

ANALIZA REZULTATA DVANAESTOGODIŠNJEG PRAĆENJA POKAZATELJA KVALITETA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE

M. RADIĆⁱ, PD Elektrovojvodina d.o.o, Novi Sad, Srbija
M. BAČLIĆ, PD Elektrovojvodina d.o.o, Novi Sad, Srbija

UVOD

Sistematsko dvanaestogodišnje praćenje pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije omogućilo je preduzimanje mera poboljšanja održavanja i upravljanja distributivnom mrežom u Elektrovojvodini. To je dovelo do poboljšanja svih pokazatelja i povećanja zadovoljstva korisnika distributivnog sistema.

Praćenje uobičajenih pokazatelja neprekidnosti isporuke električne energije, SAIFI, SAIDI CAIDI i ENS u Elektrovojvodini je započeto 2002. godine. Od 2009. godine, posle odluke AERS da praćenje kvaliteta isporuke postane obaveza za sva distributivna preduzeća u Srbiji, počelo je praćenje svih elemenata kvaliteta isporuke: neprekidnosti isporuke, kvaliteta napona i komercijalnog kvaliteta.

U prvom delu ovog rada dat je uporedni prikaz pokazatelja neprekidnosti isporuke u nekoliko evropskih elektrodistribucija, u EPS i u Elektrovojvodini.

U drugom delu rada dati su pokazatelji kvaliteta napona, prema zahtevima standarda EN 50160 i prvi skromni rezultati registrovani u Elektrovojvodini.

U trećem delu rada prikazane su analize troškova(šteta) zbog prekida isporuke kao i zbog poremećaja napona, u Norveškoj, sa procenom takvih negativnih uticaja na korisnike distributivnog sistema Elektrovojvodine..

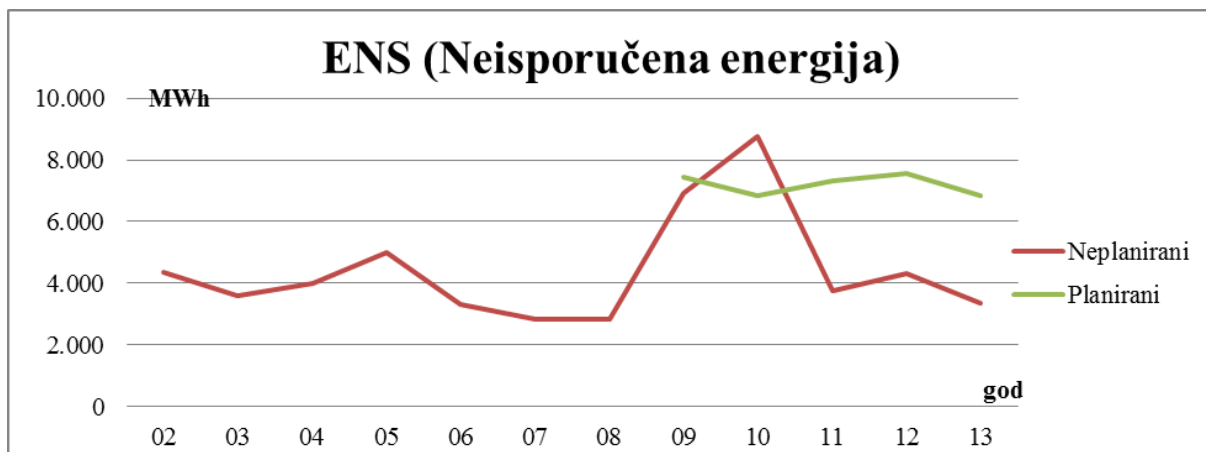
Na osnovu uporednog prikaza dugogodišnjeg praćenja pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije u zemljama Evropske unije, sagledana je pozicija Elektrovojvodine i izvedeni zaključci u kom pravcu treba usmeriti aktivnosti u narednom periodu.

1. ANALIZA POKAZATELJA NEPREKIDNOSTI ISPORUKE

1.1. Neisporučena električna energija zbog planiranih i neplaniranih prekida isporuke

Kada se prikazuju vrednosti pokazatelja SAIFI i SAIDI ne uočava se veličina korisnika s obzirom na njegovu snagu i energiju koja mu se ne isporuči usled prekida. Zbog toga mi u Elektrovojvodini pratimo i prezentujemo i pokazatelj ENS. U periodu od 2002. do 2008. g. obrađivani su samo podaci o neisporučenoj energiji ENS (Energy Not Supplied) za neplanirane prekide isporuke za Elektrovojvodinu u celini. Od 2009. do 2013.g. obrađeni su i podaci o neisporučenoj energiji za planirane prekide isporuke, tako da za taj period imamo prikaz za ukupno neisporučenu energiju. Zbog toga, ali i celovitije obrade podataka o prekidima isporuke u periodu od 2009.g., u analizi celog perioda neophodno je napraviti diskontinuitet na prelazu sa 2008. na 2009. godinu.

