

KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE NA MESTU PRIKLJUČENJA SOLARNIH ELEKTRANA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM

POWER QUALITY AT THE POINT OF CONNECTION OF SOLAR POWER PLANTS TO THE DISTRIBUTION SYSTEM

Nenad ZLATKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak ED Aranđelovac, Srbija
Bojan ĐEKIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak ED Aranđelovac, Srbija
Nikola KRUŠKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak ED Aranđelovac, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U radu je predstavljena analiza kvaliteta električne energije, kroz kvalitet napona na mestu priključenja solarnih elektrana na distributivni sistem Ogranaka Elektrodistribucije Aranđelovac. Merenja su vršena mrežnim analizatorom visoke klase tačnosti u skladu sa normom IEC 61000-4-30. Analiza dobijenih rezultata vršena je u skladu sa normom SRPS EN 50160 i u skladu sa važećim Pravilima o radu distributivnog sistema (Pravila o radu DS). Uz nesumljive benefite koje donosi izgradnja i priključenje solarnih elektrana, cilj rada je da sagleda uticaj solarnih elektrana na kvalitet električne energije, kroz kvalitet napona na mestu predaje električne energije u distributivni sistem.

Glavne reči: Kvalitet električne energije, mrežni analizator, norma SRPS EN 50160, solarna elektrana.

ABSTRACT

The paper presents an analysis of the power quality, through the voltage quality at the point of connection of solar power plants to the distribution system of the DSO Elektrodistribucija Aranđelovac. The measurements were carried out with power quality analyzer of high accuracy class in accordance with norm IEC 61000-4-30. The analysis of the obtained results was performed in accordance with norm SRPS EN 50160 and in accordance with the requirements of the Distribution System Operator (DSO). In addition to the undoubted benefits brought by the installation of solar power plants, the aim of the work is to assess of solar power plants on the power quality, through the voltage quality at the point of common coupling (PCC).

Key words: Power quality, power quality analyzer, norm SRPS EN 50160, solar power plants.

Nenad Zlatković, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak ED Aranđelovac, nenad.zlatkovic@ods.rs
Bojan Đekić, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak ED Aranđelovac, bojan.djekic@ods.rs
Nikola Krušković, Elektrodistribucija Srbije doo Beograd, Ogranak ED Aranđelovac, nikola.kruskovic@ods.rs

1. UVOD

Donošenjem Zakona o korišćenju obnovljivih izvora energije (sl. Glasnik RS br. 40/2021 i 35/2023), Republika Srbija je napravila značajan iskorak ka uređenju modela korišćenja energije iz obnovljivih izvora. Članom 2. ovog zakona istaknuto je da je korišćenje energije iz obnovljivih izvora u javnom interesu i od posebnog značaja za Republiku Srbiju. Na taj način, ističe se želja za smanjenjem upotrebe fosilnih goriva, povećanjem korišćenja obnovljivih izvora energije a sve u cilju zaštite životne sredine, kao i dugoročnog smanjenja zavisnosti od uvoza energenata. U poslednje vreme, sve se češće pojavljuju zahtevi za priključenje objekata koji proizvode električnu energiju iz obnovljivih izvora energije na distributivni sistem što predstavlja veliki izazov za Operatora distributivnog sistema (ODS) koji je odgovoran za upravljanje distributivnim sistemom, da omogući proizvodnim objektima električne energije da budu priključeni na distributivni sistem uz uvažavanje svih benefita distribuirane proizvodnje energije, ali i potencijalnih negativnih uticaja: posebno na kvalitet isporuke i isporučene električne energije; gubitke aktivne energije u mreži; na snage kratkog spoja i delovanje zaštite u

