

mr. sc. Viktor Lovrenčić, dipl. ing. el.
C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija
viktor.lovrencic@c-g.si

Gregor Štern, dipl. ing. el.
Elektro Gorenjska d.d. Kranj, Slovenija
gregor.stern@elektro-gorenjska.si

UTJECAJ ODRŽAVANJA MREŽE METODOM RADA POD NAPONOM NA POUZDANOST NAPAJSANJA: STUDIJSKI PRIMJER ELEKTRO GORENJSKA

SAŽETAK

Pouzdanost opskrbe karakterizira broj i trajanje prekida napajanja, a glavne karakteristike su vrsta prekida napajanja, trajanje svakog prekida odnosno pokazatelji prosječno trajanje prekida u sustavu (SAIDI) i prosječan broj prekida u sustavu (SAIFI) te broj kupaca obuhvaćenih prekidom. Pouzdanost opskrbe smatra se najvažnijim područjem kvalitete operatora distribucijskog sustava (ODS) te tom području kvalitete europska nezavisna nacionalna regulatorna tijela (NRT-ovi) posvećuju najviše pažnje. NRT-ovi razvijaju različite regulatorne instrumente, sustav minimalnih standarda pouzdanosti opskrbe ili mehanizme poticanja pouzdanosti opskrbe. Jedno od mogućih rješenja za sniženje SAIDI i SAIFI je uvođenje rada pod naponom (RPN). RPN direktno utječe na smanjenje broja planiranih prekida napajanja. U tvrtki Elektro Gorenjska (EG) su pristupili sustavnom planiranju obavljanja revizija SN trafostanica koristeći RPN. Prezentirani su utjecaji na pokazatelje pouzdanosti napajanja potrošača u razdoblju 2014. - 2017. i prednosti provedbe održavanja pomoću RPN na SN – čišćenje TS u tvrtki EG.

Ključne riječi: SAIDI, SAIFI, rad pod naponom, RPN, čišćenje TS metodom RPN na SN

THE INFLUENCE ON THE RELIABILITY OF THE POWER SUPPLY BY USING LIVE WORKING METHOD FOR NETWORK MAINTENANCE: STUDY EXAMPLE OF ELEKTRO GORENJSKA

SUMMARY

The reliability of the supply is characterized by the number and duration of the power outages, and the main characteristics are the type of power interruption, the duration of each interruption, i.e. the System Average Interruption Duration Index (SAIDI), the System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) and the number of disconnected customers. Reliability of supply is considered to be the most important area of the quality of the distribution system operator (DSO) and in this area of quality the European independent national regulatory bodies (NRBs) are paying most attention. NRBs develops a variety of regulatory instruments, a system of minimum standards of supply reliability, or mechanisms to stimulate supply reliability. One of the possible solutions for lowering SAIDI and SAIFI is use of live working (LW) method. The LW method directly affects on the reduction in number of planned power outages. Elektro Gorenjska (EG) has entered a systematic planning of performing a MV transformer station (TS) review or cleaning by using LW method. The impacts on indicators of reliability of consumers supply for the period 2014 - 2017 have been presented and the benefits of maintenance implementation with LW method on MV - TS cleaning in company EG.

Keywords: SAIDI, SAIFI, live working, LW method, TS cleaning with LW method on MV

1. UVOD

Liberalizacija tržišta električnom energijom uvodi regulaciju energetske djelatnosti te uspostavljanje neovisnih nacionalnih regulatornih tijela (NRT). Zakon o regulaciji energetske djelatnosti propisuje da je NRT samostalna, neovisna i neprofitna pravna osoba s javnim ovlastima za regulaciju energetske djelatnosti. NRT kao neovisna institucija ima određene nadležnosti i regulatorne funkcije uz zadatak osigurati učinkovito poslovanje operatora distribucijskog sustava (ODS) i pri tome zaštititi kupca.

Suvremeno društvo, industrija, institucije i domaćinstva su ovisne o sigurnoj i pouzdanoj opskrbi električnom energijom što je neposredno povezano s povećavanjem zahtjeva za kvalitetom električne energije (KEE). Kada se razmatra kvaliteta usluge ODS-a govori se o tri područja kvalitete usluga i to komercijalna kvaliteta, pouzdanost opskrbe i kvaliteta napona. Pouzdanost opskrbe karakterizira broj i trajanje prekida napajanja, a glavne karakteristike su vrsta prekida napajanja, trajanje svakog prekida odnosno pokazatelji prosječnog trajanja prekida u sustavu (SAIDI) i prosječan broj prekida u sustavu (SAIFI) te broj kupaca obuhvaćenih prekidom.

Pouzdanost opskrbe smatra se najvažnijim područjem kvalitete ODS-a te tom području kvalitete europski NRT-ovi posvećuju najviše pažnje. NRT-ovi razvijaju različite regulatorne instrumente, sustav minimalnih standarda pouzdanosti opskrbe ili mehanizme poticanja pouzdanosti opskrbe.

Regulatori neprekidno analiziraju i razvijaju svoje modele regulacije cijene i kvalitete usluge, koje sve više utječu na ekonomiku ODS-a uvođenjem poticaja ili kazni zbog nerealiziranja propisanog nivoa KEE. Modeli su različiti tako i pojedini europski ODS-ovi u praksi traže svoja optimalna tehnička i ekonomska rješenja za postizanje regulirane razine standarda KEE.

Jedno od mogućih rješenja za sniženjem SAIDI i SAIFI je uvođenje metode rada pod naponom (RPN), koja direktno utječe na smanjenje broja planiranih prekida napajanja. Korištenjem metode RPN, ODS može djelovati na smanjenje kazni ili može dobiti novčanu nagradu. Kazna ili poticaj NRT su ekonomska osnova za financiranje odnosno direktna stimulacija za uvođenje i izvođenje RPN u pojedinom ODS.

Slovenska elektrodistribucijska poduzeća (EDP) već više godina uspješno obavljaju poslove održavanja metodom RPN kako na niskom naponu (NN) tako i na srednjem naponu (SN). Tako su u tvrtki Elektro Gorenjska (EG) pristupili sustavnom planiranju obavljanja revizija SN trafostanica koristeći RPN. U radu su predstavljena višegodišnja iskustva nekih europskih ODS-ova u provedbi RPN-a na SN postrojenjima. Prezentirani su utjecaji na pokazatelje pouzdanosti napajanja potrošača u razdoblju 2014. - 2017. i prednosti provedbe održavanja pomoću RPN na SN u tvrtki EG.

Kompleksnost pouzdanosti opskrbe prezentirana je na HO CIREU 2014. godine kada je detaljno prikazan utjecaj RPN na pouzdanost opskrbe. Prezentirani su propisi te stanje i analiza SAIDI i SAIFI u Europskoj uniji, Hrvatskoj i Sloveniji, kao i pregled europskih iskustava [1].