Ovde je potrebno posebno naglasiti da je neisporučena energija za planirane prekide veća od one za neplanirane prekide, što upućuje na zahtev za povećanu pažnju prema korisnicima prilikom planiranja isključenja distributivne mreže. Procene urađene u zemljama EU pokazale su da su i planirani prekidi za korisnike nepoželjni i da im pricinjavaju ozbiljne štete.

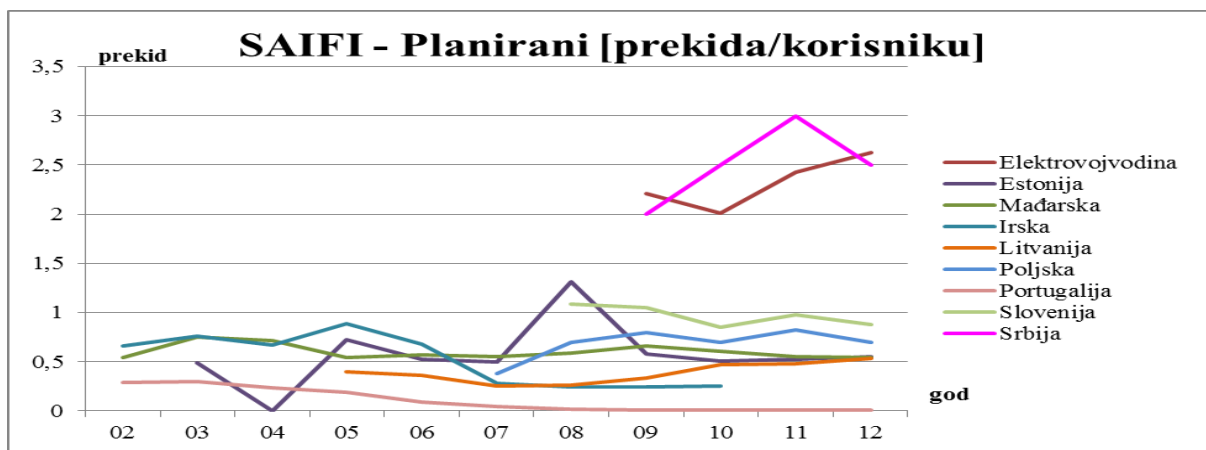


Sl.1. Grafički prikaz neisporučene energije ENS u Elektrovojvodini po godinama

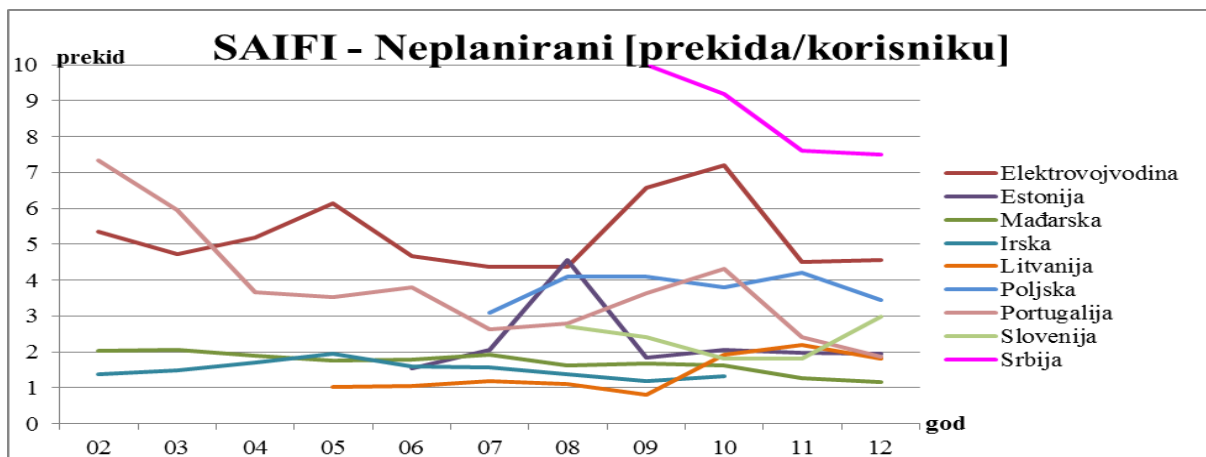
1.2. Prosečna učestanost prekida isporuke po korisniku zbog planiranih i neplaniranih prekida

Za pokazatelj učestanosti prekida isporuke SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) prikazane su uporedo vrednosti za Elektrovojvodinu, EPS [7] i sedam država EU koje imaju slične karakteristike srednjenaponske mreže [1].