mreži. Ovaj rad se bavi analizom uticaja distribuiranih izvora električne energije, fotonaponskih elektrana na kvalitet električne energije u tački priključenja na distributivni sistem električne energije. Kvalitet napona u pojedinim tačkama mreže zavisi od ukupnog međusobnog delovanja proizvodnih jedinica, prenosnih i distributivnih elemenata mreže te potrošača, koji su spojeni na elektroenergetsku mrežu, a opisana je harmonizacijom normi, Pravilima o radu DS. Održavanje propisanog nivoa kvaliteta napona u svakoj tački distributivne mreže je obaveza ODS. Navedena obaveza sprovodi se ograničavanjem negativnog povratnog uticaja opreme svih korisnika na mrežu. Naravno ODS je dužan da distributivnu mrežu gradi u skladu sa propisima i tehničkim zahtevima kako bi kupcima bio obezbeđen napon kvaliteta u skladu sa propisima. U skladu sa Pravilima o radu DS, ODS sprovodi monitoringe kvaliteta napona duž svoje distributivne mreže kako bi kupcima obezbedio napajanje u skladu sa zahtevima propisa. Takođe, nakon podnošenja zahteva investitora, ODS izdaje uslove za projektovanje i priključenje, a kasnije i Rešenje o priključenju elektrana na distributivni sistem električne energije. Kada su u pitanju elektrane snaga većih od 50 kW, ODS pre izdavanja uslova za projektovanje i priključenje izrađuje Studiju priključenja objekta za proizvodnju električne energije, na osnovu koje se određuje tačno mesto priključenja objekta proizvođača na distributivni sistem. Osnovni deo Studije predstavlja provera tehničkih kriterijuma za definisanje uslova priključenja. Tehnički kriterijumi koje mora da ispuni objekat proizvođača električne energije su sledeći:

- Kriterijum maksimalno dozvoljenje snage generatora u elektrani;
- Kriterijum dozvoljenih vrednosti napona u stacionarnom režimu;
- Kriterijum dozvoljenog strujnog opterećenja elemenata distributivne mreže;
- Kriterijum snage kratkog spoja;
- Kriterijum flikera (ne proverava se za fotonaponske elektrane);
- Kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika i interharmonika (ne proverava se za fotonaponske elektrane).

Za objekte proizvođača električne energije snage od 10,8 kW do 50 kW, ODS izdaje Separat o priključenju objekta proizvođača električne energije na distributivni sistem. Ova procedura je nešto jednostavnija u odnosu na prethodno opisano.

Za domaćinstva koja na svoje instalacije žele da priključe solarne panele snage do 10,8 kW, ODS nakon prilagođenja mernog mesta (ugrađivanja adekvatnog dvosmernog brojila električne energije), provere unutrašnjih instalacija i ispunjenja formalno, pravnih normi, izdaje Potvrdu o priključenju solarnih panela, bez provera kriterijuma priključenja koja važe za elektrane većih snaga. Cilj ovog referata je da izvrši analizu uticaja nekoliko tipova fotonaponskih elektrana priključenih na distributivnu mrežu Ogranka Elektrodistribucija Aranđelovac na kvalitet električne energije, kroz kvalitet napona u tački priključenja fotonaponskih elektrana na distributivni sistem. Analiza izmerenih vrednosti parametara kvaliteta napona upoređena je sa zahtevima ODS-a opisanim u Pravilima o radu DS kao i sa zahtevima važeće norme SRPS EN 50160.

2. MESTA MERENJA I METODA MERENJA

Za potrebe ove analize izvršena su merenja parametara kvaliteta napona u mestima priključenja tri različite fotonaponske elektrane, jedne čiste fotonaponske elektrane nominalne snage 24 kVA, jedne elektrane u režimu rada kupac- proizvođač snage 150 kVA i elektrane u režimu rada kupac-proizvođač snage 10,8 kVA priključene na unutrašnje instalacije jednog domaćinstva. Na ovaj način sagledan je uticaj fotonaponskih elektrana različitih snaga i različitih režima rada. Radi kvalitetne analize naponskih prilika, vršena su merenja sledećih parametara:

- Efektivne vrednosti napona,
- Faktor totalnog izobličenja napona V THD (%),
- Jačina flikera (P_{st} , P_{lt}),
- Vrednosti harmonika napona,
- Naponski događaji (propadi napona, prenaponi).