2. PROPISI

2.1. EU direktive i CEER usporedne analize

Jačanje energetske politike u EU odražava se u donošenju niza strateških dokumenata od kojih je najaktualniji tzv. "Treći energetski paket". Posljedice liberalizacije tržišta električnom energijom su uvođenje regulacije monopolne djelatnosti distribucije električne energije te uspostavljanje nezavisnih nacionalnih regulatornih tijela (NRT). NRT su kao neovisnoj instituciji dodijeljene određene nadležnosti i regulatorne funkcije uz zadatak osigurati učinkovito poslovanje operatora distribucijskog sustava (ODS) i pri tome zaštititi kupca [1].

Cijeli koncept energetske politike EU je razrađen u okviru pod nazivom „Treći energetski paket“. Taj paket je razrađen u dvije direktive i tri uredbe, za električnu energiju i za plin. Direktive se implementiraju u nacionalna zakonodavstva država članica EU (nacionalne vlade odabiru forme i metode). Uredbe se izravno primjenjuju u svim državama članicama EU [1].

Treći energetski paket je stupio na snagu 3.9.2009. godine s primjenom od 3.3.2011. Bitne novosti su jačanje uloge i ovlasti NRT-a te osnivanje Agencije za suradnju energetske regulatora ACER (engl. Agency for the Cooperation of Energy Regulators) [1].

Za razumijevanje zahtjeva EU potrebno je poznavanje dokumenata 3. energetskeg paketa DIRECTIVE 2009/72/EC [2] te uredbi REGULATION (EC) No 713/2009 [3] i REGULATION (EC) No 714/2009 [4] te dodatnu uredbu COMMISSION REGULATION (EU) No 543/2013 [5], koje razrađuju zahtjeve za električnu energiju [1].

U skladu s odredbama „Trećeg paketa“ energetske propisa Europske unije, 2010. godine je osnovan ACER koji, na razini Europske unije, potpomaže i koordinira rad nacionalnih energetske regulatornih agencija (NRT). ACER predstavlja sadržajni i formalni način udruživanja europske regulatora u odnosu na prethodno Europsko udruženje regulatora za električnu energiju i plin ERGEG (engl. European Regulatory Group for Electricity and Gas). ACER u skladu s Direktivom 2009/72/EC [2] ima dužnost pratiti poštovanje pravila sigurnosti i pouzdanosti mreže i ocjenjivanje njihove učinkovitosti u prošlom razdoblju te utvrđivanje ili odobravanje standarda i zahtjeva za kvalitetu usluge i opskrbe ili doprinos tome zajedno s drugim nadležnim tijelima [1].

Vijeće europske regulatora CEER (engl. Council of European Energy Regulators) kroz redovitu publikaciju svojih izvještaja formalizira postojeću praksu kvalitete opskrbe električnom energijom i razvija regulatorni okvir kroz obvezno sudjelovanje svojih članica. Od 2001. godine CEER redovito provodi istraživanje i analizu kvalitete opskrbe električnom energijom u njegovoj članici i promatračke zemlje, rezultati kojih su prikazani u usporednim analizama (engl. benchmarking). Tijekom posljednjih 15 godina, CEER je publicirao 6 izvješća o kvaliteti opskrbe električnom energijom, kao i ažuriranje ključnih podataka objavljenih u veljači 2014. i veljači 2015.

Regulatorna usporedna analiza (engl. benchmarking) je odličan alat za utvrđivanje učinkovitosti operatora distribucijskog sustava. Prvo izvješće o kvaliteti opskrbe električnom energijom CEER je publicirao već 2001. godine [6], drugo 2003. [7], treće 2005. [8], četvrto 2008. godine [9], peto usporedno izvješće 2011. godine [10] s ažuriranjem 2014. [11] i 2015. [12] te šesto izvješće 2016. godine [13].

Slovenija, odnosno Javna agencija Republike Slovenije za energiju (AGEN-RS), se je s podacima o kvaliteti opskrbe uključila 2005. godine u treći izvještaj [8], a Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA), 2011. godine u peti izvještaj [10].

Za razliku od prethodnih godina šesto CEER izvješće [13] obuhvaća uz opskrbu električnom energijom i opskrbu plinom. To izvješće pruža informacije o kvaliteti opskrbe energijom u 28 država članica EU, kao i Norvešku i Švicarsku s odgovarajućim preporukama za dobre regulatorne prakse koje bi se mogle usvojiti u Europi.

Analiza usporednih izvještaja kvalitete opskrbe električnom energijom potvrđuje opravdanost javnog obavještanja s parametrima kvalitete opskrbe jer su pokazatelji kvalitete iz godine u godinu bolji. Izvještaj CERR-a razmatra kvalitetu opskrbe koja se pruža krajnjem kupcu u opskrbnom lancu električnom energijom [1].

Kada se razmatra kvaliteta električne energije kao regulatorna funkcija, u načelu se govori samo o elementima kvalitete opskrbe koji se odnose na energetske djelatnosti distribucije i opskrbe električnom energijom. Imajući to u vidu, kvaliteta opskrbe sastoji se od tri područja [1]:

- komercijalna kvaliteta,
- pouzdanost opskrbe,
- kvaliteta napona.

Pouzdanost opskrbe karakterizira broj i trajanje prekida. Za ocjenjivanje pouzdanosti opskrbe u distribucijskoj mreži koristi se nekoliko pokazatelja. Uspostavljanje sustava regulacije kvalitete opskrbe u ovom segmentu mogao bi, između ostalog, težiti [1]:

- uvođenju neke vrste kompenzacije za kupce u slučaju vrlo dugačkih prekida,
- zadržavanju pod kontrolom vremena ponovnog uspostavljanja opskrbe te,
- uspostavljanju poticaja za smanjenjem broja i trajanja prekida.

Pouzdanost opskrbe karakterizira broj i trajanje prekida napajanja. Glavne karakteristike pouzdanosti opskrbe su [1]:

- kvaliteta napona.
- vrsta prekida napajanja: planirani ili neplanirani,
- trajanje svakog prekida: kratki ili dugi (prema EN 50160 dugi prekid traje dulje od 3 minute),

- broj kupaca obuhvaćenih prekidom,
- vrsta pokazatelja pouzdanosti opskrbe (broj ili trajanje prekida):
 - SAIDI (engl. System Average Interruption Duration Index) – prosječno trajanje prekida u sustavu ili CML (engl. Customer Minutes Lost) – ukupno godišnje trajanje prekida po kupcu,
 - SAIFI (engl. System Average Interruption Frequency Index) – prosječan broj prekida u sustavu ili CI (engl. Customer Interruptions) – godišnji broj prekida po kupcu i
 - ENS (engl. Energy Not Supplied) - neisporučena energija povezana je s pokazateljem CML.

