

ANALIZA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DEREGULISANOM ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU

B.ČUPIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd, Srbija²
Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija¹
A.MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija
Ž.MARKOVIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija
B.GRUJIČIĆ, Elektromreže Srbije, Srbija
B.ARSIĆ, Elektromreže Srbije, Srbija

UVOD

Deregulacija elektroenergetskog sistema dovodi do promena u strukturi, organizaciji i načinu funkcionisanja elektroenergetskog sistema, što rezultuje povećanjem zahteva krajnjih korisnika električne energije u pogledu kvaliteta i pouzdanosti. Neminovno, povećani zahtevi korisnika u pogledu kvaliteta i pouzdanosti isporuke električne energije zahtevaju kompromis između potreba krajnjih korisnika i distributera i snabdevača električnom energijom. U slučajevima kada dostupan nivo kvaliteta električne energije nije dovoljnog nivoa za potrebe potrošača pristupa se analizi troškova i benefita i na osnovu ove analize se pristupa primeni odgovarajućih mera za poboljšanje kvaliteta. Uobičajeno troškovi lošeg kvaliteta električne energije premašuju troškove za unapređenje kvaliteta. Troškovi zbog lošeg kvaliteta električne energije na nivou Evropske Unije koji obuhvataju industriju i komercijalni sektor se procenjuju na 10 milijardi evra na godišnjem nivou. Zakonska regulativa iz ove oblasti podrazumeva primenu Zakona o energetici, Pravila o radu prenosnog sistema, sistema Pravila o radu distributivnog sistema, sistema i Uredbe o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom. Da bi se povećao nivo kvaliteta električne energije i pouzdanosti neophodna su povećana ulaganja u elektroenergetski sistem, sistematizovan pristup kontroli i monitoringu kvaliteta električne energije i primena različitih podsticajnih i regulatornih mera prema regulisanim subjektima na tržištu električne energije sa strane regulatornih tela, kao što je Agencija za energetiku Republike Srbije. Relevantni međunarodni standardi za procenu kvaliteta i pouzdanosti električne energije su EN50160, IEC 61000-4-30, IEC 61000-4-15. U radu su prikazani rezultati analize kvaliteta električne energije koja se koristi za napajanje potrošača u staroj zgradi Nacionalnog Dispečerskog Centra Srbije (NDC). Struktura potrošača je takva da dominiraju nelinearni potrošači poput računara, fluorescentne rasvete, klima uređaja i centralne ventilacione jedinice. Rezultati analize su prikazani u skladu sa standardom EN50160.

KVALITET ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Kvalitet isporuke električne energije može da se sagleda iz više aspekata, pristupi se u svetskoj praksi donekle razlikuju, ali u osnovi mogu da se grupišu u tri osnovne kategorije(1):

- Kvalitet napona
- Pouzdanost (neprekidnost) napajanja
- Komercijalni kvalitet

Kvalitet električne energije se često u praksi i svetskoj literaturi poistovećuje sa kvalitetom napona, u nekim slučajevima razlog je razlika u definicijama u različitoj literaturi i standardima u zavisnosti od parametara koji se smatraju merom kvaliteta električne energije, ali i usled terminološke neusaglašenosti. Sa aspekta kvaliteta napona parametri sa najvećim uticajem su frekvencija, amplituda, talasni oblik i simetrija napona faza. Varijacije ovih parametara karakterišu kvalitet napona. U elektroenergetskom sistemu se sa vremenom rapidno promenila struktura potrošača u korist povećanog prisustva naponski osetljivih elektronskih potrošača primenjenih u industriji i domaćinstvima. Varijacije napona dovode do nepravilnog rada ovakvih uređaja ili kvarova, što rezultuje štetama kod potrošača. Zbog ovakvih čestih pojava korisnici električne energije očekuju sve veći kvalitet napona koji podrazumeva odstupanja napona u precizno definisanim granicama definisanim tehničkim standardima. Pojave koje izazivaju poremećaj kvaliteta napona su(1,8):

- Varijacije amplitude napona
- Varijacije frekvencije
- Kratkotrajni poremećaji napona (propadi i povišenja)
- Dugotrajni poremećaji napona (podnaponi i prenaponi)
- Tranzijentni prenaponi
- Talasna izobličenja napona (harmonici i međuharmonici)
- Flikeri (treperenje napona)
- Asimetrija napona