Merenja su vršena mrežnim analizatorom u skladu sa standardom IEC 61000-4-30 u trajanju od sedam dana u tri merne tačke (svaka elektrana je jedna merna tačka).

2.1. Merna tačka 1- Fotonaponska elektrana 1 snage 24 kVA

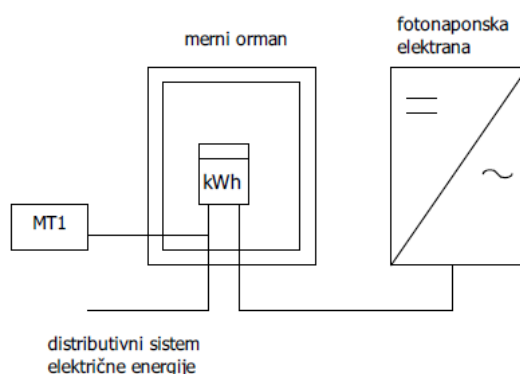
U pitanju je objekat mini fotonaponska elektrana snage 24 kVA u režimu rada proizvodnje električne energije i predaje u distributivni sistem. Objekat je priključen na niskonaponsku distributivnu mrežu, odnosno nadzemni niskonaponski izvod iz TS 10(20)/0,4 Kv Vrbica- Limena, elektroenergetskim niskonaponskim vodom tipa PP00-A 4x25 mm² dužine 9 m. Priključak od niskonaponskog merno- razvodnog ormara na stubu mreže niskog

napona do niskonaponskog ormana solarne elektrane i invertora izveden je nadzemnim niskonaponskim vodom tipa SKS X00/0-A 3x70+71,5 mm² dužine 44 m. Opšti podaci fotonaponske elektrane 1 prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1 - Opšti podaci fotonaponske elektrane 1

Nazivna snaga elektrane (kVA)	Naponski nivo u tački priključenja (kV)	tip invertora	Tip fotonaponskih panela
24	0,4	SMA Solar Technology AG, Nemačka	YGE 60 Cell 400 mm Series, YINGLI Solar

Merna tačka 1 je mesto merenja na kojem je zakačen mrežni analizator u niskonaponskom merno- razvodnom ormanu u tački primopredaje energije fotonaponske elektrane 1 i distributivnog sistema. Merenja su vršena u periodu od 20.03.2024. godine do 27.03.2024. godine. Principijelna shema merenja u mernoj tački 1 prikazana je na slici 1.



Slika 1 - Principijelna shema merenja u mernoj tački 1 (MT 1)

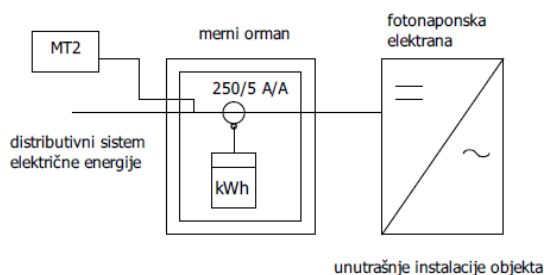
2.2. Merna tačka 2 - Fotonaponska elektrana 2 snage 150 kVA

U pitanju je objekat fotonaponska elektrana snage 150 kVA u režimu rada paralelan rad sa distributivnim sistemom električne energije gde se deo energije predaje u distributivni sistem a deo koristi za napajanje sopstvenih potrošača (kupac- proizvođač). Fotonaponska elektrana je priključena na unutrašnje instalacije objekta korisnika radi sticanja statusa kupac- proizvođač. Objekat korisnika je na distributivni sistem priključen na naponskom nivou 0,4 kV, preko osiguračke letve na niskonaponskom izvodu broj 1 u niskonaponskom ormanu SBTS 10/0,4 kV Hladnjača Vinča. Opšti podaci fotonaponske elektrane 2 prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2 - Opšti podaci fotonaponske elektrane 2