Kada razmatramo utjecaj RPN na pouzdanost opskrbe (smanjenje pokazatelja SAIDI i SAIFI) važno je napomenuti da i CEER-ovi izvještaji spominju metodu RPN kod održavanja mreže.

Treće izvješće (str. 23) upozorava da u nekim zemljama broj planiranih prekida, odnosno radova koji se obavljaju na mrežama ima manje značajan utjecaj na pokazatelje planiranog trajanja i prekida, jer mnogi ODS-ovi koriste tehnologiju rada na živoj mreži odnosno RPN, što utječe na smanjenje broja prekida i trajanje prekida opskrbe [1].

U četvrtom izvješću (str. 7) je naglašeno da uz upotrebu metode RPN kod održavanja, nije nužno prekinuti opskrbu potrošača. Planirani prekidi su tehnološki neizbježni kod radijalnih vodova osim ako se koriste mobilni dizel agregati ili metoda RPN. Na ODS-u je da potraži kompromis između pouzdanosti i troškova zbog isključenja potrošača ili upotrebe mobilnog dizel agregata ili RPN na pojedinom dijelu mreže [1].

Područje kvalitete europski NRT-ovi najopsežnije analiziraju te razvijaju svoje modele regulacije cijene i kvalitete usluge, razvijaju različite regulatorne instrumente, sustav minimalnih standarda pouzdanosti opskrbe ili mehanizme poticanja pouzdanosti opskrbe.

2.2. Stanje u Sloveniji

Slovenija je u vrijeme stupanja 3. energetske paketa bila članica EU. Slovenski parlament, vlada, ministarstva i AGEN-RS aktivno prate zahtjeve direktiva i uredbi [2-5].

Velika dinamika promjene slovenskih propisa i u svezi s time problematika vidljiva je u promjenama Energetskog zakona (EZ) koji je prvi put objavljen u Ur. l. 79/99. EZ je doživio promjene EZ-A (Ur. l. 51/04), EZ-UPB1 (26/05), EZ-B (Ur. l. 118/06), EZ-UPB2 (27/07), EZ-C (Ur. l. 70/08), EZ-D (Ur. l. 22/10) i EZ-E (Ur. l. 10/12).

Nakon duže javne rasprave prihvaćen je novi EZ-1, koji je morao biti hitno potvrđen u slovenskom parlamentu zbog pismene opomene iz EU (nije bila harmonizirana direktiva 2009/28) i odluke Ustavnog suda RS. Trenutno važeći zakon o električnoj energiji:

- Energetski zakon, Uradni list RS, 17/14 i 81/15 (EZ-1: NPB1).

Kvaliteta opskrbe određena je propisima o električnoj energiji:

- Splošni pogoji za dobavu in odjem električne energije (SPDOEE) (Ur. l. RS, št. 126/07, 37/11 - odl. US, 17/14 - EZ-1),
- Akt o metodologiji za določitev regulativnega okvira in metodologiji za obračunavanje omrežnine za elektrooperaterje (Ur. l. RS, št. 66/15, 105/15, 61/16, NPB),
- Akt o pravilih monitoringa kakovosti oskrbe z električno energijo (Ur. l. RS, št. 59/15),
- Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SONDO) (Ur. l. RS, št. 41/11).

Veoma je zahtjevno pratiti zahtjeve propisa u svezi KEE. Propisi se prepliću i stalno mijenjaju što predstavlja ozbiljan problem za razumijevanje stručnjacima izvan ODS-ova i Agencija.

Dobar primjer je propis SPDOEE, koji je doživio više promjena prvog dokumenta iz davne 1985. (Ur. l. SRS, št. 27/85) preko Uredbe (117/02 i 21/03) u nadležnosti Vlade RS do suvremenih Općih uvjeta u nadležnosti SODO (Ur. l. RS, št. 126/07, 37/11). Mijenjali su se zahtjevi KEE (Tablica I).

Akt SONDO kojeg je nosilac SODO određuje nadzor KEE (kvaliteta/kakovost električne energije), procjenu KEE i uvodi KEE odnosno sigurnost (neprekinutost) napajanja kao kriterij za planiranje DEES (Distribucijski elektroenergetski sustav) i strukturu mreže.

SODO d.o.o. ili izvođači zadataka SODO-a na web portalima u okviru godišnjeg krovnog izvješća objavljuju vrijednosti pokazatelja neprekinutosti napajanja SAIFI, CAIDI, CAIFI i MAIFI te MAIFIE na pripadajućim SN-izvodu u prošloj godini. Statistika mora obuhvatiti; uzrok prekida (vlastiti uzroci, viša sila i tuđi uzroci odnosno trećih osoba), tip prekida (planiran ili neplaniran te dugotrajan ili kratkotrajan prekid) i broj i trajanje prekida po pojedinom tipu SN mreže.

Uredba (Ur. l. RS št. 117/02) je u čl. 7. odredila SAIFI i SAIDI (Tablica I) ali je u prijelaznim odredbama pokazatelje SAIFI i SAIDI vezala na postupno smanjenje odnosno postizanje istih u roku do 1.1.2008.. Određeni su ukupni prekidi za VN, SN i NN nivo i to kratkotrajni i dugotrajni (preko 3 minute).

Nakon ukidanja Uredbe AGEN-RS donosi Akt (omrežnina/mrežarina) te u prvom regulacijskom razdoblju 2011 - 2012 (Ur. l. RS 59/10) i u razdoblju 2013 - 2015 (Ur. l. RS 81/12) u prilogu 1 donosi SAIFI (6/5/4) i SAIDI (480/250/180 min) odnosno (480/180/180 min) za tri tipa SN mreže (seoski, miješani, gradski)) te u razdoblju 2016 - 2018 (Ur. l. RS 66/15) u prilogu 2 donosi SAIFI (6/5/4) i SAIDI (450/150/150 min) za tri tipa SN mreže (seoski, miješani, gradski) – vidi Tablicu I.