Tranzijentni prenaponi, kratkotrajni poremećaji napona (povišenja i propadi), dugotrajni poremećaji napona (podnaponi i prenaponi) i poremećaji amplitude i asimetrija napona su izazvani širokim spektrom događaja koji variraju od prekidačkih sklopnih manipulacija kod krajnjih potrošača do kvarova u prenosnoj mreži koji su kilometrima udaljeni. Zbog ovakvih pojava varijacije kvaliteta napona se mogu klasifikovati kao tranzijentni poremećaji, fundamentalni poremećaji frekvencije i poremećaji napona u ustaljenom stanju. Osnovni problem u praćenju i analizi kvaliteta napona se ogleda u posedovanju velike količine kvalitetnih mernih uređaja lociranih na adekvatnim lokacijama mreže, akviziciji i skladištenju podataka, sistematizovanom pristupu obrade prikupljenih podataka i odgovarajućoj analizi. Smernice za realizaciju su date u (2-4).

Pouzdanost kvaliteta električne energije predstavlja najvažniji aspekt kvaliteta isporuke električne energije. Najbitnije karakteristike su učestanost i vreme trajanja prekida napajanja električne energije potrošačima. Najčešće primenjeni parametri pokazatelja kvaliteta su SAIFI i SAIDI. Navedeni parametri predstavljaju meru pouzdanosti posmatrano u određenom vremenskom periodu, pri čemu se kao period posmatranja najčešće uzima jedna godina. Imajući u vidu da postoje različite vrste i dužine trajanja prekida napajanja, moguće je primeniti nekoliko različitih načina za merenje neprekidnosti napajanja. Konkretn izbor načina za merenje neprekidnosti napajanja zavisi od naponskog nivoa, vrste ispada i dužine trajanja prekida, pa samim tim i troškovi merenja i nadzora prekida napajanja zavise od vrste ispada, naponskog nivoa i dostupne opreme za merenje i prikupljanje podataka ali i primenjenog informacionog sistema(1,10).

Komercijalni kvalitet predstavlja kvalitet odnosa između isporučilaca električne energije i potrošača. U suštini predstavlja kvalitet usluga koji isporučio pružaju potrošačima. Neke od ovih usluga su jednokratne usluge, kao što su davanja odobrenja za priključenje i priključenje potrošača na prenosni odnosno distributivni sistem. Postoje i redovne usluge, kao što su merenje, obračun i naplata isporučene električne energije. Postoje i povremene usluge u koje spadaju odziv na žalbe i pitanja potrošača, obaveštavanja potrošača u slučajevima poremećaja u isporuci električne energije i kontrola mernih uređaja. Komercijalni kvalitet obuhvata mnoge aspekte ali se samo određeni mere i regulišu odgovarajućim standardima i instrumentima.

METODE REGULACIJE KVALITETA ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Opšta podela metoda koji se primenjuju u cilju regulacije kvaliteta isporuke električne energije je na:

- 1) Indirektne metode i
- 2) Direktne metode

Osnovne razlike između ovih metoda se ogledaju u efikasnosti i ulozi regulatorne agencije u implementaciji ovih metoda. Direktne metode se implementiraju aktivnim učešćem regulatorne agencije u njihovoj implementaciji, ali i visokim nivoom efikasnosti u odnosu na indirektno metode. Direktne metode se mogu podeliti na:

- a) Metode minimalnih standarda i
- b) Podsticajne metode

Metodom minimalnih standarda se određuje minimalni nivo koji moraju zadovoljiti pokazatelji postignutog nivoa kvaliteta isporuke električne energije. Minimalni standardi predstavljaju efikasan instrument u regulaciji kvaliteta isporuke električne energije. U slučaju da nije zadovoljen minimalni nivo standarda, kompanija snosi ekonomske gubitke zbog kazne koju plaćaju ili redukcijom cene. Ovakva metoda je veoma efikasna jer jasno definiše minimalne nivoe pouzdanosti i jasno određuje ekonomske posledice po isporučioocu električne energije u slučaju neispunjenja minimalnih standarda. Standardi u ovoj oblasti se mogu definisati kao opšti ili pojedinačni. Opšti standardi su sistemski standardi i predstavljaju standard na nivou celog sistema. Pošto je standard sistemski orijentisan, u slučaju neispunjenja standarda, svi potrošači dobijaju popust na cenu, ili popust na račun. Ovakav standard ne razlikuje različite grupe potrošača u sistemu i njihove različite potrebe u pogledu potreba za kvalitetom i pouzdanošću isporuke električne energije. Pojedinačni standardi kvaliteta električne energije se odnose na pojedinačne potrošače, odnosno na pojedinačne grupe potrošača. U skladu sa orijentacijom ovog tipa standarda i eventualna neispunjenja standarda u pogledu kvaliteta isporučene električne energije na nivou pojedinačnih potrošača ili grupa potrošača, dovode do popusta na cenu ili umanjenja računa na nivou pojedinačnih potrošača. Minimalni standardi se ne definišu kao međunarodni i nacionalni (IEC, ISO), odnosno definišu ih regulatorna agencija ili Vlada, kroz odgovarajuća zakonodavna dokumenta. Suštinski nedostatak ove metode sadržan je u činjenici da veza između kvaliteta i cene nije kontinualna, već je diskretna. Primenom ovakvih pristupa cena koja se plaća u slučaju neispunjenih minimalnih standarda je uvek ista. Tako da kompanije nemaju podsticaje da primene mere za povećanje kvaliteta pružene usluge, ukoliko troškovi dodatnih ulaganja za povećanje kvaliteta prelaze visinu predviđenih kazni za neispunjavanje minimalnih. Čak i kada kompanije postignu minimalni kvalitet, ukoliko nema podsticajnih mera ili odgovarajuće tržišne konkurencije, neće samoinicijativno podići nivo kvaliteta.

