sada bio posao, ali karticu prosleđuje licu A, koje ima podatke za celo preduzeće „Elektrosrbija“.

3. IZGLED POPULACIONE KARTICE

Populaciona kartica prikazuje broj komada pojedine opreme, uvažavajući određenu klasifikaciju. Ovakve kartice neophodne su za određivanje pokazatelja pouzdanosti. Predlaže se populaciona kartica koja se sastoji od dva dela. U prvom (Tabela 1) su podaci o licu koje popunjava populacionu karticu. Ono treba da upiše podatke zbog mogućnosti komunikacije i zbog odgovornosti. U Tabeli 1 prikazani su podaci koje u prazna polja treba upisati. Podaci na desnoj strani upisani su podaci.

Tabela 1: Podaci o osobi koja popunjava karticu

Ime korisnika	ED Čačak
Kontakt ime za populacionu karticu	Petar Petrović
Telefon	032 123 456
e-mail	petar.petrovic@ed.co.yu
Datum popunjavanja	04. 12. 2007.

Sa desne strane treba dodati još kolona, prema uzorku kao u tabeli. U ovoj tabeli nisu dodate jedino zbog nedostatka prostora. Na Excel stranici to nije problem jer je broj raspoloživih kolona veoma veliki. Tabela pokazuje sledeće: u prvoj vrsti prikazani su prekidači naznačenog napona $U_n=12$ kV, (glavna funkcija: prekidač), prekidači su malouljni, u dalekovodnom su polju, sa porcelanskim kućištem i na otvorenom prostoru. Pet takvih prekidača je ugrađeno pre 1979. godine, 10 je ugrađeno između 1979 i 1983. godine, 12 između 1984 i 1988. godine, itd. Treba popuniti i ostale vrste.

U Tabeli 2 upisuje se broj komada opreme sa odgovarajućim svojstvom (naznačeni napon, tip kućišta, lokacija itd).

Tabela 2

Naznačeni napon	Glavna funkcija	Tip	Vrsta pogona	Pogonski mehanizam	Tip kućišta	Lokacija	Broj prekidača ugrađenih u periodu				
1:7,2kV 2:12kV 3:24kV 4:38kV 5:123 kV	1:prekidač 2:sklopka	1:malouljni 2:vakuumski 3:SF6 4:vazdušni 5:sklopka	1:nadzemni vod 2:Transf. 3:Kabl 4:Prigušnica 5:Konden. baterija 6:Spojno polje 7:Drugo	1:Op ružni 2:pn eumat 3:ele ktro magnetni 4:hid raulič ki 5:ruč ni 6:ele ktro motorni 7:ma gnet ni	1:P orc elan 2:G IS jed nop olno 3:G IS trop olno 4:m etalni oklop (De ad Tank)	1:unutra 2:Otvoreni Prostor 3:GIS unutra 4:GIS van	Pre 1979	1979-1983	1984-1988	1989-1993	nepoznato
2	1	1	1	1	1	2	5	10	12	15	20

4. KARTICA KVARA VISOKONAPONSKOG PREKIDAČA

U kartici kvara kvar treba da bude opisan dovoljno detaljno, ali da postupak nije preterano težak. Kada su poznati podaci o kvaru, zahtevani u ovom templejtu, on se ispunjava za oko 10 minuta. U nastavku će biti predložen sadržaj te kartice, vodeći računa o standardu [4], templejtu korišćenom u CIGRE anketi, kao i dostupnosti podataka u našim uslovima. Odgovori u templejtu biraju se u padajućim menijima ili praznim poljima, a poneki odgovori daju se overom polja u kvadratiću (gde može biti više odgovora). Zbog nedostatka prostora u referatu, neki odgovori će biti navedeni vodoravno, dok su u templejtu svi odgovori prikazani vertikalno.