U periodu od 2002. do 2008. godine za Elektrovojvodinu su obrađeni samo podaci o neplaniranim prekidima isporuke, dok su od 2009. do 2013.g. obrađeni i podaci o planiranim prekidima, tako da za taj period imamo prikaz za ukupne prekide. Naš broj planiranih prekida je znatno veći u odnosu na poređene države.



Sl.2. Grafički prikaz pokazatelja SAIFI po godinama za planirane prekide

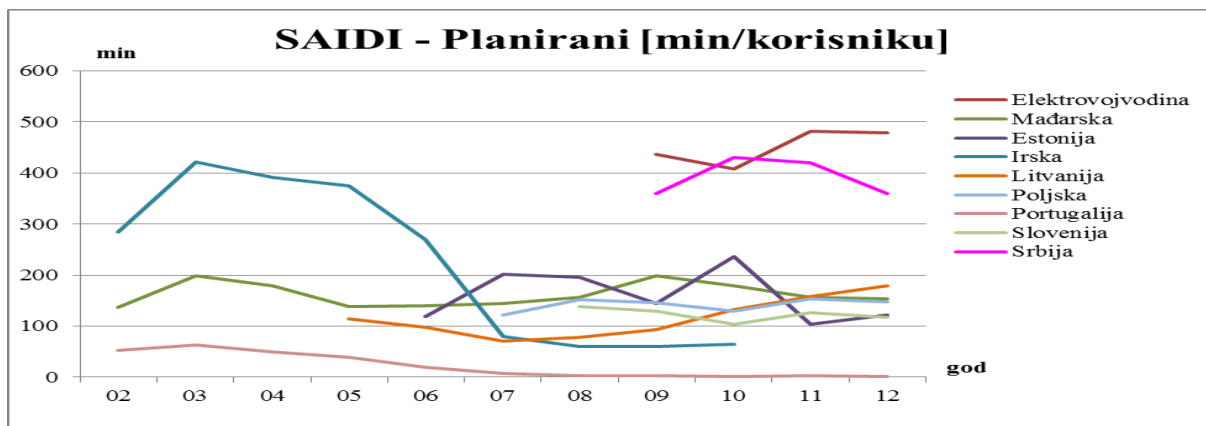


Sl.3. Grafički prikaz pokazatelja SAIFI po godinama za neplanirane prekide

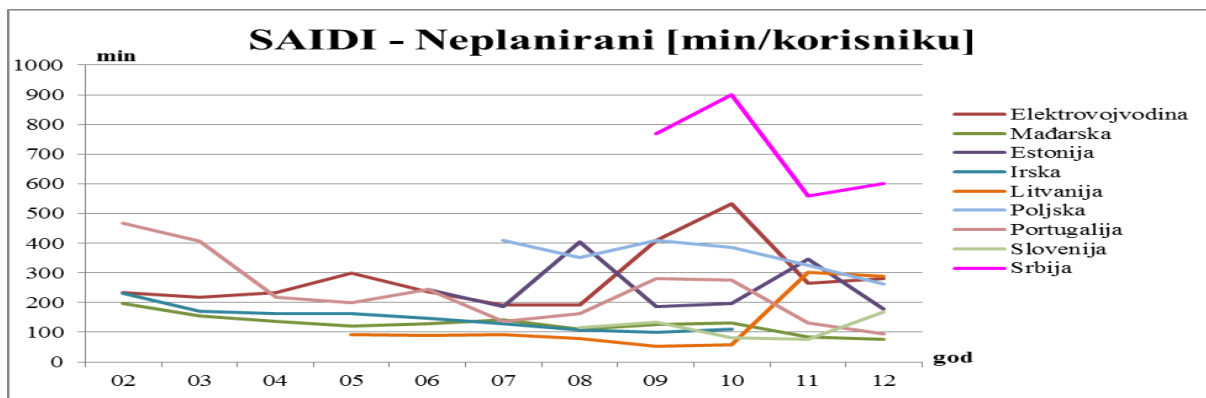
1.3. Prosečno trajanje prekida isporuke po korisniku zbog planiranih i neplaniranih prekida

Za pokazatelj trajanja prekida isporuke SAIDI (System Average Interruption Duration Index) prikazane su uporedo vrednosti za Elektrovojvodinu, EPS i sedam država EU, koje imaju slične karakteristike srednjenaponske mreže.