Tablica I. Promjene zahtjeva SAIDI i SAIFI (SN) za slovensku distribuciju (SODO odnosno ODS)

Prekid	Uredba	Uredba	Uredba	Akt omrežnina	Akt omrežnina	Akt omrežnina
	Ur.l. 117/02	Ur.l. 117/02	Ur.l. 117/02	Ur.l. 59/10	Ur.l. 81/12	Ur.l. 66/15
	31.12.2005.	1.1.2007	1.1.2008	1.1.2012	1.1.2014	1.1.2016
SAIFI	16	12	8	6/5/4	6/5/4	6/5/4
SAIDI	12 h/720 min	9 h/560 min	6 h/360 min	480/250/180 min	480/180/180 min	450/150/150 min

Oba akta su donijela novost, a to je mogućnost kompenzacije korisniku ukoliko ODS (SODO) ne postigne minimalne standarde KEE. AGEN-RS je donijela i poticajnu formulu za izračun kazni ili boniteta za pojedine distribucije vezano na postizanje minimalnih standarda kvalitete odnosno pokazatelje KEE.

Akt u regulacijskom razdoblju 2011 - 2012 (Ur. l. RS 59/10) planira pokazatelje KEE za pojedinu distribuciju:

- SAIDI = 30 min/korisnik,
- SAIFI = 1 prekid/korisnik.

Akt u regulacijskom razdoblju 2013 - 2015 (Ur. l. RS 81/12) planirao pokazatelje KEE za pojedinu distribuciju. Pojedine distribucije imaju ponderirane vrijednosti vezano na različite kriterije stanja tehnike na njihovom području. Područje je podijelilo na ruralno (seoski tip mreže) i urbano (ukupna vrijednost gradskog i miješanog tipa mreže) – neplanirani dugotrajni prekidi (vlastiti uzrok):

- SAIDI = 30 min/korisnik (ruralno) i 14 min/korisnik (urbano),
- SAIFI = 0,80 prekid/korisnik (ruralno) i 0,40 prekid/korisnik (urbano).

U razdoblju 2013 – 2015 je bila propisana kompenzacija korisnicima ukoliko SODO ne postigne minimalni standard KEE. Akt propisuje kompenzacije za SN korisnike i za dugotrajne prekide (npr. za prekid duži od 9 sati pripada domaćinstvu 5 € kompenzacije).

Akt u regulacijskom razdoblju 2016 - 2018 (Ur. l. RS 66/15) planira pokazatelje KEE za pojedinu distribuciju. Pojedine distribucije imaju ponderirane vrijednosti vezano na različite kriterije stanja tehnike na njihovom području. Područje je podijeljeno na ruralno (seoski tip mreže) i urbano (ukupna vrijednost gradskog i miješanog tipa mreže) – neplanirani dugotrajni prekidi (vlastiti uzrok):

- SAIDI = 65 min/korisnik (ruralno) i 25 min/korisnik (urbano),
- SAIFI = 1,60 prekid/korisnik (ruralno) i 0,75 prekid/korisnik (urbano).

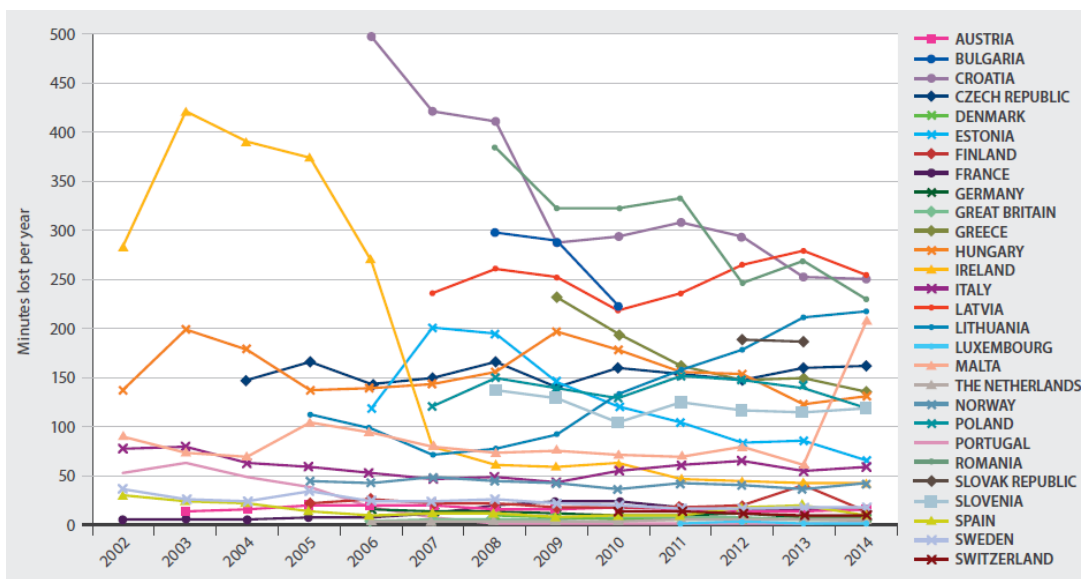
U razdoblju 2016 – 2018 je propisana kompenzacija korisnicima ukoliko SODO ne postigne minimalni standard KEE. Akt propisuje kompenzacije za SN korisnike (kompleksan proračun koji uzima u

obzir kompenzaciju za SN korisnike do 250 kW (koeficijent 2,00 €/kW) te nad 250 kW (koeficijent 1,50 €/kW) i za dugotrajne prekide (npr. za prekid duži od 9 sati pripada domaćinstvu 5 € kompenzacije te drugim korisnicima na NN 20 € i na SN 200 €).

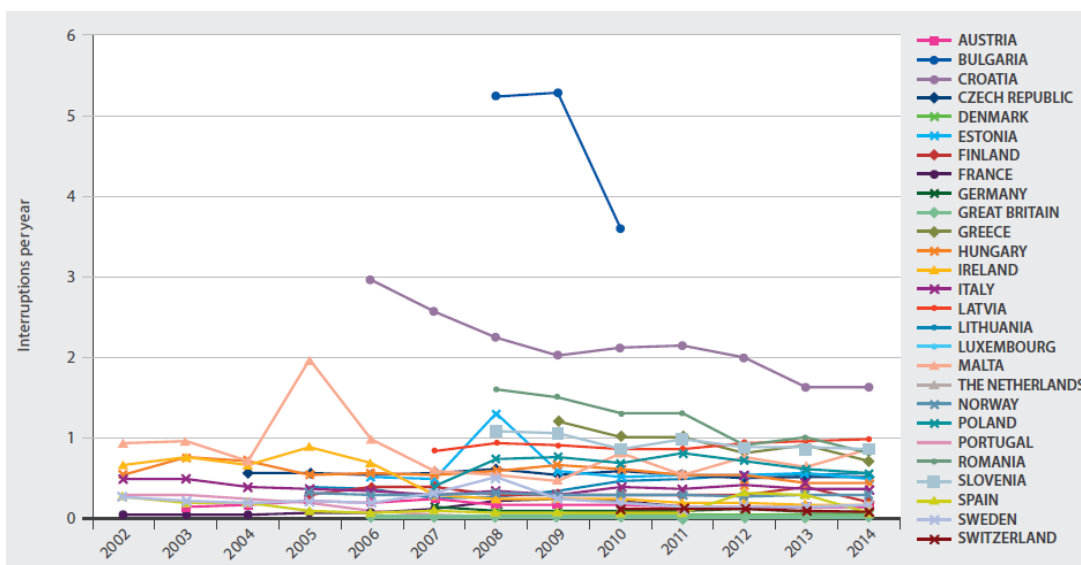
3. UJECAJ RPN NA SAIFI I SAIDI

Analiza utjecaja RPN na SAIFI i SAIDI je moguća ukoliko imamo potrebne podatke prekida. NRT u pojedinim državama objavljuju godišnju statistiku KEE iz koje je moguće prepoznati utjecaj RPN tek uz posebne specijalizirane rasprave [1, 15-21].