Podsticajne metode se uvode da bi se otklonili nedostaci diskretne povezanosti cene i kvaliteta, metode minimalnih standarda. Metode podsticaja se karakterišu snažnom zavisnošću cene od kvaliteta električne energije. Veza između cene i kvaliteta može biti kontinualna, može imati ograničene visine kazne i nagrade ili može imati i tzv. mrtvu zonu(1,9).

PRAĆENJE I REGULACIJA KVALITETA ISPORUKE I SNABDEVANJA

U skladu sa zakonskom regulativom Savet Agencije za energetiku Republike Srbije (AERS) je u 2013. doneo Pravila o praćenju tehničkih i komercijalnih pokazatelja i regulisanju kvaliteta isporuke i snabdevanja električnom energijom i prirodnim gasom (Pravila o kvalitetu). Pravila o kvalitetu su doneta na osnovu petogodišnjeg iskustva u prikupljanju podataka i praćenju pokazatelja kvaliteta i isporuke i snabdevanja električnom energijom, kao i međunarodne prakse u nadzoru kvaliteta usluga koje pružaju energetske subjekti. Pravila o kvalitetu su uspostavljena sa ciljem harmonizacije načina evidentiranja podataka i proračuna pokazatelja kvaliteta. Cilj je formiranje baze kompletnih, pouzdanih i uporedivih podataka. Ovakva baza omogućava poređenje podataka i regulaciju. Ovako prikupljeni podaci će u budućnosti omogućiti propisivanje zahtevanih vrednosti pokazatelja pouzdanosti i samim tim adekvatnu procenu dobijenih rezultata i u slučaju odstupanja odgovarajućih postupaka prema kompaniji u odnosu na stepen odstupanja. U oblasti električne energije je prikupljanje podataka o kvalitetu isporuke i snabdevanja započelo pre devet godina. Tada su definisani, obim i format podataka o tehničkim i komercijalnim aspektima kvaliteta koje energetske kompanije moraju da prikupljaju, kao i rokovi za dostavljanje podataka AERS, na osnovu kojih su proračunavani pokazatelji tehničkih i komercijalnih aspekata kvaliteta u isporuci i snabdevanju električnom energijom. Zbog definisanih zahteva AERS, povećana je infrastruktura, obim i kvalitet prikupljenih podataka, naročito u oblasti evidentiranja neprekidnosti isporuke.

NEPREKIDNOST ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE

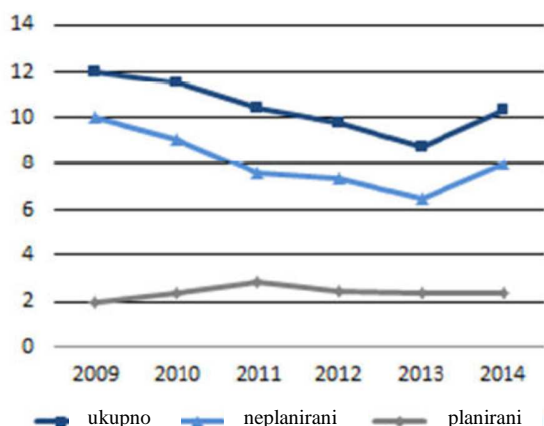
Neprekidnost isporuke električne energije, koja se definiše brojem i trajanjem prekida isporuke električne energije, redovno se prati sa strane energetske kompanije na prenosnom i distributivnom nivou. Kompanije dostavljaju na mesečnom nivou izveštaje AERS za sve neplanirane i planirane prekide u prenosnoj i distributivnoj mreži koji su trajali duže od 3 minuta. U (5) su prikazani izveštaji o godišnjim pokazateljima neprekidnosti isporuke u prenosnoj i distributivnoj mreži, za neplanirane i planirane prekide u periodu 2009. do 2014. godine.

