

APLIKACIJA ZA IZRAČUNAVANJE PARAMETARA POUZDANOSTI

Aleksandar Krstić*, PD "Jugoistok" d.o.o. Niš, Srbija
Saša Stanojević, PD "Jugoistok" d.o.o. Niš, Srbija

UVOD

Kvalitet distribucije električne energije podrazumeva:

- kvalitet usluga,
- pouzdanost napajanja kupaca električnom energijom i
- kvalitet električne energije.

Regulatorno telo (Agencija za energetiku Republike Srbije), u skladu sa praksom razvijenih zemalja i deregulacijom elektroprivrede u Srbiji, propisivaće ciljne vrednosti pokazatelja kvaliteta distribucije električne energije, pa samim tim i pokazatelja pouzdanosti napajanja kupaca električnom energijom. Uz to, propisaće se i mehanizam podsticaja/penala na osnovu koga se distributivnom preduzeću povećava ili smanjuje prihod, odnosno nameće obaveza nadoknade štete kupcima. Obim novčanih sredstava za kažnjavanje i nagrađivanje neće biti mali. U zemljama gde je ovaj mehanizam uveden, kreće se do nekoliko procenata prihoda distributivnih kompanija.

Ovo je verovatno najvažniji, ali ne i jedini, razlog za kreiranje aplikacije kojom bi se uniformno pratili prekidi i računali parametri pouzdanosti električne energije.

PARAMETRI POUZDANOSTI

Parametri pouzdanosti isporuke električne energije, koji su već odabrani za praćenje od strane Agencije za energetiku Republike Srbije, su:

- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) - prosečna učestanost prekida po kupcu
- SAIDI (System Average Interruption Duration Index) - prosečno trajanje prekida po kupcu
- CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) - prosečno trajanje jednog prekida

Parametri pouzdanosti SAIFI, SAIDI i CAIDI definišu se izrazima:

$$SAIFI = \sum_i f_i \frac{N_i}{N}$$

$$SAIDI = \sum_i D_i \frac{N_i}{N}$$

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

*Zetska 4, 18000 Niš, 064/83-13-100, aleksandar.krstic@jugoistok.com

gde je:

f_i - učestastanost prekida

D_i - vreme trajanja prekida

N_i - broj kupaca bez napajanja usled prekida

N - ukupan broj kupaca

OPŠTE O APLIKACIJI ZA IZRAČUNAVANJE PARAMETARA POUZDANOSTI

Aplikacija za izračunavanje parametara pouzdanosti je zamišljena kao Web aplikacija koja će raditi na korporativnoj računarskoj mreži Jugoistoka. Imaće jedinstvenu bazu podataka na serveru kojoj će svi unutar Jugoistoka moći da pristupe. Kroz korisničke grupe daće se prava korisnicima za korišćenje samo određenih funkcija aplikacije i samo određene grupe podataka iz baze. Dispečeri će biti jedini nadležni za unos elemenata prekida ali samo za EEO njihovog ogranka. Biće onemogućeno da bilo ko iz distributivnog ogranka može da vidi bilo kakve podatke o mreži ili o prekidima koji se tiču nekog drugog ogranka, ali će zato menadžment i nadležne službe direkcija Jugoistoka imati pravo uvida u prekide svih ogranka.

Sa ovakvom postavkom aplikacije biće omogućeno njeno lako održavanje, pouzdano čuvanje podataka, jer će se konstantno praviti rezervna kopija baze prekida i podataka o mreži, i laka integracija sa ostalim sistemima, poput GIS-a i DMS-a. Upravo integrisana sa pomenutim sistemima, aplikacija bi mogla potpuno automatizovati izračunavanje broja kupaca koji su ostali bez napajanja usled prekida što je najbitniji podatak za računanje parametara pouzdanosti.

Od GIS-a bi se preuzimao podatak o broju kupaca na trafostanicama TS 10/0,4kV koje su ostale bez napajanja, dok bi se od DMS sistema preuzimala informacija o trenutnoj konfiguraciji mreže na srednjem naponu. Aplikacija će svakako biti kreirana tako da se lako može izvršiti ovakav vid integracije kada se za to stvore uslovi, međutim činjenica je da niti je DMS, niti GIS sistem, u potpunosti spreman da odgovori zahtevima aplikacije. GIS sistem je pokrio 30% konzumnog područja Jugoistoka (mada je samo u ogranku ED Niš uneto već preko 70% mreže u trenutku pisanja ovog rada) ali će svakako biti izvršena integracija već u prvoj fazi izrade aplikacije uz mogućnost ručnog unosa broja kupaca trafostanica koje nisu pokrivena GIS-om.