Na europskom nivou CEER objavljuje regulatornu usporednu analizu (engl. benchmarking). Publicirano je šest usporednih izvješća u kojima su vidljivi trendovi SAIFI i SAIDI. Šesto usporedno izvješće iz 2016. godine [14] publicira veliku zbirku statističkih podatka KEE. Na slici 1 i 2 su predstavljeni SAIFI i SAIDI podaci za europske države. Prikazani planirani prekidi su posebno interesantni, jer RPN ima stvarni utjecaj, upravo na smanjenje broja i trajanja prekida.



Slika 1. Planirani godišnji prekidi u minutama za razdoblje 2002 – 2014



Slika 2. Planiran godišnji broj prekida za razdoblje 2002 - 2014

Treći [8] i četvrti izvještaj [9] naglašavaju da je u nekim zemljama broj i trajanje planiranih prekida manji ako se koriste mobilni dizel agregati i metoda RPN. Nažalost na nivou CEER-a nema empiričkih podataka o utjecaju RPN na KEE.

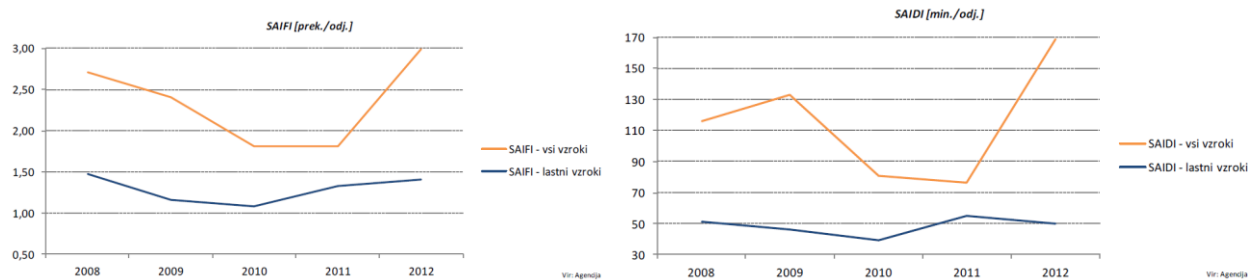
3.1. Status SAIFI i SAIDI u Sloveniji

Agencija AGEN-RS je počela pokusno pratiti statistiku SAIDI i SAIFI u slovenskoj distribuciji već 2003. godine. Na početku su bili prisutni problemi metodologije, tehnologije, razlike u količini podataka i discipline obrade podataka. AGEN-RS odnosno SODO d.o.o. je u suradnji sa svih pet slovenskih distribucija Elektro Celje d.d., Elektro Gorenjska d.d., Elektro Ljubljana d.d., Elektro Maribor d.d. i Elektro Primorska d.d., tek 2008. godine uspio kompletirati statistiku [22], koja je objavljena i u CEER-ovom izvješću [10].

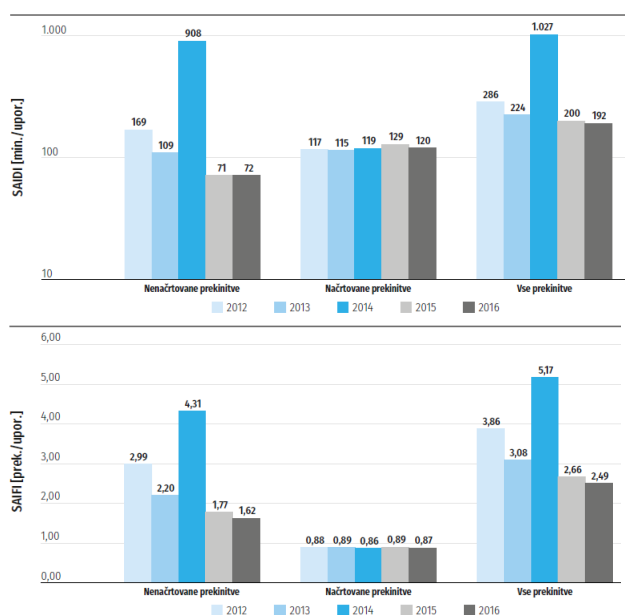
Podaci se sakupljaju odvojeno za svaku distribuciju i godišnje se prema CEER-u javljaju zajednički, državni podaci. Metodologija je određena s Aktom o javljanju podataka o kvaliteti opskrbe električnom energijom (Ur. l. št. 59/15).

Statistika prekida (SAIDI, SAIFI) se objavljuje u godišnjem izvješću pojedinih distribucija, SODO d.o.o. i AGEN-RS. Slovenska statistika obuhvaća; uzrok prekida (vlastiti uzroci, viša sila i tuđi uzroci odnosno trećih osoba), tip prekida (planiran ili neplaniran te dugotrajan ili kratkotrajan prekid) i broj i trajanje prekida po pojedinom tipu SN mreže (Slika 3 i 4).

Da bi se usporedili podaci CEER i AGEN-RS potrebno je napraviti vlastite analize, tabele i dijagrame, jer metodologije imaju puno iznimaka.



Slika 3. Trend kretanja SAIFI i SAIDI – svi dugotrajni prekidi od 2008. do 2012. [23]



Slika 4. Trend kretanja SAIFI i SAIDI – svi dugotrajni prekidi od 2012. do 2016. [24 i 25]

Iako je agencija AGEN-RS propisala minimalne standarde kvalitete i predvidjela kompenzaciju potrošačima (penali) za prekide iznad standarda još uvijek SAIDI i SAIFI ne motiviraju SODO k aktivnijem održavanju mreže metodom RPN.

Četiri od pet slovenskih distribucija od 2011. koriste RPN na NN kod održavanja mreže, a tri od pet distribucija od 2013. koriste RPN za čišćenje TS na SN nivou.