POKAZATELJI NEPREKIDNOSTI ISPORUKE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

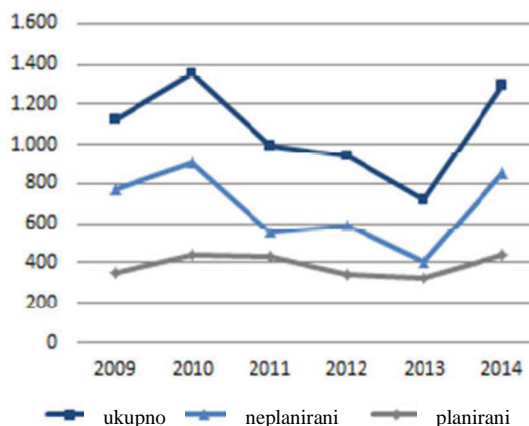
Neprekidnost isporuke u distributivnoj mreži se ocenjuje na osnovu sledećih karakterističnih pokazatelja pouzdanosti ovih mreža:

- SAIFI [broj prekida/korisnik] – prosečna učestanost prekida napajanja po korisniku, koja se računa kao količnik kumulativnog broja prekida napajanja korisnika i ukupnog broja korisnika i
- SAIDI [minuta/korisnik] – prosečno trajanje prekida napajanja u minutima po korisniku, koje se računa kao količnik kumulativnog trajanja prekida napajanja korisnika i ukupnog broja korisnika.

Ovi pokazatelji za period 2009 – 2014. su prikazani za planirane, neplanirane prekide i ukupno na Slikama 1 i 2.



Slika 1 SAIFI parametar za period 2009 – 2014



Slika 2 SAIDI parametar za period 2009 – 2014

Kod pokazatelja pouzdanosti, tj. kod pokazatelja neprekidnosti isporuke za neplanirane prekide u distributivnoj mreži je u 2014. na nivou Srbije došlo do značajnog pogoršanja. Prosečna učestanost neplaniranih prekida je povećana za 2 prekida po korisniku, dok je prosečno trajanje neplaniranog prekida povećano za skoro 400 minuta po korisniku, što predstavlja znatno pogoršanje u odnosu na prethodnu godinu. Ovakvi efekti su rezultat loših vremenskih prilika u prethodnom periodu. Kada se izuzmu efekti uticaja loših vremenskih prilika na parametre, oni su i dalje veoma visoki u odnosu na zemlje Evropske Unije(6).

ANALIZA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE NACIONALNOG DISPEČERSKOG CENTRA “NIKOLA TESLA”

Sa ciljem ispitivanja činilaca kvaliteta električne energije na sredjenaponskom distributivnom nivou izvršeno je merenje parametara kvaliteta električne energije 10 kV razvoda, sa koga se napaja stara zgrada Nacionalnog Dispečerskog Centra (NDC), Elektromraža Srbije. U strukturi potrošača dominiraju nelinearni potrošači poput računara, fluorescentne rasvete, klima uređaja i centralne ventilacione jedinice. Merenje je izvršeno u periodu od 10.

do 17. aprila ove godine. Merenje je realizovano uređajem Power Visa firme Dranetz(7). Navedeni uređaj, predstavlja uređaj za analizu kvaliteta električne energije i rezultate merenja i analizu prikupljenih podataka može da predstavi i klasifikuje u skladu sa vodećim tehničkim standardima iz ove oblasti. Rezultati analize predstavljeni u nastavku su prikazani u skladu sa standardom EN 50160. Skalirana nominalna fazna vrednost napona napajanja je 59V, i svi rezultati odstupanja napona su prikazani u odnosu na ovu vrednost napona.