Ime korisnika:
Kontakt ime za karticu kvara:
Telefon:
E-mail:
Datum popunjavanja:
Identifikacijski broj korisnika

ED Čačak
Petar Petrović
032 123 456
petar.petrovic@ed.co.yu
09. 04. 2008.
P_2007_Ča_001

1. Funkcija

1.1 Glavna funkcija:
Prekidač Sklopka

2. Identifikacija prekidača ili sklopke

2.1 Naznačeni napon
7,2 kV 12 kV 24 kV 38 kV 123 kV

2.2 Vrsta pogona
Prekidač u dalekovodnom polju
Prekidač u trafo polju
Prekidač za uključenje i isključenje kabla
Prekidač za uključenje i isključenje prigušnice
Prekidač za uključenje i isključenje kondenzatorske baterije
Prekidač u spojnom polju
Drugo

2.3 Pogonski mehanizam
Opružni Pneumatski Elektromagnetni Hidraulički Ručni Elektromotorni Magnetni

2.4 Tip kućišta
Nemetalno kućište GIS – jednofazni GIS – trofazni Metalni (Dead Tank, ne u GIS-u)

2.5 Lokacija
Unutra Na otvorenom prostoru GIS – unutra

3. Istorija prekidača u kvaru

3.1 Godina puštanja u rad godina: _____ nepoznata
3.2 Datum kvara mesec: _____ godina: _____
3.3 Datum zadnjeg održavanja: mesec: _____ godina: _____ nepoznat
3.4 Datum zadnjeg remonta: mesec: _____ godina: _____ nepoznat
3.5 Broj operacija od dana puštanja u pogon: broj: _____ nepoznat

4. Klasifikacija kvar

Mali kvar Veliki kvar

4.1 Opis kvara za mali kvar
Ispuštanje vazduha ili ulja u pogonskom mehanizmu
Malo isticanje SF6 gasa
Promene u mehaničkim karakteristikama
Promene u električnim karakteristikama
Promene u funkcionalnim karakteristikama pomoćnih i komandnih kola
Mala mehanička oštećenja izolatora

4.2 Opis kvara za veliki kvar
Ne uključuje na komandu
Ne isključuje na komandu
Uključuje bez komande
Isključuje bez komande
Ne vodi struju
Proboj prema zemlji u uključenom stanju
Proboj prema zemlji za vreme uključenja
Proboj prema zemlji u isključenom stanju
Proboj prema zemlji za vreme isključenja
Proboj između polova u uključenom stanju
Proboj između polova za vreme uključenja
Proboj između polova u isključenom stanju
Proboj između polova za vreme isključenja
Proboj na jednom polu (unutrašnji) za vreme uključenja (ne vodi struju)
Proboj na jednom polu (unutrašnji) u isključenom stanju
Proboj na jednom polu (unutrašnji) za vreme isključenja (ne prekida struju)
Proboj na jednom polu (spoljašnji) za vreme uključenja
Proboj na jednom polu (spoljašnji) u isključenom položaju

Proboj na jednom polu (spoljašnji) za vreme isključenja
Blokira u uključenom ili isključenom položaju
Gubitak mehaničkog integriteta (mehaničko oštećenje raznih delova kao što su izolatori ..)
Drugo

5. Naprezanja koja su doprinela kvaru

5.1 Uslovi okoline (moguće je više odgovora)

Nema doprinosa
Temperatura preniska
Temperatura previsoka
Jak vetar
Kiša
Iznenadne promene temperature
Sneg, led, mraz
Korozivna atmosfera
Magla ili visoka magla
Zagađenje (uključujući prašinu)
Udar groma
Zemljotres
Poplava
Drugo

6. Komponenta ili podsklop odgovoran za kvar

Komponente na visokom naponu

- Glavni rasklopni elementi
- Pomoćni rasklopni elementi (za uključenje ili prekidanje) i otpornici
- Glavna izolacija prema zemlji (uključujući pogonske poluge, cevi i sl.)

Upravljačka i pomoćna strujna kola

- Kola za okidanje i zatvaranje
- Pomoćne sklopke i pripadajući pokretači (elementi za pokretanje)
- Kontaktori, releji, grejači, termostati, osigurači i ostale sklopke
- Uređaji za nadgledanje

Pogonski mehanizmi (uređaji za pokretanje)

- Kompresori, motori, pumpe, cevi, armature
- Akumulacija energije (akumulator, opruga)
- Upravljački elementi (neelektrični)
- Aktivator i amortizer
- Mehanički prenos (kao deo radnog mehanizma)
- Drugo

Kinematički lanci (mehanički prenosni elementi između radnog mehanizma i prekidnog elementa)