Sa druge strane, dok se ne izvrši integracija sa DMS sistemom, kroz aplikaciju će se omogućiti da se prilikom izbora neke trafostanice, ili izvoda na kojem se desio prekid, ponudi spisak trafostanica 10/0,4kV koje se u redovnom uklopnom stanju napajaju sa izabrane trafostanice ili izvoda. Dispečer će najčešće izvršiti odmah verifikaciju liste ponuđenih trafostanica 10/0,4kV, ili će eventualno dodati ili obrisati sa liste neke od trafostanica, u skladu sa trenutnom konfiguracijom srednjenaponske mreže, odnosno odstupanjem od redovnog uklopnog stanja. Broj kupaca koji je ostao bez napajanja će sama aplikacija generisati, sumiranjem broja kupaca po trafostanicama sa prethodno pomenute liste trafostanica 10/0,4kV.

ULAZNI PODACI

Aplikacija za izračunavanje parametara pouzdanosti će imati dve grupe ulaznih podataka. Prvu grupu predstavljaju podaci o distributivnom elektroenergetskom sistemu koji će se jednom uneti a kasnije inovirati periodično. Drugu grupu predstavljaju ulazni podaci o prekidima koji će se stalno unositi u dispečerskim centrima.

Na posebnoj masci će se omogućiti unos i inoviranje trafostanica i srednjenaponskih izvoda, kao i broja kupaca po trafostanicama 10/0,4kV. Izvršiće se integracija sa GIS-om, odakle će se automatski izvlačiti broj kupaca po trafostanicama 10/0,4kV, ali će se svakako omogućiti i ručni unos. Takođe, mora se dodati i informacija uz svaku TS 10/0,4kV sa koje se trafostanice 110/10 ili 35/10kV i sa kog pripadajućeg izvoda 10kV, u redovnom uklopnom stanju, napaja.

Napraviće se liste TS 110/35kV sa pripadajućim izvodima 35kV i liste TS 110/10 i 35/10kV sa pripadajućim izvodima 10kV. Uz TS 35/10kV pridodaće se informacija sa koje TS 110/35kV i sa kog izvoda 35kV se, u redovnom uklopnom stanju, napaja. Uz to, moraju se znati i svi centri upravljanja

koje u nekoj od varijanti konfiguracije mreže može da napaja predmetna TS 110/35, 110/10 ili 35/10kV.

Svi prekidi se moraju pratiti po fazama. Svaka rekonfiguracija mreže, zbog prenapajanja jednog dela kupaca pogođenih prekidom, se mora evidentirati.

Ulazni podaci o prekidu koje će unositi dispečer su:

1. **Vreme nastanka prekida (ili faze prekida)**
2. **Vreme završetka prekida (ili faze prekida)**
3. **Snaga u trenutku prekida** - Vrednost koju dispečer upisuje iz SCADA ili DMS sistema na mestu prekida
4. **Vrsta prekida** - planirani / neplanirani
5. **Uzrok prekida** - distribucija / drugi energetski subjekt / treća strana / viša sila / ostalo / nepoznato
6. **Centar upravljanja** - Aplikacija će automatski prepoznavati pripadnost korisnika centru upravljanja (DDC, PDC ili ODC)
7. **Trafostanica kao izvor prekida** - Biće ponuđen spisak svih trafostanica, bez obzira na vlasništvo, kojima upravlja određeni centar upravljanja
8. **Izvod kao izvor prekida** - Biće ponuđen spisak svih izvoda samo odabrane trafostanice
9. **Tip EEO** - energetski transformator / rasklopni uređaj / sabirnice / merni i zaštitni transformator / osigurači / kablovski vod / nadzemni vod / ostalo / nepoznato
10. **Naponski nivo izvora prekida** - 110kV / 35kV / 10kV / 0,4kV
11. **Opis i razlog nastanka prekida u napajanju**
12. **Delovanje zaštite** - prekostrujna / kratkospojna / zemljospojna / diferencijalna / Buholc / kontakti termometar ili termoslika / zaštita od preopterećenja / ZS + ZOP / ostalo / nepoznato
13. **Broj dozvole za rad**