4. ISKUSTVA ELEKTRO GORENJSKE TIJEKOM IMPLEMENTACIJE RPN NA NN I SN

Elektro Gorenjska d.d. (u daljnjem tekstu: EG) je već u ranoj fazi inicijative 2006. godine snažno poduprla koncept uvođenja RPN u slovenski elektroenergetski prostor, a pri tome je na temelju stručne posjete poligona za obuku RPN u HEP NOC (Hrvatska elektroprivreda, Nastavno obrazovni centar) u pisanom obliku podržala inicijativu o osnivanju RPN konzorcija u slovenskoj distribuciji te također aktivno sudjelovala kao jedno od prvih slovenskih elektrodistribucijskih poduzeća.

Rukovodstvo EG je krajem 2010. godine odlučilo ubrzati postupak uvođenja RPN-a u svoje radno okruženje na NN, a 2013. godine i na srednjem naponu - čišćenje (u daljnjem tekstu SN - C).

U razdoblju od početka implementacije RPN-a na NN (listopad 2011.) je EG realizirala više od 200 takvih radova za različite potrebe, kao što je spajanje novih kućnih priključaka, radovi na NN mreži, radovi u NN razvodnim ormarima, zamjene pojedinih elemenata mreže, zamjena mjerne opreme (brojila), priključivanje sekundarne opreme u TS i provedba redovitog održavanja (Slika 5).



Slika 5. Implementacija RPN na NN (Izvor: EG, foto: Aleš Nagode)

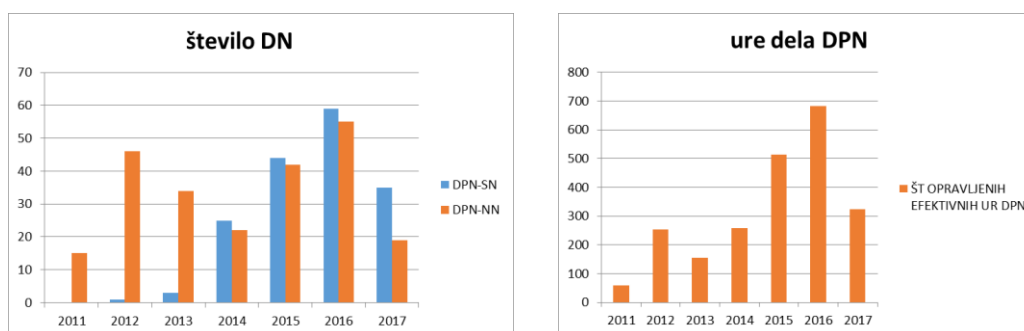


Slika 6. Implementacija RPN na SN – čišćenje u okviru praktičnog dijela obuke 12. 6. 2013.
(Izvor: EG, foto: Aleš Nagode)

Na području RPN koji se u EG uvodi i uspješno implementira još od listopada 2011. godine (RPN na NN), 2013. godine napravili su još jedan korak naprijed. Naime, 12. lipnja 2013. je provedbom praktičnog ispita RPN na SN - C na lokalitetu TS Likozarjeva u Kranju završena obuka za RPN na SN razini i to za područje čišćenja elektroenergetske opreme (EEO) i uređaja (EEU). Obuku su uspješno započela i završila prva tri montera za RPN i dva koordinatora za RPN na SN-C na poligonu HEP NOC (Slika 6).

4.1. Statistika implementacije RPN na NN

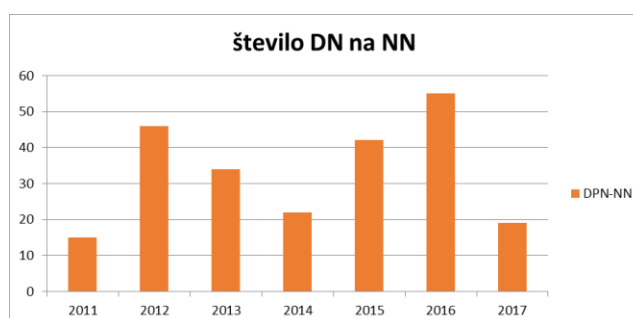
Od početka uvođenja podrške pripreme dokumenata za siguran rad u elektroničkom obliku u 2011. godini EG također omogućava i praćenja pojedinih aktivnosti na razini pojedinačnog elektroenergetskog postrojenja (EEP), kao i na razini pojedinačnog montera koji obavlja poslove u sklopu RPN. U skladu s dobrom praksom i pozitivnim iskustvom su u 2016. godini dodatno osposobljena još tri montera RPN SN - C. Do sada su monteri izvršili više od 2000 sati RPN-a, koji su bili planirani uz više od 350 dokumenata za siguran rad. Slika 7 prikazuje dinamiku implementacije RPN tijekom godina.



Slika 7: Broj obavljenih radnih naloga i sati rana na RPN tijekom godina (razdoblje 2011 - 2017)

U proteklim godinama je EG pomoću metode RPN uglavnom obavljala radove na NN kabelskoj mreži i razvodnim kutijama postrojenja. Međutim, u 2015. godini započela je sustavna revizija trafostanica 20/0.4 kV koristeći metodu RPN.

Iz slike 8. proizlazi da je u 2014. godini tijekom početka implementacije RPN SN - C intenzitet rada na NN blago smanjen. Razlog je činjenica da je EG odlučila koristiti postojeće montere RPN na NN i za RPN na SN - C. U 2014. godini u EG-u postojala su tri kvalificirana montera za RPN, koja su tijekom 2015. godine dodatno ojačana s tri montera RPN na NN.



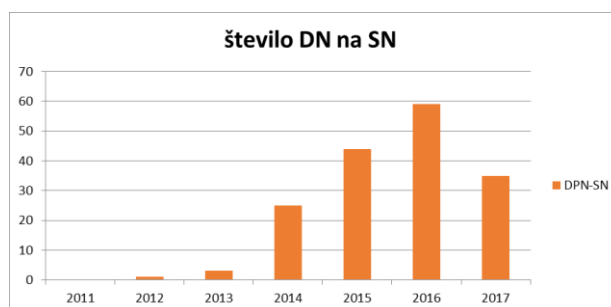
Slika 8: Broj obavljenih radnih naloga RPN NN tijekom godina (razdoblje 2011 - 2017)

Sadašnje zakonodavstvo ne zahtijeva od distributera električne energije da prate pokazatelje pouzdanosti napajanja na NN razini, stoga u ovom trenutku nije moguće pokazati učinak RPN na NN na pouzdanost snage.