Nazivna snaga elektrane (kVA)	Naponski nivo u tački priključenja (kV)	tip invertora	Tip fotonaponskih panela
150	0,4	KACO, Blueplanet DTS-BP- 50.0 TL3 50kVA	Euroner, Mepv 144

Merna tačka 2 je mesto merenja na kojem je zakačen mrežni analizator u niskonaponskom razvodnom ormanu u tački primopredaje energije fotonaponske elektrane 2 i distributivnog sistema. Merenja su vršena u periodu od 02.04.2024. godine do 08.04.2024. godine. Principijelna shema merenja u mernoj tački 2 prikazana je na slici 2.



Slika 2 - Principijelna shema merenja u mernoj tački 2 (MT 2)

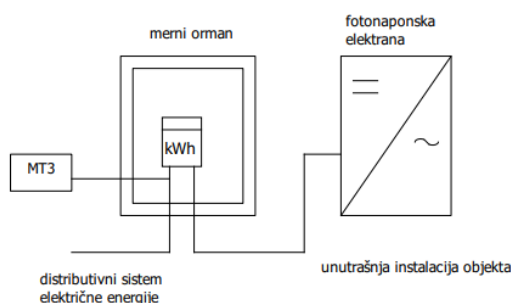
2.3. Merna tačka 3 - Fotonaponska elektrana 3 - domaćinstvo snage 10 kVA

U pitanju je objekat fotonaponska elektrana snage 10 kVA u režimu rada paralelan rad sa distributivnim sistemom električne energije gde se deo energije predaje u distributivni sistem a deo koristi za napajanje sopstvenih potrošača (kupac- proizvođač). Fotonaponska elektrana je priključena na unutrašnje instalacije objekta korisnika (domaćinstvo) radi sticanja statusa kupac- proizvođač. Objekat korisnika je na distributivni sistem priključen na naponskom nivou 0,4 kV, preko priključne kleme niskonaponskog ormana izmeštenog mernog mesta. Opšti podaci fotonaponske elektrane 3 prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3 - Opšti podaci fotonaponske elektrane 3

Nazivna snaga elektrane (kVA)	Naponski nivo u tački priključenja (kV)	tip invertora	Tip fotonaponskih panela
10	0,4	Fronius SYMO 10.0-3-M	AC-360 MH, Axitec Energy GmbH

Merna tačka 3 je mesto merenja na kojem je zakačen mrežni analizator u niskonaponskom mernom ormanu u tački primopredaje energije fotonaponske elektrane 3 i distributivnog sistema. Merenja su vršena u periodu od 09.04.2024. godine do 16.04.2024. godine. Principijelna shema merenja u mernoj tački 3 prikazana je na slici 3.



Slika 3 - Principijelna shema merenja u mernoj tački 3 (MT 3)

3. REZULTATI MERENJA

Merenja su vršena mrežnim analizatorima koji rade u skladu sa normom IEC 61000-4-30. Za potrebe ove analize, vršena su usrednjavanja merenih parametara u skladu sa zahtevima norme SRPS EN 50160. U narednim tabelama dat je prikaz izmerenih vrednosti merenih parametara, kao i uporedni prikaz određenih parametara napona i zahteva opisanih u Pravilima o radu DS i normi SRPS EN 50160.