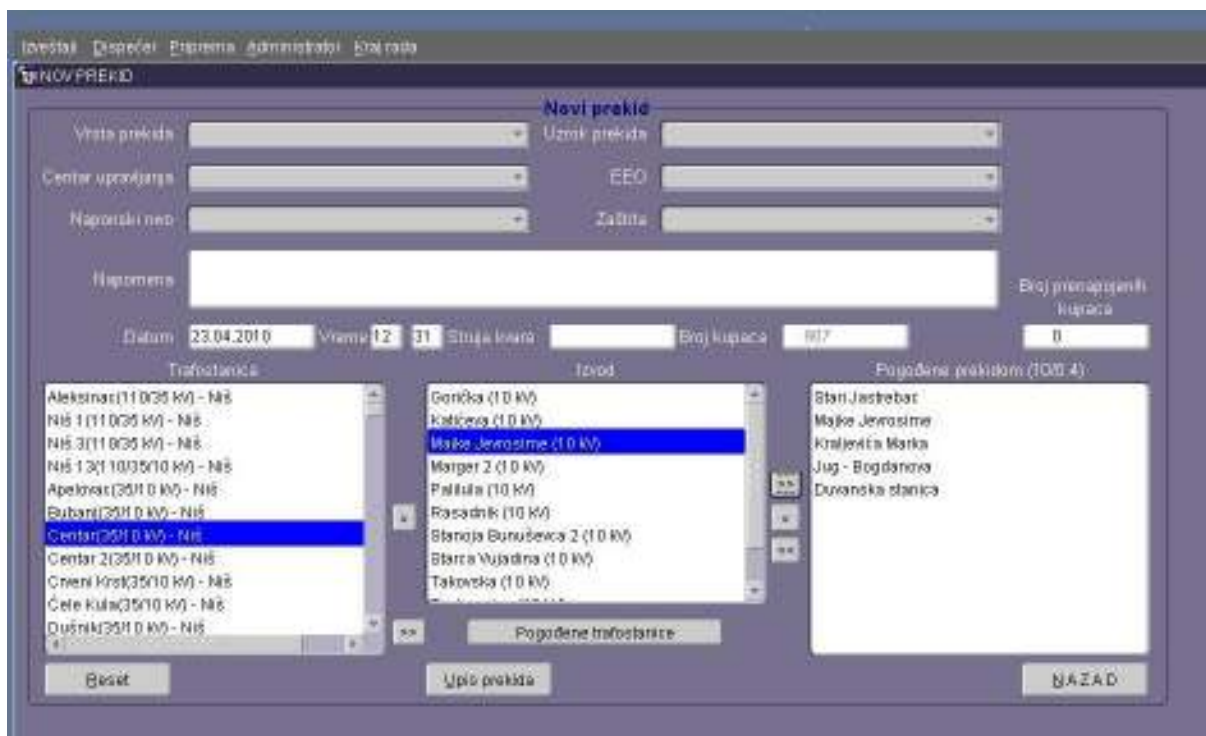
Centar upravljanja mora biti u skladu sa Uputstvom o dispečerskom upravljanju:

1. PDC Zaječar
 - ODC Knjaževac,
 - ODC Bor,
 - ODC Negotin,
 - ODC Majdanpek,
 - ODC Kladovo,
2. PDC Niš
 - ODC Aleksinac
3. PDC Piroć
4. PDC Prokuplje
 - ODC Kuršumlija
5. PDC Leskovac
 - ODC Surdulica
 - ODC Lebane
 - ODC Vlasotince
6. PDC Vranje

Za svaku fazu prekida biraće se sa ponuđene liste TS 10/0,4kV koje su ostale bez napajanja, dok će se broj kupaca automatski sumirati i upisivati. Ukoliko se izabere trafostanica višeg naponskog nivoa ili neki od srednjenaponskih izvoda kao izvor prekida, automatski će se izdvojiti sve trafostanice 10/0,4kV koje se u redovnom uklopnom stanju napajaju sa nje, ali će se pritom omogućiti obavezna verifikacija takvog stanja uz eventualne korekcije u smislu dodavanja novih TS 10/0,4kV ili brisanja selektovanih.