7. Glavni uzrok

Uzrok opažen pre stavljanja u pogon

Greška u konstrukciji
Inženjerski kvar (odgovoran korisnik)
Greška u proizvodnji (loša kontrola kvaliteta)
Neispravan transport ili montaža na terenu
Nedovoljna uputstva za transport, montažu i rad
Drugo

Uzrok nastao za vreme rada

Struja veća od naznačene
Napon često iznad dozvoljenog
Sklopni prenaponi veći od dozvoljenih
Atmosferski prenaponi veći od dozvoljenih
Prevelika mehanička naprezanja
Uslovi okoline iznad dozvoljenih
Korozija
Pohabanost/starost
Električni kvar na susednoj opremi
Mehanički kvar na susednoj opremi
Ljudska greška
Neispravno održavanje
Oštećenja usled spoljašnjih razloga (životinje, ptice, ljudi i sl.)

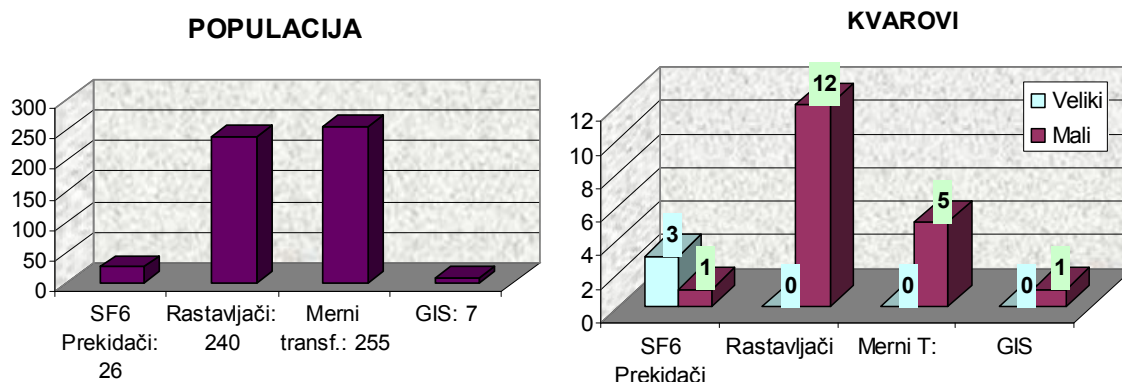
Nepoznati uzroci

8. Popravka

Popravka prekidača na terenu
Popravka u fabrici ili radionici
Zamena prekidača u kvaru drugim prekidačem
Dopuna gasa
Vraćanje u pogon bez popravke

5. REZULTATI ANKETE U „ELEKTRODISTRIBUCIJI BEOGRAD“ ZA 2007. GODINU

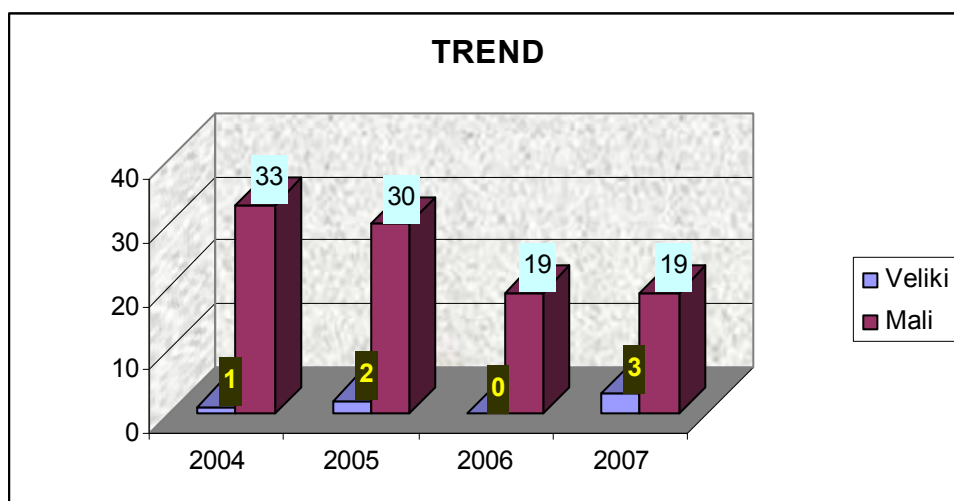
Na sl. 2 prikazana je populacija opreme analizirane u anketi u toku 2007. godine. Anketa je sprovedena u „Elektrodistribuciji Beograd“. Prema anketi, analizirani su samo SF6 prekidači. Sva oprema je naponskog nivoa 110 kV.