OSNOVNE KARAKTERISTIKE MERNOG UREĐAJA

Power Visa predstavlja uređaj za merenje kvaliteta električne energije, koji je godinama zastupljen na svetskom tržištu, Sadrži 8 nezavisnih mernih kanala. Omogućava napredna trofazna merenja parametara kvaliteta električne energije i monitoring opterećenja i energije potrošnje. Instrument ima automatizovana podešavanja koja obezbeđuju trenutnu detekciju strujnih krugova, obezbeđujući da je instrument spreman za uspešno prikupljanje podataka. Korisnici mogu birati dužinu i način prikupljanja podataka, uključujući i rešavanja problema, skladištenje podataka, pregled i ispitivanje kvaliteta električne energije, i balansiranje opterećenja. Osnovne karakteristike primenjenog uređaja su date u (7). Prikupljeni podaci sa mernog uređaja se skladište na CF (Compact Flash) memoriji sa 4GB podataka, što je dovoljno memorije za dve nedelje neprekidnog snimanja događaja, sa registracijom od približno 10000 dođaja na dnevnom nivou. Akvizicija podataka se vrši se sa 256 odbiraka po periodi.

REZULTATI MERENJA

Osnovni problem skladištenja veće količine podataka sa opisanog mernog uređaja se sastoji u činjenici da se snimljeni materijal skladišti u više particija od po približno 100 MB memorije. Ovakva količina memorije predstavlja dnevni snimak podataka. Po standardu EN 50160 i Smernicama za monitoring kvaliteta električne energije (2-4), neophodan je za potpunu analizu sedmodnevni izveštaj. U prikazu rezultata je dat pregled analize kvaliteta energije za karakteristični dan u okviru mernog perioda. Odstupanja parametara kvaliteta električne energije su evidentirana uređajem za merenje i to za:

- Propad napona koji spada u kratkotrajni poremećaj napona (Voltage sag, Voltage dip)
- Tranzijentne varijacije napona (Transient voltage)
- Prekomerne varijacije napona napajanja (Supply voltage variations)

Na Slici 3 je prikazan izveštaj o saglasnosti merenja kvaliteta električne energija za navedeni dnevni period, za 14. april ove godine, sa tehničkim standardom EN50160. Za odgovarajuću period registrovana su dva propada napona Jedan kratkotrajni u trajanju od 10ms do 100ms, koji se može svrstati u kategoriju propada napona (Voltage sag). Kratotrajni propad napona u skladu sa tehničkim standardom EN50160 se dogodio u jutarnjim časovima u 08:26:28 časova. Propad napona je bio iskazan u svim fazama, ali je najizraženiji u fazi B, što je i prikazano na Slici 4. Na Slici 4 je prikazana trenutna vrednost napona faze B, sa amplitudom od 82,5V, na levom delu dijagrama koji prikazuje period pre nastanka propada napona, što odgovara efektivnoj vrednosti napona od 58,34V, što je približno efektivnoj vrednosti nominalnog faznog napona od 59V. Nakon nastanka propada napona, na desnom delu dijagrama amplitude trenutne vrednosti napona iznosi 54,2V, što odgovara efektivnoj vrednosti faznog napona od 38,34V. U odnosu na nominalnu efektivnu vrednost od 58,34V odstupanje iznosi 20V, što predstavlja pad efektivnog faznog napona na 66% u odnosu na nominalnu vrednost napona. Nivo propada napona spada u kategoriju odstupanja napona u odnosu na nominalnu vrednost od 60% do 99% za oba registrovana slučaja. Najčešći uzroci pojave propada napona su prekidačke manipulacije sa nelinearnim potrošačima, odnosno uzroci nastanka u objektima ovog tipa, najčešće nastaju usled velikih polaznih struja motora klima uređaja, odnosno pogonskog motora centralne ventilacione jedinice, što je primenjeno u slučaju ove zgrade. Ova pojava je evidentirana redovno po praćenim danima u odgovarajućem vremenskom periodu i predstavlja ustaljenu pojavu. Prekidačke sklopne manipulacije mogu izazvati sem propada napona i dugotrajne poremećaje napona (podnapone) ali i prekide rada, odnosno ispade u ekstremnim slučajevima. Drugi slučaj evidentiranog propada napona izazvan je istim uzrocima, prolaznog je tipa ali zbog vremena trajanja od 1s do 3s, svrstava se u drugu grupu propada napona. U slučaju primene rutinskih uključenja i isključenja nelinearnih potrošača i opreme zasnovane na novoj generaciji primenjene automatike i kompjuterski baziranih tehnologija u objektu su moguće sem nabrojanih i pojave strujnih i naponskih impulsa, distorzije napona, prenaponskih talasa i ponavljanja poremećaja normalnog radnog režima. U prikazanom periodu na