Automatskim generisanjem centra upravljanja, prilikom unosa podataka o prekidu, izolovaće se dalje u izboru samo one trafostanice koje su vezane za predmetni centar upravljanja. Tek nakon izbora trafostanice kao izvora prekida, omogućava se padajuća lista izvoda izabrane trafostanice. Za razliku od trafostanice, koja se mora uneti, izvod kao izvor prekida ne mora biti unet, čime se smatra da je u samoj trafostanici izvor prekida i da su svi izvodi pogođeni prekidom.

Svaka faza prekida će se upisivati u bazu odmah nakon unosa i na taj način će se omogućiti svim korisnicima aplikacije trenutni uvid u zbivanja na distributivnoj mreži. Uz svaki prekid se može naknadno dodavati proizvoljan broj faza usled rekonfiguracija mreže. Prilikom svake faze jednog prekida mogu se menjati podaci i o prethodnim fazama prekida. Onog trenutka kada se vrati dozvola za rad dispečeru, on će imati mogućnost zatvaranja prekida unosom zadnje faze prekida. Do tog trenutka prekid će se u izveštajima označavati da bi se razlikovao od završenih prekida. Nakon zatvaranja prekida, onemogućiće se dispečerima bilo kakva promena podataka o prekidu.



Slika 1 - Izbor trafostanice ili izvoda kao izvora prekida

Prilikom izračunavanja parametra SAIFI, N_i predstavlja broj kupaca bez napajanja prilikom nastanka prekida. Ne uvažavaju se, pri proračunu ovog parametra, dalje faze prekida usled rekonfiguracija mreže.

Prilikom izračunavanja parametra SAIDI, N_i predstavlja broj kupaca bez napajanja u svakoj fazi prekida, kako za nastanak, tako i za sve dalje rekonfiguracije, odnosno sumiraju se proizvodi broja kupaca N_i i dužine trajanja D_i za sve faze prekida, pa se na kraju sve to deli sa ukupnim brojem kupaca N .

KORISNIČKE GRUPE

Korisnici aplikacije za izračunavanje parametara pouzdanosti biće razvrstani u četiri korisničke grupe: Dispečeri, Izveštaji, Priprema i Admin. Pripadnost nekoj od grupa sistem će automatski prepoznati nakon logovanja korisnika.

1) Grupa Dispečeri

Grupa jedina nadležna za unos podataka o prekidima. Svaki centar upravljanja će biti nadležan za unos podataka o prekidima isključivo na svom području. Onemogućiće se da dispečeri jednog centra upravljanja mogu da prozovu nezavršeni prekid kreiran u drugom centru upravljanja. Sa druge strane, ova grupa će imati pravo pregleda izveštaja o prekidima svog područja i područja hijerarhijski nižeg centra upravljanja.

2) Grupa Izveštaji

U ovoj grupi će biti najviše korisnika i omogućiće se samo pravo pregleda izveštaja o prekidima. Korisnicima unutar jednog distributivnog ogranka biće onemogućen pregled izveštaja o prekidima nekog drugog distributivnog ogranka. Jedino će korisnicima iz DDC-a i menadžmentu direkcija Jugoistoka biti omogućen pregled grupnih izveštaja o prekidima za sve ogranke.

3) Grupa Priprema

Ova grupa će imati pravo unosa i periodičnih izmena podataka o trafostanicama, izvodima, broju kupaca po traforeonima, kreiranja redovnog uklopnog stanja... Unutar svakog ogranka će postojati odgovorno lice za ažuriranje ovih podataka.

4) Grupa Admin

Osim tri pomenute grupe, na nivou Direkcije za upravljanje Jugoistoka kreiraće se grupa Admin koja će imati sva gore navedena prava. Osim toga, imaće pravo administriranja aplikacijom i bazom podataka o prekidima.

IZVEŠTAJI

Aplikacija će omogućavati kreiranje izveštaja o prekidima na osnovu sledećih kriterijuma:

1. **Centar upravljanja** - Mora biti unet.
2. **Period** - Mora biti unet.
3. **Naponski nivo** - Biraće se jedan ili više naponskih nivoa za koje se traži izveštaj.
4. **Vrsta prekida** - Ako se ne unese ništa, podrazumevaće se za sve vrste prekida.
5. **Uzrok prekida** - Ako se ne unese ništa, podrazumevaće se za sve uzroke prekida.
6. **Tip EEO** - Ako se ne unese ništa, podrazumevaće se za sve tipove EEO.
7. **Naziv TS** - Ako se ne unese ništa, podrazumevaće se za sve trafostanice.
8. **Naziv izvoda** - Pojavljuje se tek nakon izabrane trafostanice. Ako se ne unese ništa, podrazumevaće se za sve izvode.