Sl. 2 Populacija opreme (levo) i broj kvarova (desno)

Kod 110 kV SF6 prekidača (svi su u metalom oklopljenim postrojenjima) bio je samo jedan mali kvar – malo isticanje gasa, za razliku od ranijih godina, kada je isticanja gasa bilo mnogo više [3]. Razlog je taj što je na većini problematičnih postrojenja izvršen remont. Međutim, bila su tri velika kvara vezana za prskanje grafitne membrane na tri prekidača u postrojenju „Slavija“.

Kod rastavljača, mernih transformatora i postrojenja nije bilo velikih kvarova. Malih kvarova rastavljača bilo je 12. Od toga samo dva (isticanje gasa) u metalom oklopljenim postrojenjima, šest kvarova su zagrevanje kontakata na starim rastavljačima, a ostalo promene u mehaničkim karakteristikama ili električni kvarovi u komandnim kolima. U postrojenjima je bilo jedno malo isticanje gasa na provodnom izolatoru, a na mernim transformatorima su bila tri isticanja gasa, jedno oštećenje izolatora i jedan slab spoj na primaru (zagrevanje). Generalno, pouzdanost opreme u „Elektrodistribuciji Beograd“ je visoka. Na sl. 3 prikazan je broj kvarova u toku sve četiri godine ankete.



Sl. 3 Broj kvarova u toku četiri godine ankete

6. ZAKLJUČCI

U poslednje četiri godine sprovedena je svetska anketa o populaciji i kvarovima SF6 prekidača, SF6 gasom izolovanih postrojenja, kao i rastavljača i mernih transformatora svih vrsta. U anketi su učestvovali i stručnjaci iz Srbije. Osim prikupljenih podataka, koji će omogućiti detaljnu analizu pouzdanosti navedene opreme, velika korist od ankete je informacioni sistem za prikupljanje podataka, veoma uspešan na globalnom nivou. Ovaj sistem može se prilagoditi potrebama elektrodistributivnih preduzeća.

U ovom radu prikazana je ideja da se informacioni sistem za prikupljanje podataka o populaciji i kvarovima prilagodi uslovima u našim distributivnim preduzećima. Prikazan je organizacioni aspekt informacionog sistema, kao i Excel templejt koji se sastoji od dva dela – populacione kartice i kartice kvara. Prilagođavanje templejta izvedeno je na osnovu četvorogodišnjeg rada autora na ovoj anketi. Primena ovog informacionog sistema mogla bi da donese veliku korist menadžmentu preduzeća u upravljanju imovinom i tehničkim licima zaduženim za pouzdanost opreme.

7. LITERATURA

1. Radna grupa CIGRE 13-06: CIGRE_reliability_rev08, Microsoft Office Excel templejt korišćen u međunarodnoj CIGRE anketi 2004.-2007.god., dostupan preko CIGRE Srbija, STK A3, www.jukocigre.org.yu,
2. S. Stojković, Z. Nedeljković: Eksploataciono iskustvo i pouzdanost rastavljača, mernih transformatora, SF6 prekidača 110 kV, 220 kV i 400 kV u JP „Elektromreža Srbije“ u toku 2004.-2006. godine, 28. Savetovanje JUKO CIGRE 30. septembar-05. oktobar 2007., Vrnjačka Banja, R A3-08, str. 379-386,
3. S. Stojković, L. Radić: Rezultati rada na međunarodnoj CIGRE anketi o kvarovima visokonaponske opreme u JP „Elektrodistribucija Beograd“ u toku 2004.-2006. godine, 28. Savetovanje JUKO CIGRE 30. septembar-05. oktobar 2007., Vrnjačka Banja, R A3-07, str. 371-378,
4. JUS IEC 1208/1995: Visokonaponski prekidači naizmjenične struje, UPUTSTVO ZA ODRŽAVANJE,
5. IEC 60694: IEC 191-07-10 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service.

ZAHVALNOST

Autor se najljubaznije zahvaljuje Ministarstvu za nauku Republike Srbije za finansijsku podršku projekta TR-17001 “Pouzdanost deregulisanih distributivnih sistema“.