U periodu od 2002. do 2008. godine za Elektrovojvodinu su obrađeni samo podaci o neplaniranim prekidima isporuke, dok su od 2009. do 2013.g. obrađeni i podaci o planiranim prekidima, tako da za taj period imamo prikaz za ukupne prekide. Trajanje planiranih prekida je u Elektrovojvodini daleko iznad ostalih država.



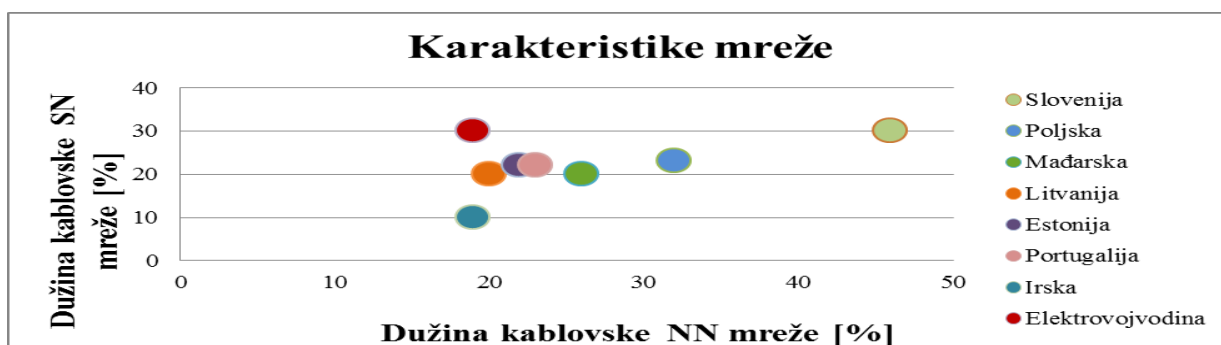
Sl.4. Grafički prikaz pokazatelja SAIDI po godinama za planirane prekide



Sl.5. Grafički prikaz pokazatelja SAIDI po godinama za neplanirane prekide

1.4. Prikaz strukture SN i NN mreža

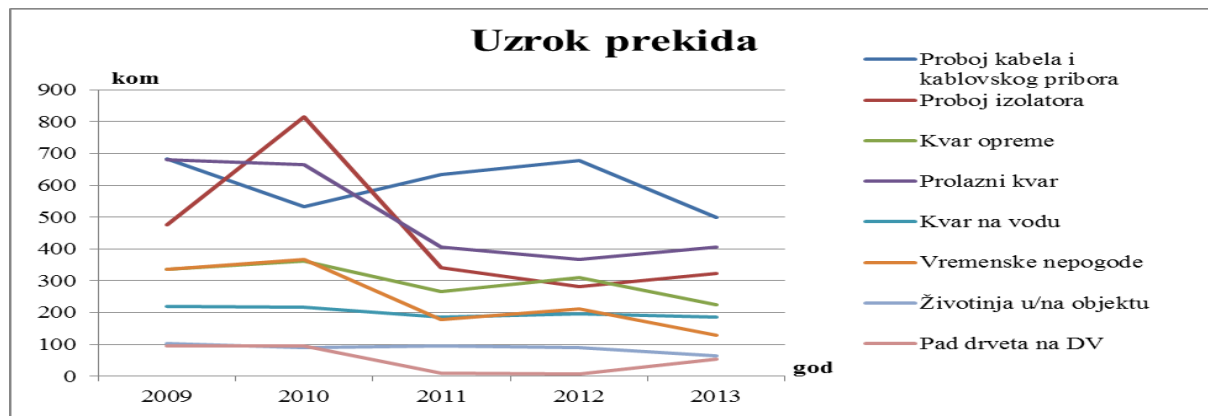
Pošto je uticaj SN mreže na vrednosti pokazatelja dominantan, zbog toga je važno znati njenu strukturu. U ovom poglavlju dali smo uporedni prikaz pokazatelja za Elektrovojvodinu i sedam država EU koje imaju najbližnju strukturu SN mreže.



Sl.6. Uporedni prikaz strukture SN mreže

1.5. Prikaz uzroka neplaniranih prekida u mreži Elektrovojvodine

Ovde smo dali prikaz najuticajnijih uzroka prekida isporuke, koji su karakteristični za Elektrovojvodinu. Probosti kablova i izolatora kao i kvarovi opreme u celom periodu ostaju na visokom nivou, iako je broj prekida zbog probostia izolatora značajno smanjen. Prema ovim rezultatima potrebno je u ovom delu pojačati aktivnosti održavanja i investicija.