Slici 4 jasno je da istovremeno nije došlo do većih fluktuacija struja osim izvesnog porasta struje u posljednjem vremenskom segmentu dijagrama koji se jasno može identifikovati sa porastom opterećenja potrošnje u istom vremenskom intervalu prikazanom na Slici 5. Na Slici 5 je dat dijagram opterećenja potrošnje, na osnovu kog se može zaključiti da je nagli skok opterećenja izazvan priključenjem različitih grupa nelinearnih potrošača u usko vremenski ograničenom opsegu koji se u potpunosti poklapa sa vremenom pojave propada napona, čime se potvrđuje uzrok pojave propada napona, naponskih tranzijenata i prekomerne varijacije napona registrovane primenjenim analizatorom kvaliteta električne energije. Na Slikama 6 i 7 su prikazani nivoi propada napona i tranzijentnog prenapona koji se desio u naznačenom vremenskom periodu. Na Slici 6 je prikazana vrednost propada napona u relativnim jedinicama u odnosu na baznu vrednost od 10V, odnosno apsolutna vrednost propada napona je iznosila 20V, dok je na Slici 7 prikazan tranzijent napona od 10V koji je usvojen za baznu vrednost koji je registrovao merni uređaj u naznačenom vremenskom periodu. Dominantan uticaj na propad napona prikazan Slikom 4 ima uključenje u jutarnjim časovima centralne ventilacione jedinice, odnosno motora kao pogonskog elementa, koji karakteristično izaziva povećane polazne struje odnosno opterećenje u skladu sa Slikom 5. Dnevna praksa u NDC je da se centralni ventilacioni sistem pokreće u periodu od 8.00 do 8.30 časova. Propade napona ovog tipa u praksi mogu da izazovu i potrošači kao što su pojedinačni klima uređaji ili udaljeni kvarovi koji se reflektuju putem propada napona(8). Uređaj je takođe registrovao i 6 slučajeva tranzijentnih prenapona koji su vremenski grupisani na period u jutarnjim časovima i period koji se poklapa sa krajem radnog vremena Tranzijenti su se dešavali u svim fazama ali su po apsolutnim vrednostima napona daleko najizraženiji u fazi B. Tranzijenti i impulsnog i oscilatornog tipa su po pravilu rezultat uticaja rasvete odnosno uključnja ili isključenja većih grupa nelinearnih potrošača(8) u objektima ovog tipa. Maksimalna efektivna vrednost amplitude tranzijenta napona u fazi B je iznosila 117 volti, što u odnosu na skalirane vrednosti napona uređaja sa nominalnom efektivnom vrednošću napona od 59V, predstavlja prekoračenje od 98%. Prekomerne varijacije napona koje su po standardu EN50160 dozvoljene u granicama U_n (V) +10%/-6%, su takođe registrovane i logična su posledica prethodno navedenig odstupanja napona.

EN50160 COMPLIANCE REPORT - ADDITIONAL INFORMATION

Site: PowerGuidestrndc, Week #1 (13.04.2016 13:46:12,0 to 14.04.2016 08:57:24,0)

Supply Voltage Dips, Interruptions and Overvoltages

(EN50160 does not specify limits for this category, these are informative figures)

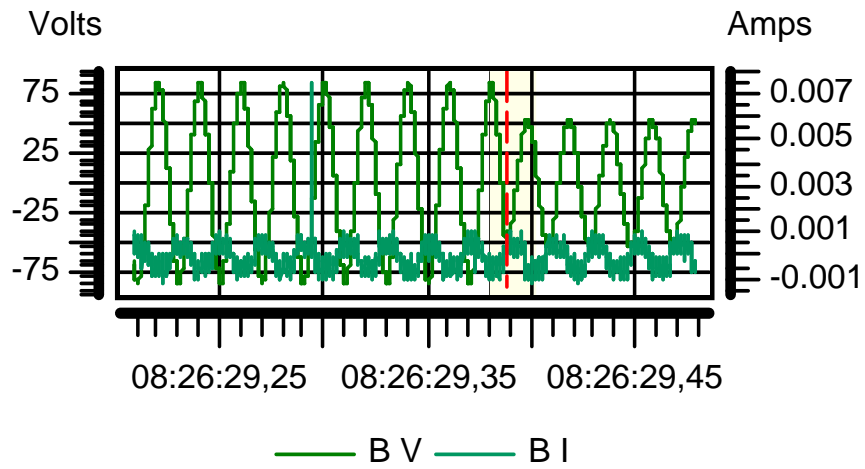
Magnitude	10-100 msec	0.1-0.5 Sec.	0.5-1 Sec.	1-3 Sec.	3-20 Sec.	20-60 Sec.	1-3 Min	>3 Min
Dips:								
0% - 10%	-	-	-	-	-	-	-	-
10% - 15%	-	-	-	-	-	-	-	-
15% - 30%	-	-	-	-	-	-	-	-
30% - 60%	-	-	-	-	-	-	-	-
60% - 99%	1	-	-	1	-	-	-	-
Interruptions:								
99% - 100%	-	-	-	-	-	-	-	-
Swells:								
0% - 110%	-	-	-	-	-	-	-	-
110% - 120%	-	-	-	-	-	-	-	-
120% - 140%	-	-	-	-	-	-	-	-
140% - 160%	-	-	-	-	-	-	-	-
160% - 200%	-	-	-	-	-	-	-	-
200% -	-	-	-	-	-	-	-	-