3.1. Rezultati merenja u MT 1

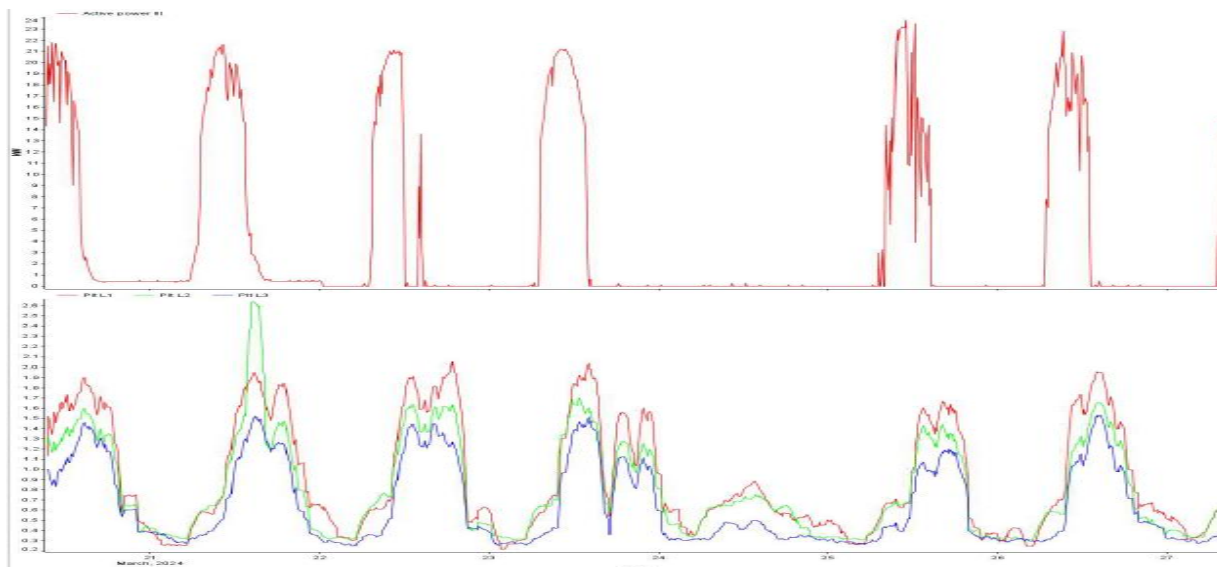
Izmerene vrednosti analiziranih parametara kvaliteta napona u mernoj tački MT 1 prikazani su u tabelama od broja 4 do broja 8.

Tabela 4 - Efektivne vrednosti faznih napona u MT 1

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
L1 (V)	248.23	222.74	237.54	242.91	DA	DA
L2 (V)	243.23	224.79	235.59	240.41	DA	DA
L3 (V)	244.49	223.86	236.25	241.23	DA	DA

Tabela 5 - Vrednosti flikera dugog trajanja u MT 1

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
Plt L1	2.048	0.212	0.908	1.872	NE	NE
Plt L2	2.638	0.304	0.808	1.603	NE	NE
Plt L3	1.531	0.247	0.646	1.405	NE	NE



Slika 4 - Grafik kretanja flikera dugog trajanja Plt (dole) i aktivne trofazne snage P (gore)

Tabela 6 - Vrednost faktora nesimetrije Kd u MT 1

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
faktor nesimetrije Kd (%)	1.2	0	0.356	0.8	DA	DA

Tabela 7 - Vrednost frekvencije u MT 1

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	99.5 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
f (Hz)	50.08	49.92	49.99	50.02	DA	DA