Sl.7. Prikaz uzroka prekida u mreži EV za period od 2009. do 2013. g.

2. ANALIZA POKAZATELJA KVALITETA NAPONA

2.1. Pokazatelji poremećaja napona

Evropski standard EN 50160,[6] koji je izdat od Evropske komisije za standardizaciju u elektrotehnici (CENELEC), daje osnovne karakteristike napona na napojnim priključcima korisnika u javnim NN i SN sistemima za distribuciju električne energije, pod normalnim uslovima rada. Standard definiše karakteristike isporučenog napona imajući u vidu: učestanost, veličinu, talasni oblik i simetriju trofaznih napona. Ove karakteristike su podložne promenama na način koji je slučajan u toku vremena i imaju negativne posledice kod korisnika. Zavisno od vrste korisnika nivo štete je različit. Istraživanje koje je urađeno u Norveškoj u periodu od 1993. do 2010. godine dalo je veoma interesantne odnose koji su sigurno indikativni i za razmatranje ovog problema u Srbiji. [4]

TABELA 1 – POKAZATELJI POREMEĆAJA NAPONA

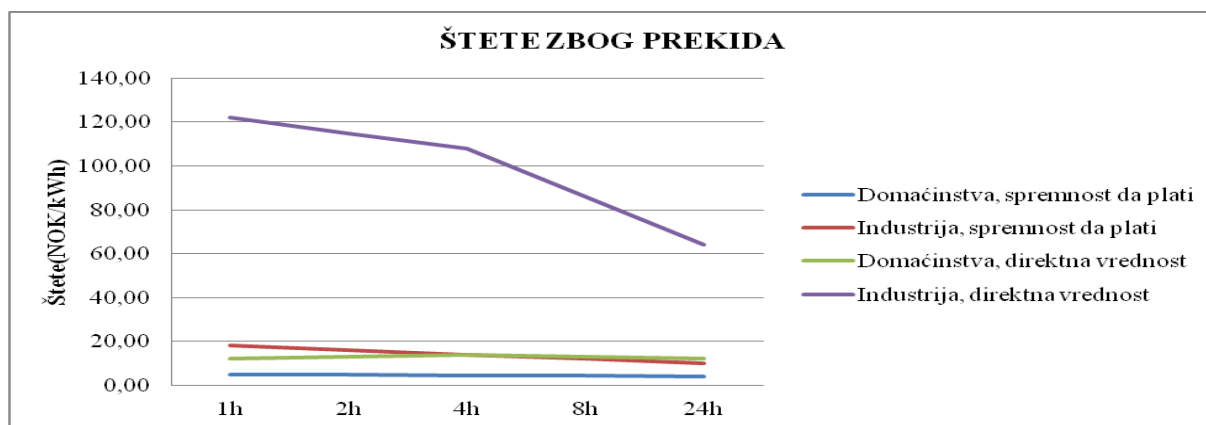
Poremećaj	Mogući problemi	Štete					
		Dom	Kom usl	Jav usl	Ind	Vel kor	Inf kor
Promena učestanosti	filteri harmonika menjaju rezonantnu učestanost, motori imaju odstupanja snage i pogrešne brzine, električni časovnici pokazuju pogrešno vreme.	mal	sred	mal	vis	vis	sred
Promene napona	smanjena snaga, smanjeni osvetljaj, povećani gubici, pregrevanje uređaja, skraćenje radnog veka opreme i aparata.	sred	sred/vis	sred/vis	sred/vis	sred/vis	sred/vis
Propadi napona	ispad računara i drugih uređaja, ispad javne rasvete, ispad velikih industrijskih kompleksa	sred	sred	sred	sred/vis	sred/vis	sred/vis
Skokovi napona	kvarovi na opremi i aparatima, ispad velikih industrijskih kompleksa.	sred/vis	sred/vis	sred/vis	sred/vis	sred/vis	sred/vis
Brze promene	bez ozbiljnih smetnji za korisnike	mal/sred	mal/sred	mal/sred	mal/sred	mal/sred	mal