Transient Overvoltages

(EN50160 does not specify limits for this category, these are informative figures)

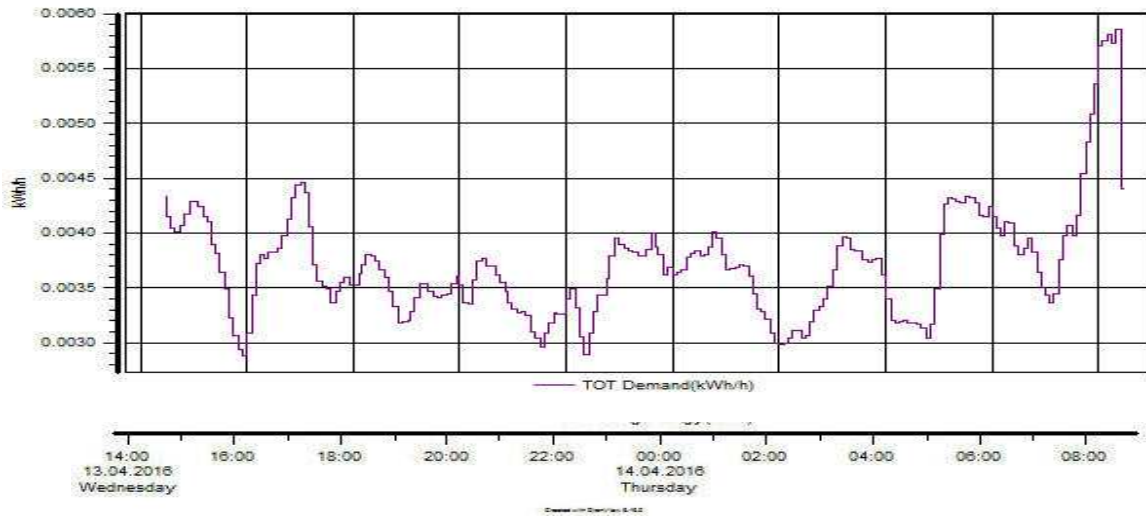
Magnitude	Counts
0% - 110%	-
110% - 120%	-
120% - 140%	-
140% - 160%	-
160% - 200%	6
200% -	-

Slika 3 Izveštaj o merenju kvaliteta električne energije u odnosu na standard EN50160