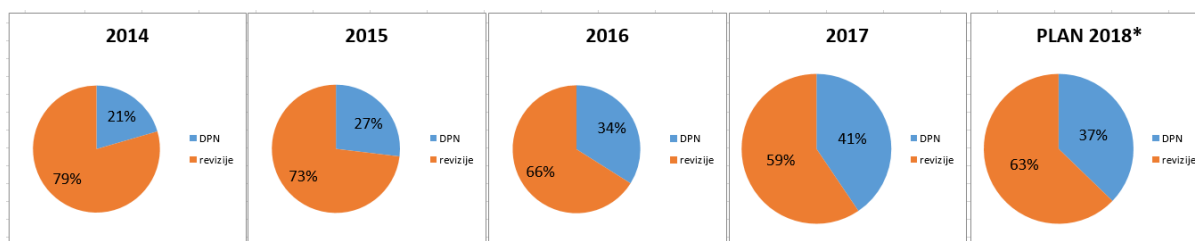
4.2. Statistika implementacije RPN na SN (čišćenje TS)

U poduzeću EG su 2015. godine odlučili sustavno poticati i planirati održavanje SN/NN trafostanica (20/0,4 kV) pomoću metode RPN. Vezano za RPN na razini trafostanice, radi se zapravo o kombinaciji održavanja na SN i NN razini.

Za učinkovitu realizaciju u razdoblju od 2015. do 2017., uglavnom su zaslužni pojedini rukovoditelji lokalnih nadzornih tijela (slovenska terminologija: nadzorništvo, najmanja lokalna organizacijska jedinica distribucije), koji su u metodi RPN prepoznali pozitivne učinke na kvalitetu napajanja kupaca (slike 9 i 10).



Slika 9: Broj obavljenih radnih naloga RPN SN - C tijekom godina (razdoblje 2011 - 2017)



Slika 10: Udio obavljenih revizija transformatorskih stanica SN/NN (20/0,4 kV) s metodom RPN u odnosu na sve revizije tijekom godina (razdoblje 2014 - 2017 i plan 2018.)

4.3. Učinci RPN na SN (čišćenje TS) na pokazatelje SAIDI i SAIFI

AGEN-RS trenutno definirana minimalne standarde KEE - područje »kontinuitet napajanja« odnosno pouzdanost napajanja – samo za neplanirane prekide, dok planirani prekidi nisu definirani.

Efekti i motivacija u slovenskim elektrodistribucijskim poduzećima se mogu naći prvenstveno u nematerijalnim i djelomično materijalnim (ekonomskim) pokazateljima, kao što su:

- zadovoljstvo kupaca, zbog veće pouzdanosti njihovog napajanja,
- prilagođavanje planiranog održavanju redovitom radnom vremenu,
- ovladavanje najnovijim tehnologijama,
- povećanje ugleda odnosno utjecaja distribucijskih poduzeća i dr.,
- otklanjanje nelegalnih intervencija na uređajima pod naponom,
- korištenje provjerene metode RPN,
- osvješćivanje radnika da se radovi provode pod naponom,
- bolja osposobljenost radnika,
- poštivanje propisane dokumentacije za RPN,
- smanjenje troškova informiranja o prekidu opskrbe električnom energijom zbog radova na mreži,
- smanjenje troškova tijekom pripreme i provedbe isključenja u slučaju rada u beznaponskom stanju,

- smanjenje broja ozljeda na radu, odnosno potpuno uklanjanje ozljeda tijekom rada,
- veća učinkovitost provedbe radova na održavanju.

Usporedbu pokazatelja pouzdanosti opskrbe (SAIDI, SAIFI) za planirane radove između pojedinačnih distributivnih poduzeća prikazuje dijagram na slici 11 [14,15].

EDP	2012		2013		2014		2015		2016	
	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI
Elektro Celje	227,4	1,50	208,8	1,38	202,7	1,21	191,3	1,15	155,7	1,00
Elektro Gorenjska	82,3	0,77	50,9	0,53	67,1	0,45	44,3	0,34	48,5	0,36
Elektro Ljubljana	93,2	0,65	98,3	0,64	94,1	0,64	102,9	0,63	94,7	0,58
Elektro Maribor	104,0	0,96	112,8	1,14	129,3	1,20	141,4	1,31	148,8	1,43
Elektro Primorska	75,5	0,55	82,0	0,68	94,2	0,69	148,8	0,94	139,8	0,88
SODO	116,6	0,88	115,1	0,89	119,3	0,86	128,6	0,89	120,1	0,87

Slika 11: Usporedba SAIDI/SAIFI pokazatelja za pojedinačna EDP i SODO u razdoblju 2011 - 2016 (Izvor: AGEN-RS [14,15])

Iz podataka proizlazi da poduzeća koriste različite načine izvođenja održavanja. Takvo planiranje ovisi o samoj konfiguraciji mreže, zatim o tome da li je mreža prstenasta i na kraju čak i o stanju uređaja. Ipak, analiza podataka u EG pokazala je da je uvođenjem RPN moguće vrijednosti pokazatelja pouzdanosti opskrbe za planirane prekide značajno smanjiti. Realizacijom RPN, rezultati EG usporedivi su s rezultatima najboljih distributivnih tvrtki na europskoj kao i na globalnoj razini.

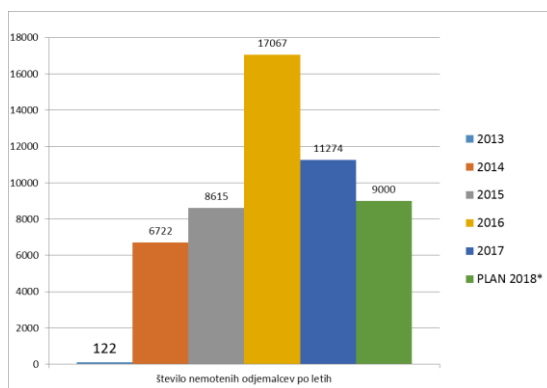
Za učinkovito održavanje distribucijske mreže posljednjih se godina koriste nekoliko metoda. Uz navedenu metodu RPN, veliki broj distribucijskih poduzeća nastoji i za vrijeme održavanja osigurati rezervnu snagu kupcima preko dizel elektro agregata (DEA).

U nastavku je predstavljen pokušaj simuliranja učinaka RPN odnosno izračuna pokazatelja pouzdanosti opskrbe kupaca. Grafikoni na slici 12. prikazuju kakve bi bile vrijednosti pokazatelja u slučaju ako se nove metode održavanje ne bi koristile.



Slika 12: Utjecaj implementacije RPN na pokazatelje pouzdanosti napajanja u EG

Iz rezultata proizlazi da učinkovito planiranje te sustavno promicanje metode RPN može kontinuitet napajanja zbog planiranog održavanja smanjiti i do 50%. Posljedično, u navedenom razdoblju nije bilo prekida napajanja zbog održavanja kod više od 40.000 kupaca (Slika 13).