Treperenja	neprijatnost za ljude	sred	sred	sred	sred	sred	mal/ sred
Prelazni prenaponi	kvarovi na opremi i aparatima, ispadi dela mreža i prekidi isporuke.	vis	vis	vis	vis	vis	vis
Nesimetrije	povećanja struja i padovi napona, povećanje gubitaka, pregrevanje i skraćenje radnog veka motora,	mal/ sred	sred	sred	sred/ vis	sred/ vis	mal/ sred
Harmonici	kvarovi opreme i aparata, pregrevanje uređaja, povećanje gubitaka, neprijatnosti za ljude u vidu audio smetnji, greške u merenju.	sred	sred	sred	sred/ vis	sred/ vis	sred
Međuharmonici	smetnje na kvalitet osvetljenja	mal	mal	mal	mal/ sred	mal/ sred	mal
Skraćenice: mal=mala, sred=srednja, vis=visoka, dom=domaćinstva, usl=usluge, kom=komercijalne, jav=javne, ind=industrija, kor=korisnik, inf=infrastrukturni, vel=veliki							

3. ANALIZA TROŠKOVA ZBOG PREKIDA ISPORUKE I POREMEĆAJA NAPONA

3.1. Troškovi zbog prekida i neisporučene električne energije

Savet Evropskih Energetskih regulatora (CEER) izdao je Smernice za procenu troškova (šteta) zbog prekida isporuke električne energije i poremećaja napona kod korisnika distributivnog sistema (ODS) [7]. U tom cilju urađeno je opsežno istraživanje u većem broju evropskih država (Italija, Norveška, Finska, Švedska), iz koga su dobijeni okvirni podaci o štetama usled prekida isporuke i poremećaja napona, zavisno od vrste korisnika [4]. Deo ovih rezultata dobijenih za Norvešku iskorišćen je za procenu troškova iste vrste kod korisnika distributivnog sistema Elektrovojvodine.



Sl.8. Prikaz rezultata istraživanja šteta zbog prekida isporuke kod norveških korisnika distributivnog sistema

TABELA 2 – ŠTETE ZBOG NEISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE – CENS (Norveška)

Vrsta korisnika	Ne najavljeni prekid (1,3 h), NOK/kWh ENS	Najavljeni prekid (2,85 h), NOK/kWh ENS	Relativni udeo u godišnjoj potrošnji (%) (2001)
Industrija	66	46	8,9
Komercijalni	99	68	17
Poljoprivreda	15	10	2
Domaćinstva	8	7	32,8
Javni sektor	13	10	7,7
Velika industrija	13	11	31,6

TABELA 3 – ŠTETE ZBOG NEISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE U EV (po ceni štete u Norveškoj)

Vrsta korisnika	Učešće u ENS	ENS (kWh)	CENS (din/kWh)	CENS (din)	Spremnost da plati(din)	Šteta po spremnosti da plati(din)
Industrija	0,25	1.120.125	924	1.034.995.500	196	219.544.500
Komercijalni+javni+poljoprivreda	0,18	806.490	592	477.442.080	196	158.072.040
Domaćinstva	0,52	2.329.860	112	260.944.320	56	130.472.160
Velika industrija	0,05	224.025	182	40.772.550	196	43.908.900
UKUPNO	1	4.480.500		1.814.154.450		551.997.600

TABELA 4 - ŠTETE ZBOG NEISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE U EV (po ceni štete u Srbiji)

Vrsta korisnika	Učešće u ENS	ENS (kWh)	CENS (din/kWh)	CENS (din)
Industrija	0,25	1.120.125	51	57.126.375
Komercijalni+javni+poljoprivreda	0,18	806.490	33	26.614.170
Domaćinstva	0,52	2.329.860	6	13.979.160
Velika industrija	0,05	224.025	10	2.240.250
UKUPNO	1	4.480.500		99.959.955

U ovoj tabeli su prikazane štete zbog neisporučene energije - CENS, po ceni štete u Srbiji koja je manja 18 puta nego u Norveškoj (Odnos GDP po glavi stanovnika u Norveškoj i Srbiji)

3.2. Troškovi zbog kratkih prekida i poremećaja napona

TABELA 5 – ŠTETE ZBOG KRATKOTRAJNIH PREKIDA I PROPADA NAPONA (Norveška 2001-2003)

Vrsta korisnika	kratkotrajni prekid (≤ 3 min), NOK/kW	Propadi napona, NOK/kW
Industrija	17	13
Komercijalni	19	12
Poljoprivreda	4	4
Domaćinstva	2	0
Javni sektor	1	1
Velika industrija	6	4

Iz studije urađene 2010.g. u Norveškoj korišćeni su ovi veoma indikativni podaci o štetama za korisnike od kratkotrajnih prekida i poremećaja napona.