Tabela 8 - Vrednost faktora totalnog izobličenja napona u MT 1

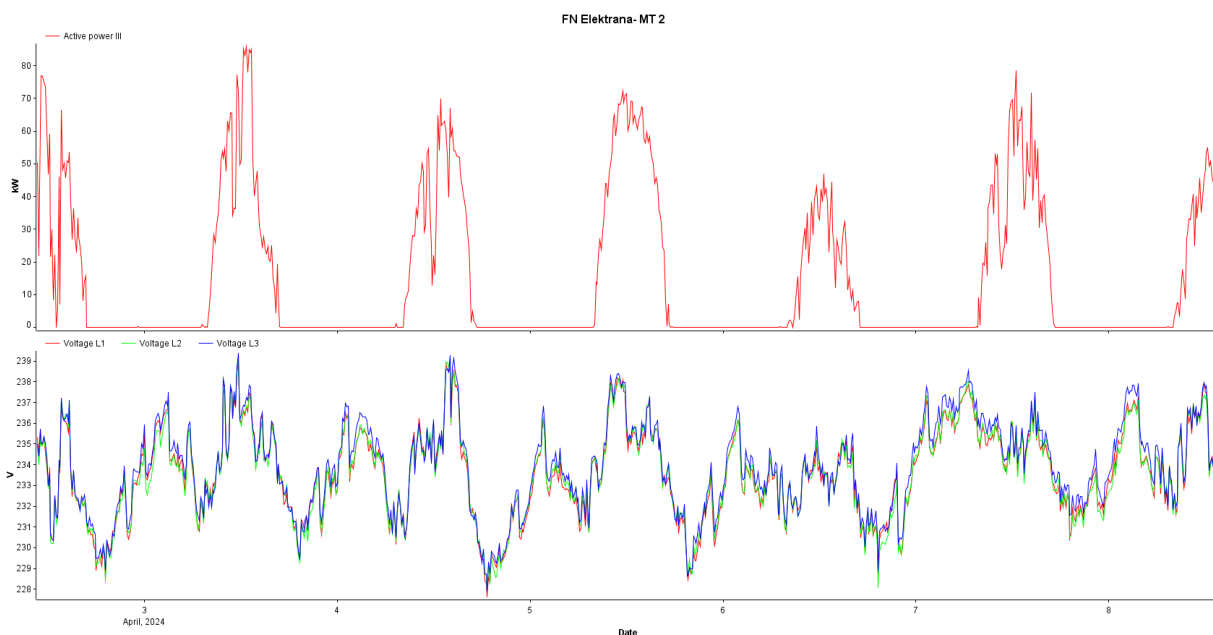
	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
V THD L1 (%)	2.8	1.3	1.93	2.5	DA	DA
V THD L2 (%)	2.6	1.3	1.87	2.4	DA	DA
V THD L3 (%)	3.3	1.6	2.23	2.7	DA	DA

3.2. Rezultati merenja u MT 2

Izmerene vrednosti analiziranih parametara kvaliteta napona u mernoj tački MT 2 prikazani su u tabelama od broja 9 do broja 13.

Tabela 9 - Efektivne vrednosti faznih napona u MT 2

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
L1 (V)	239.03	227.64	233.59	237.18	DA	DA
L2 (V)	239.2	227.91	233.58	237.11	DA	DA
L3 (V)	239.36	227.91	233.92	237.69	DA	DA



Slika 5 - Grafik kretanja efektivnih napona (dole) i aktivne trofazne snage P (gore)

Tabela 10 - Vrednosti flikera dugog trajanja u MT 2

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
Plt L1	2.098	0.16	0.87	1.854	NE	NE
Plt L2	1.569	0.146	0.699	1.46	NE	NE
Plt L3	1.48	0.156	0.638	1.298	NE	NE

Tabela 11 - Vrednost faktora nesimetrije Kd u MT 2

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
faktor nesimetrije Kd (%)	0.4	0	0.1	0.2	DA	DA

Tabela 12 - Vrednost frekvencije u MT 2

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	99.5 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
f (Hz)	50.07	49.93	49.99	50.03	DA	DA

Tabela 13 - Vrednost faktora totalnog izobličenja napona u MT 2

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
V THD L1 (%)	1.7	0.4	0.926	1.4	DA	DA
V THD L2 (%)	1.7	0.4	0.904	1.4	DA	DA
V THD L3 (%)	1.6	0.4	0.928	1.4	DA	DA

3.3. Rezultati merenja u MT 3

Izmerene vrednosti analiziranih parametara kvaliteta napona u mernoj tački MT 3 prikazani su u tabelama od broja 14 do broja 18.