Slika 13: Nprekinuti kupci po godinama (2013 - 2017, plan 2018)

5. ZAKLJUČAK

Europski propisi promoviraju kvalitetu električne energije. Vijeće europskih energetskih regulatora CEER kroz redovitu publikaciju svojih izvještaja formalizira postojeću praksu kvalitete opskrbe električnom energijom i razvija regulatorni okvir kroz obvezno sudjelovanje svojih članica. Regulatorna usporedna analiza (engl. benchmarking) je odličan alat za utvrđivanje učinkovitosti operatora distribucijskog sustava.

Na osnovi usporedne analize CEER-a nacionalne agencije mogu (npr. HERA i AGEN-RS) procijeniti razinu KEE, odnosno pokazatelja. Agencija AGEN-RS iz regulatornog razdoblja u razdoblje zaoštava zahtjeve tako na području standarda kvalitete kao i na mehanizmima poticanja pouzdanosti opskrbe.

Europski NRT-ovi detaljno analiziraju te razvijaju svoje modele regulacije cijene i kvalitete usluge, razvijaju različite regulatorne instrumente, sustav minimalnih standarda pouzdanosti opskrbe ili mehanizme poticanja pouzdanosti opskrbe. Tako je njemački regulator propisao nadzor nad planiranim prekidima, što dodatno motivira uporabu metode RPN na NN i SN kod održavanja distributivne mreže.

Slovenski ODS-i pa i HEP ODS su započeli s održavanjem s metodom RPN. Za sada je to na NN razini što ne može bitno utjecati na KEE. Očekuje se masovnija uporaba čišćenja TS metodom RPN na SN što je tek prva faza uvođenja RPN na SN. Samo kombinacija RPN na NN i SN može donijeti značajno sniženje pokazatelja SAIDI i SAIFI u distribucijskoj mreži.

Studijski primjer učinkovitosti i uspješnosti RPN u EG je pozitivan poticaj za daljnji razvoj DPN u Sloveniji, iako je učinak danas mjereno samo nagradom radnicima koji su izvođenjem RPN poboljšali SAIDI i SAIFI tvrtke.

Slovensku (AGEN-RS) i hrvatsku (HERA) agenciju i distribuciju čeka još dosta aktivnosti na području KEE odnosno poboljšanju parametara SAIDI i SAIFI.

6. LITERATURA

- [1] V. Lovrenčić, Z. Miletić, "Utjecaj rada pod naponom na pouzdanost opskrbe". 4. (10.) savjetovanje Hrvatski ogranak međunarodne elektrodistribucijske konferencije CIRED (SO2-7), Seget donji/Trogir, svibanj 2014.
- [2] DIRECTIVE 2009/72/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC.
- [3] REGULATION (EC) No 714/2009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 on conditions for access to the network for cross-border exchanges in electricity and repealing Regulation (EC) No 1228/2003.
- [4] REGULATION (EC) No 713/2009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 establishing an Agency for the Cooperation of Energy Regulators

- [5] COMMISSION REGULATION (EU) No 543/2013 of 14 June 2013 on submission and publication of data in electricity markets and amending Annex I to Regulation (EC) No 714/2009 of the European Parliament and of the Council.
- [6] CEER, Quality of Electricity Supply: Initial Benchmarking on Actual Levels, Standards and Regulatory Strategies, 2001.
- [7] CEER, Second Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply, 2005.
- [8] CEER, Third Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply, 2003.
- [9] CEER, 4TH Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply, 2008.
- [10] CEER, 5TH Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply, 2011.
- [11] CEER, Benchmarking Report 5.1 on the Continuity of Electricity Supply, Data update, Ref: C13-EQS-57-03, Revised version, 11 February 2014.
- [12] CEER, Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply, Data update, Ref: C14-EQS-62-03, 12 February 2015.
- [13] CEER, 6TH Benchmarking Report on Quality of Electricity and Gas Supply, 2016.
- [14] D. Lombardet, A. Kiener, "Valuation of Non Guaranteed Energy for the Electricit de France Transmission Network", IEEE/PES: Engineering in the Safety, Maintenance and Operation of Lines, ESMO-95, 7th International Conference On Transmission And Distribution Construction And Live-Line Maintenance, Columbus, Las Vegas, Ohio, USA, studeni, 1995.
- [15] ESB Networks, Ireland, "Live Working and Major Network Refurbishment in ESB Networks, ICOLIM 2006, 8th International Conference on Live Maintenance", Prague, lipanj, 2006.
- [16] E. O'Flynn, M. O'Connell, "Increasing the Utilisation of MV Live Work Resources in order to meet Regulated Customer Continuity Targets", ICOLIM 2008, 9th International Conference on Live Maintenance, Torun, Poland, lipanj, 2008.
- [17] S. Motejzik, V. Žid, "Seven years of live working on medium voltage overhead lines in the ČEZ group", ICOLIM 2008, 9th International Conference on Live Maintenance, Torun, Poland, lipanj, 2008.
- [18] V. Žid, "PPN VN ve skupine ČEZ", 3rd International Live Working Conference (III. Mezinárodní Konferencí PPN Sokolnice), Sekci PPN ČSZE, ISS Sokolnice, Sokolnice, Češka, rujan, 2012.
- [19] J. Magyar, "Práce pod napětím v skupine SSE. Organizácia, meranie výkonnosti a výsledky", 3rd International Live Working Conference (III. Mezinárodní Konferencí PPN Sokolnice), Sekci PPN ČSZE, ISS Sokolnice, Sokolnice, Češka, rujan, 2012.
- [20] Verordnung über die Anreizregulierung der Energieversorgungsnetze (Anreizregulierungsverordnung - ARegV), ARegV, Ausfertigungsdatum: 29.10.2007.
- [21] K. Dütsch, M. Haseneder, "Einfluss der Qualitätsregulierung auf den Einsatz von Arbeiten unter Spannung" 7. EW-Fachtagung Energie Arbeiten unter Spannung in Nieder- und Mittelspannungsnetzen, Ulm, ožujak, 2012.
- [22] AGEN-RS, Poročilo o kakovosti oskrbe z električno energijo v letu 2008, Ljubljana, 2009.
- [23] AGEN-RS, Pomembnejši kazalniki na področju oskrbe z električno energijo in zemeljskim plinom za leto 2012, Ljubljana, lipanj, 2013.
- [24] AGEN-RS, Pomembnejši kazalniki na področju oskrbe z električno energijo in zemeljskim plinom za leto 2016, Ljubljana, lipanj, 2017.
- [25] AGEN-RS, Poročilo o stanju energetike v Sloveniji v letu 2016, Ljubljana, lipanj, 2017.