TABELA 6 – KRATKOTRAJNI PREKIDI U EV (≤ 3 min)

ED	bapu	b+s apu	sapu	uk
NS	1321	36	377	1734
SU	1834	1630	332	3796
ZR	966	401	881	2248
PA	1580	0	367	1947
SO	2831	1012	714	4557
RU	810	1075	211	2096
SM	406	340	55	801
UK	9748	4494	2937	17179

U ovoj tabeli su prikazani kratkotrajni prekidi isporuke električne energije korisnicima u 2010.g., koji su posledica delovanja zaštite na mreži 20 kV sa automatskim ponovnim uključenjem.

TABELA 7 – ŠTETE ZBOG KRATKOTRAJNIH PREKIDA ZA KORISNIKE EV

Broj kratkotrajnih prekida	Prosečna snaga po izvodu kW	Prosečna šteta NOK/kW	Prosečna šteta din/kW	Ukupna šteta din/god
17.179,00	1.448,00	7,03	5,46	135.818.548,32

Kratkotrajni prekidi kraći od 3 minuta uglavnom se dešavaju kao posledica delovanja zaštite na mreži 20 kV, sa automatskim ponovnim uključenjem. Prilikom određivanja štete uzet je ukupan broj kratkotrajnih prekida kako sa brzim tako i sa sporim APU. Prosečna snaga po izvodu 20 kV dobijena je približnim proračunom kao količnik prosečne snage na nivou godine i broja izvoda 20 kV koji su prisutni u trafostanicama 110/20 kV. Prosečna šteta u trećoj koloni je izračunata na osnovu vrednosti štete za norveškog ODS-a, dok je u četvrtoj koloni izračunata prosečna vrednost štete za korisnika Elektrovojvodine, koja je 18 puta manja u odnosu na norveškog korisnika.

TABELA 8 – REGISTRIVANI POKAZATELJI KVALITETA NAPONA U EV

Pokazatelj/godina	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nedozvoljeno odstupanje napona	124	204	238	258	52	234	253	241
Prenapon	3	0	25	17	0	0	0	0
Harmonici	0	0	0	0	0	0	0	0
Nesimetrije	0	1	1	0	0	0	0	0
Ukupno poremećaj napona	127	205	264	275	52	234	253	241

Registrovani pokazatelji odstupanja od kvalitetnog napona dobijeni su evidencijom žalbi korisnika distributivnog sistema Elektrovojvodine u dugom nizu godina. Žalbe na kvalitet napona podnose uglavnom korisnici kategorije domaćinstvo koji su na krajevima dugačkih ili preopterećenih mreža.

TABELA 9 – ŠTETE ZBOG POREMEĆAJA NAPONA KOD KORISNIKA U EV

Prosečan broj žalbi na napon	Prosečna snaga po korisniku kW	Prosečna šteta NOK/kW	Prosečna šteta din/kW	Ukupna šteta din/god
206	1,05	4,47	3,47	750,56

U tabeli je dat proračun štete za korisnike od evidentnog poremećaja napona. Proračun je urađen na osnovu procene štete za korisnike u Norveškoj, prilagođenjem vrednosti koje su primerene situaciji u Srbiji. Prosečan broj žalbi korisnika izračunat je za posmatrani period od 8 godina. Prosečna snaga po korisniku je izračunata kao količnik prosečne snage na nivou godine i broja korisnika na mreži Elektrovojvodine. Prosečna šteta u trećoj koloni je izračunata na osnovu vrednosti štete za norveškog ODS-a, dok je u četvrtoj koloni izračunata prosečna vrednost štete za korisnika Elektrovojvodine, koja je 18 puta manja u odnosu na norveškog korisnika.