Tabela 14 - Efektivne vrednosti faznih napona u MT 3

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
L1 (V)	238.41	221.4	231.39	236.69	DA	DA
L2 (V)	238.3	222.67	230.96	235.99	DA	DA
L3 (V)	238.38	222.2	231.13	236.85	DA	DA

Tabela 15 - Vrednosti flikera dugog trajanja u MT 3

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
Plt L1	2.877	0.159	0.988	2.662	NE	NE
Plt L2	2.4	0.159	0.849	2.158	NE	NE
Plt L3	2.146	0.171	0.811	2.016	NE	NE

Tabela 16 - Vrednost faktora nesimetrije Kd u MT 3

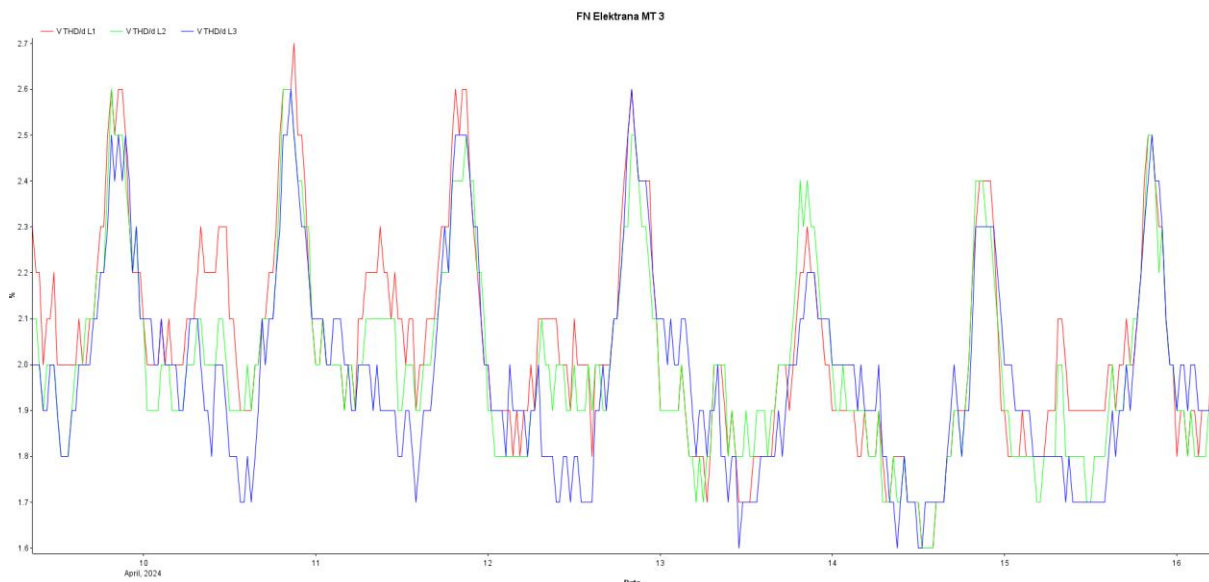
	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
faktor nesimetrije Kd (%)	0.8	0	0.202	0.5	DA	DA

Tabela 17 - Vrednost frekvencije u MT 3

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	99.5 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
f (Hz)	50.08	49.92	49.99	50.03	DA	DA

Tabela 18 - Vrednost faktora totalnog izobličenja napona u MT 3

	maksimalna vrednost	minimalna vrednost	srednja vrednost	95 % vrednost	u skladu sa SRPS EN 50160	u skladu sa Pravilima o radu DS
V THD L1 (%)	2.7	1.5	2.04	2.5	DA	DA
V THD L2 (%)	2.6	1.6	1.99	2.4	DA	DA
V THD L3 (%)	2.6	1.6	1.98	2.4	DA	DA



Slika 6 - grafik kretanja THD napona u mernoj tački MT 3

3.4. Rezultati merenja harmonika napona

U tabeli broj 19 dat je prikaz harmonika za sve tri merne tačke. Harmonici koji nisu prikazani u tabeli su vrednosti nula ili veoma bliski nuli.