Извештај о прекидима у напајању

Центар управљања	<input type="text"/>	Врста прекида	<input type="text"/>
Период	<input type="text"/>	Узрок прекида	<input type="text"/>
Напонски ниво	<input type="text"/>	Назив ТС	<input type="text"/>
Тип ЕЕО	<input type="text"/>	Назив извода	<input type="text"/>

Напонски ниво: 110kV

Редни број	Трајање прекида			Број купаца	Назив ТС	Назив извода	Врста прекида	Узрок прекида	Струја (снага)	Тип ЕЕО	Деловање заштите	Опис и разлог прекида у напајању	Дозвола за рад
	Почетак	Крај	Укупно										
1/1													
1/2													
...													
1/Р													
2/1													

Напонски ниво: 35kV

Редни број	Трајање прекида			Број купаца	Назив ТС	Назив извода	Врста прекида	Узрок прекида	Струја (снага)	Тип ЕЕО	Деловање заштите	Опис и разлог прекида у напајању	Дозвола за рад
	Почетак	Крај	Укупно										
1/1													
1/2													
...													
1/Р													
2/1													

Напонски ниво: 10kV

Редни број	Трајање прекида			Број купаца	Назив ТС	Назив извода	Врста прекида	Узрок прекида	Струја (снага)	Тип ЕЕО	Деловање заштите	Опис и разлог прекида у напајању	Дозвола за рад
	Почетак	Крај	Укупно										
1/1													
1/2													
...													
1/Р													
2/1													

Slika 2 - Izveštaj o prekidima u napajanju

Za kriterijum pretrage po centru upravljanja, naponskom nivou, periodu, vrsti prekida, uzroku prekida i tipu EEO, prilikom računanja parametara pouzdanosti, N će predstavljati ukupan broj kupaca distributivnog ogranka, odnosno zbir kupaca po TS 10/0,4kV izabranog centra upravljanja.

Ako se, pored gore pomenutih kriterijuma pretrage, uključi i pretraga po trafostanici ili trafostanici i izvodu, prilikom računanja parametara pouzdanosti, N će predstavljati zbir kupaca po TS 10/0,4kV koje se, u redovnom uklopnom stanju, napajaju sa izabrane trafostanice ili izvoda. Ovo će neminovno uneti određenu grešku pri izračunavanju parametara pouzdanosti za trafostanice 110/X i 35/10kV i srednjenaponske izvode, naročito u gradskim mrežama, zbog mogućih rekonfiguracija mreže koje menjaju broj kupaca koji se napajaju sa izabrane trafostanice ili izvoda. Ali, i pored toga, ovakvi parametri pouzdanosti mogu biti veoma korisni prilikom donošenja odluka o investiranju u distributivni elektroenergetski sistem ili kreiranju planova o održavanju.

Извештај о параметрима поузданости

Центар управљања	<input type="text"/>	Врста прекида	<input type="text"/>
Период	<input type="text"/>	Узрок прекида	<input type="text"/>
Напонски ниво	<input type="text"/>	Назив ТС	<input type="text"/>
Тип ЕЕО	<input type="text"/>	Назив извода	<input type="text"/>

Просечно трајање прекида напајања по купцу	SAIDI	<input type="text"/>	(минута по купцу)
Просечна учестаност прекида по купцу	SAIFI	<input type="text"/>	(прекида по купцу)
Просечно трајање једног прекида	CAIDI	<input type="text"/>	(минута по прекиду)

Slika 3 - Izveštaj o parametrima pouzdanosti

Pretragom prekida po gore pomenutim kriterijumima mogu se dobiti izveštaji kojima se mogu uočiti razne nepravilnosti u radu distributivnog elektroenergetskog sistema. Mogu se, na primer, utvrditi elementi mreže, izvodi ili trafostanice na kojima su kvarovi najčešći ili najduže traju i, u skladu sa tim, usmeriti pažnju službi održavanja na predupređenje takvih događaja i povećanje pouzdanosti napajanja kupaca električnom energijom. Parametri pouzdanosti bi trebali da budu najbitniji činioci u donošenju odluke o investiranju u elektrodistributivnu mrežu.