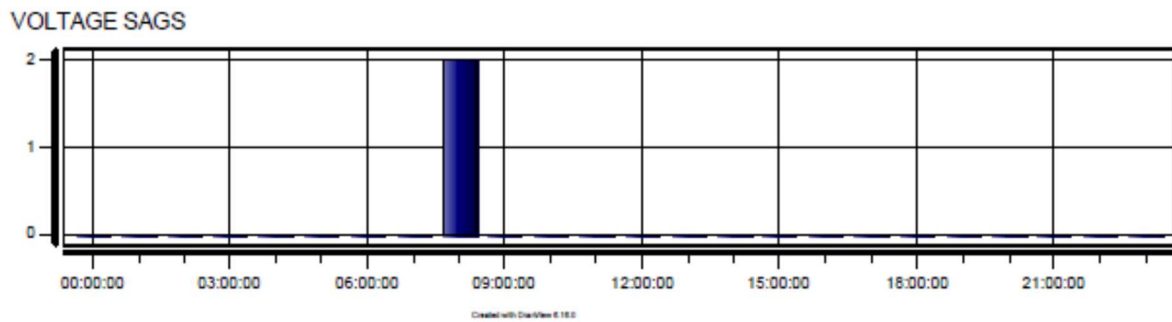


Created with DranView 6.16.0

Slika 4 Propad napona faze B

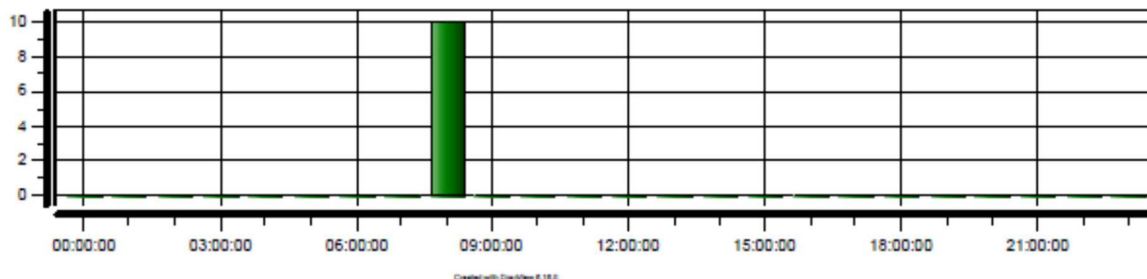


Slika 5 Dijagram opterećenja



Slika 6 Propad napona faze B izražen u relativnim jedinicama

VOLTAGE TRANSIENTS



Slika 7 Tranzijentni napon faze B koji predstavlja baznu vrednost

ZAKLJUČAK

Na osnovu analize rezultata merenja kvaliteta električne energije stare zgrade Nacionalnog Dispečerskog Centra Elektromreža Srbije, nameće se zaključak da najveći uticaj na kvalitet električne energije, odnosno na prikazana odstupanja ima centralna ventilaciona jedinica, fluorescentna rasveta i kompjuterska oprema. Dominantan uticaj na pojave propada napona ima centralna ventilaciona jedinica, a u slučaju naponskih tranzijenata i prekomernih varijacija napona po standardu EN50160 ima sem računara, pomenuta fluorescentna rasveta koja je dominantno sa svojim svetlosnim izvorima raspoređana u smislu napajanja na fazu B kao i uključanja i isključenja grupa potrošača primenjenih u ovom objektu u karakterističnim vremenskim intervalima (početak i kraj radnog vremena). Rešenje može da predstavlja simetrično raspoređivanje strujnih krugova instalacije osvetljenja po fazama ili promena izvora svetlosti celokupnog objekta, energetski efikasnijim uređajima sa mnogo manje uticaja na kvalitet električne energije. Moguće rešenje predstavlja primena LED rasvete, uz prethodno izvršenu tehničko - ekonomsku analizu, koja bi svakako pokazala pozitivne efekte eventualne primene.

LITERATURA

- 1.Trhulj J, Hadžibabić LJ, Vučković A, "Nadzor i regulacija kvaliteta usluge u distribuciji i snabdevanju električnom energijom", CIRED, Vrnjačka Banja, Srbija, 2008.
- 2.Milanović J V, "Power Quality Monitoring: State Of The Art And Future Trends", 9th Conference on Electricity Distribution of Serbia, CIRED Serbia, Vrnjacka Banja, Serbia, September 22-26, 2014.
- 3.Bollen M H J, CIGRE/CIRED working group on voltage-quality monitoring, keynote session on "International working group results on power quality and renewable energy integration", at International Conference on Renewable Energy and Power Quality, Cordoba, Spain, April 7-10, 2014.
- 4.Meyer J, "Guidelines for effective Power Quality Monitoring – Activities of Joint Working Group CIGRE/CIRED C4.112", 7th Simposio Internacional sobre Calidad de la Energia Electrica (CICEL) 2013, Medellin, Colombia, 27-29, November 2013.
- 5.Agencija za energetiku Republike Srbije, "Izveštaj Agencije za 2014.", Beograd, Srbija, 2014.
6. 6 CEER Benchmarking Report 5.1 on the Quality of Electricity Supply, 2014
7. www.dranetz.com/product-services/powervisa/#tab-1
- 8.Om P, Malik, Abdelhay A. Sallam, The Institute of electrical and Electronics Engineers, John Wiley & Sons, 2011.
9. V. S. Ajodhia, "Regulating Beyond Price - Integrated price-quality regulation for electricity distribution network", PhD-Thesis TU Delft, 2005
10. Ž.R.durišić, M.B.durić, "Opis merno-akvizicionog sistema za kontrolu kvaliteta električne energije u distributivnom sistemu", 27. savetovanje JUKO CIGRE, Zlatibor, 29.5.-3.6.2005.

Kontakt osoba: Borko Čupić

Kontakt telefon: 0668085524

Kontakt mejl: borkocupic@gmail.com, borkoc@viser.edu.rs