4. PREDUZIMANJE MERA NA SMANJENJU ŠTETA OD PREKIDA ISPORUKE I POREMEĆAJA NAPONA

Od početka obrade pokazatelja o kvalitetu isporuke električne energije, tj od 2002. godine u Elektrovojvodini se u toku izrade planova održavanja i investicija vodi računa o ovim pokazateljima. Mora se napomenuti da je značajno povećanje vrednosti pokazatelja u 2009. godini posledica primene nove metodologije praćenja prekida, koju je definisala AERS. Nova metodologija je uvela dnevnu ažurnost podataka o prekidima, tako da su obuhvaćeni svi neplanirani i planirani prekidi i nema preskakanja evidencije čega je ranijih godina bilo. U prethodnim godinama izvršene su sistematske zamene malouljnih prekidača 20 kV u svim TS 110/20 kV, zamene velikog broja mernih transformatora 110 kV, ugradnja zemljospojnih prekidača u svim TS 110/20 kV i značajni radovi na zameni izolatora kao i kablova 20 kV. Sve do sada preduzete aktivnosti nisu bile dovoljne da budemo zadovoljni postignutim rezultatima, kada se poredimo sa nama sličnim distributerima u odabranih sedam država EU. Gledajući pokazatelje SAIFI, SAIDI i uzroke prekida isporuke, zaključak je da u narednom periodu težište planskih aktivnosti u Elektrovojvodini mora biti na ubrzanju zamene izolatora i kablova 20 kV, kao i opreme 110 kV i 20 kV. U odnosu na dosadašnje analize, po prvi put ističemo potrebu posebnih napora na smanjenju broja i trajanja planiranih prekida, kojima do sada nije poklanjana potrebna pažnja.

5. ZAKLJUČAK

Prikazani uporedni rezultati u sedam zemalja Evropske Unije ne mogu se posmatrati potpuno ravnopravno. Većina zemalja EU kod računanja vrednosti pokazatelja SAIFI i SAIDI uzima u obzir i uticaj prekida u NN mreži (izuzev Malte, Norveške i Slovenije). Taj uticaj NN mreže se procenjuje na 5-20 %, što bi rezultate Elektrovojvodine dovelo u još nepovoljniji odnos prema ostalim Operatorima Distributivnog Sistema, imajući u vidu da se u Elektrovojvodini još uvek ne obrađuju prekidi u niskonaponskim mrežama. Prikazana struktura SN

mreže pokazuje da Elektrovojvodina nema nepovoljan odnos koji bi bio uzrokom lošijih pokazatelja. Poredeći rezultate Elektrovojvodine i ostalih sedam distributera zemalja EU, možemo reći da su naši pokazatelji izrazito nepovoljniji za planirane prekide, dok se za neplanirane prekide može reći da su nepovoljniji ali je ta razlika dostižna.

Analizom troškova (šteta) zbog prekida isporuke električne energije korisnicima nismo imali nameru da sugerišemo primenu mera podsticaja i penala proporcionalno učinjenim štetama, nego da ukažemo na veliki društveni značaj smanjenja broja i trajanja prekida. Preduzimanje konkretnih mera podsticaja ili penalisanja ostavljamo Regulatornoj agenciji za naredni period koji će biti karakterističan po otvaranju tržišta električne energije. Takođe i Elektroprivreda Srbije, u skladu sa svojim još 2008. godine utvrđenim pristupom, treba da usmeri povećanu pažnju na nivo pouzdanosti distributivnih sistema i njihovo približavanje nivou postignutom u zemljama EU [8].

6. LITERATURA

1. „CEER Benchmarking Report 5.1 on the Continuity of Electricity Supply, Ref: C13-EQS-57-03, Revised version: 11 February 2014.“, Bruxelles, 2014.
2. „Pravila o praćenju tehničkih i komercijalnih pokazatelja i regulisanju kvaliteta isporuke i snabdevanja električnom energijom i prirodnim gasom“, Službeni Glasnik Republike Srbije broj 2, 10. januar 2014. Savet AERS, 31.12.2013.
3. Zmijarević Z., Trhulj J., Batič D., Wagmann L., 2012., „Benchmarking kvalitete opskrbe električnom energijom u Energetskoj Zajednici“, 3.(9.) savjetovanje Hrvatskog ogranka Međunarodne elektrodistribucijske konferencije, 2012, Sveti martin na Muri.
4. Hofmann M., Seljeseth H., Volden H. G., Kjolle H. G., „Study on Estimation of Costs due to Electricity Interruptions and Voltage Disturbances“ December 2010., SINTEF Energi AS, Trondheim.
5. „Izveštaj o radu Agencije za energetiku Republike Srbije za 2012. godinu“, AERS, april 2013., Beograd.
6. „Evropski standard EN 50160 : Karakteristike napona isporučene električne energije od strane javnih distributivnih sistema“, 1999. CENELEC, Bruxelles.
7. „Guidelines of Good Practice on Estimation of Costs due to Electricity Interruptions and Voltage Disturbances“, Ref: C10-EQS-41-03, 7 December 2010. CEER, Bruxelles.
8. „Predlog za sistematsko prikupljanje, praćenje i obrada podataka za izračunavanje pokazatelja pouzdanosti isporuke električne energije kupcima na konzumnom području Privrednih Društava za distribuciju električne energije“, jun 2008., EPS, Beograd.

Ključne reči: kvalitet isporuke, neprekidnost isporuke, poremećaji napona