ZAKLJUČAK

Aplikacija za izračunavanje nudi bitna poboljšanja u procesu evidentiranja prekida u isporuci električne energije i korišćenja izveštaja o prekidima i parametrima pouzdanosti za razne analize u različitim delovima tehničkog sektora. Prekidi će se uniformno pratiti na teritoriji čitavog Jugoistoka i parametri pouzdanosti će se na isti način računati, tako da se mogu vršiti međusobna poređenja kvaliteta rada tehničkog sektora ogranaka, ili pogona unutar distributivnih ogranaka, ili se mogu vršiti poređenja kvaliteta rada jedne organizacione celine parametrima pouzdanosti za iste vremenske periode kroz različite godine.

Svi izveštaji, čak i za trenutno aktivne prekide, biće dostupni na bilo kom računaru korporativne mreže Jugoistoka kroz Web aplikaciju ali, naravno, u skladu sa dodeljenim korisničkim pravima. Na taj način se više neće gubiti na vremenu prilikom kreiranja grupnih izveštaja na osnovu dobijenih izveštaja iz hijerarhijski nižih centara upravljanja, već će se trenutno generisati i koristiti. Uz to menadžeri i radnici nadležni za odnose sa javnošću, zbog donošenja odluka i "brzih" informacija o stanju elektrodistributivne mreže, imaće trenutno validan izveštaj o prekidima na svom računaru za sve dispečerske centre, umesto izveštaja najčešće poslatih telefaksom iz prethodnog dana, kakva je sadašnja praksa. Ovo će naročito biti značajno u slučaju formiranja Call centra jer će to, uz podatke koji se mogu dobiti od GIS i DMS sistema, biti najtraženije informacije.

Primena izveštaja može biti različita, pa čak i u sektorima za logistiku, u slučaju sporova sa strankama gde je neophodno utvrditi prekid napajanja kupca u bilo kom vremenskom periodu, što će se jednostavnom pretragom dobiti iz arhive prekida.

Za potrebe Direkcije za distribuciju električne energije EPS-a i Agencije za energetiku Republike Srbije biće omogućeno automatsko generisanje tipskih izveštaja o parametrima pouzdanosti i izveštaja o prekidima. Neće biti potrebno više tražiti od nadležnih osoba iz PDC-a da svakog ponedjeljka dođu sat ranije na posao da bi pripremili nedeljne izveštaje koji su se morali u DDC-u obrađivati i dostaviti u 8⁰⁰ Direkciji za distribuciju električne energije EPS-a.

Dispečeri će, korišćenjem aplikacije, biti rasterećeniji jer će manje vremena trošiti na evidentiranje prekida i kreiranje izveštaja, pre svega zbog automatskog generisanja broja kupaca koji su ostali bez napajanja električnom energijom.

Aplikacija za izračunavanje parametara pouzdanosti će omogućiti po prvi put kreiranje arhive prekida koja će, pored ostalog, poslužiti za lake pretrage i analize parametara pouzdanosti raznih organizacionih celina i elektroenergetskih objekata.

Visoke vrednosti parametra SAIFI, u odnosu na prosek u Srbiji, za neplanirane prekide mogu ukazivati na neodgovarajuće održavanje trasa nadzemnih vodova, slab kvalitet stubova, izolatora i druge opreme. Kod kablovskih vodova mogu se takođe uočiti slaba mesta, poput kablovskih završnica, spojnica, neodgovarajućeg izbora preseka, trase i načina polaganja voda.

Visoke vrednosti parametra SAIDI za neplanirane prekide mogu ukazivati na neodgovarajuću efikasnost u otklanjanju kvara koja može biti prouzrokovana lošim radom službi za održavanje EEO i tehničkim sektorom u celini.

Visoke vrednosti parametara pouzdanosti kod planiranih prekida, u odnosu na prosek u Srbiji, ukazuju na potrebu reorganizacije u službama održavanja EEO i na potrebu racionalnijeg planiranja radova na mreži, kako bi se smanjio broj i trajanje prekida.

LITERATURA

1. Uputstvo o dispečerskom upravljanju (S3.2), 2008, prilog br. 10 (S3.2.10), strana 45
2. Stručni tim JP Elektroprivreda Srbije, 2008, Predlog za sistematsko prikupljanje, praćenje i obrađivanje podataka za izračunavanje pokazatelja pouzdanosti isporuke električne energije kupcima na konzumnom području privrednih društava za distribuciju električne energije
3. Tanasković M, Bojković T, Perić D, 2007, Distribucija električne energije, strana 345