Tabela 19 - Prikaz vrednosti pojedinih harmonika u sve tri merne tačke

red harmonika	Merna tačka MT1		Merna tačka MT2		Merna tačka MT3		Propisane granice	
	maksimalna vrednost (%)	95% vrednost (%)	maksimalna vrednost (%)	95% vrednost (%)	maksimalna vrednost (%)	95% vrednost (%)	zahtev iz SRPS EN 50160 (%)	zahtev iz Pravila o radu DS (%)
5	1.8	1.5	1.5	1.1	1.4	1.1	6	6
7	2.4	2	1.5	0.9	1.8	1.5	5	5
11	0.7	0.5	0.6	0.4	1	0.8	3.5	3.5
13	0.4	0.3	0.6	0.4	0.5	0.4	3	3
17	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	2	2

4. REGISTROVANI NAPONSKI DOGAĐAJI

Tokom ove analize nisu zabeleženi propadi napona ili prenaponi.

5. ANALIZA IZMERENIH REZULTATA

Analizom izmerenih vrednosti može se doći do sledećih zaključaka:

- Efektivna vrednost izmerenog napona u sve tri merne tačke (tri fotonaponske elektrane) odgovara zahtevima Pravila o radu DS i norme SRPS EN 50160 (preko 95 % vrednosti napona u merenom intervalu je u granicama 207 V – 253 V);
- Izmerene vrednosti flikera Plt značajno odstupaju od zahteva u analiziranim normama (zahtev da u 95% merenog intervala $Plt < 1$) kod sve tri analizirane fotonaponske elektrane. Na slici broj 4 prikazan je grafik na kojem se jasno vidi kretanje Plt u zavisnosti od snage koja prolazi kroz inverter (za mernu

tačku MT 1) gde je $Plt \approx 0,3$ u trenucima kada elektrana ne proizvodi električnu energiju, a $Plt \approx 2$ u trenucima kada elektrana proizvodi električnu energiju.

- Faktor nesimetrije K_d u sve tri merne tačke je bio u granicama $0 \div 2$ što je u skladu sa zahtevima norme SRPS EN 50160 i Pravila o radu DS;
- Vrednost frekvencije u sve tri merne tačke je u skladu sa zahtevima norme SRPS EN 50160 i Pravila o radu DS;
- Faktor totalnog izobličenja napona V_{THD} (%) je u sve tri merne tačke u skladu sa zahtevima norme SRPS EN 50160 i Pravila o radu DS;
- Vrednosti pojedinačnih harmonika su bile u potpunosti u skladu sa zahtevima norme SRPS EN 50160 i Pravila o radu DS.

6. ZAKLJUČAK

Analizirajući kvalitet napona prema zahtevima norme SRPS EN 50160 i Pravilima o radu DS u tački priključenja posmatranih fotonaponskih elektrana sa distributivnim sistemom Ogranka Elektrodistribucije Arandelovac nameće se zaključak da nema značajnih problema sa kvalitetom napona, osim povišenih vrednosti flikera. Međutim norma EN 50160 ne propisuje maksimalne vrednosti kojima elektrane mogu "prljati" mrežu, već opšte karakteristike kvaliteta napona u tački priključenja potrošača. Kako Operator distributivnog sistema nema propisana jasna pravila injekcije poremećaja objekata proizvođača električne energije, ostaje nedoumica da li će masovnije priključenje fotonaponskih elektrana na distributivni sistem u značajnijoj meri kvariti kvalitet napona u distributivnoj mreži. Prilikom izrade studije o priključenju fotonaponskih elektrana, Operator distributivnog sistema proverava određene kriterijume bitne za priključenje, ali ne proverava kriterijume flikera niti kriterijume dozvoljenih struja viših harmonika i interharmonika gde se oslanja na ateste opreme pre svega invertora koje dostavljaju investitori. U ovom radu je pokazano da oslanjanje na ateste ne sme da bude pravilo jer u sva tri slučaja merenja je pokazan značajan porast flikera. Takođe, za fotonaponske elektrane koje se ugrađuju na krovove domaćinstava snage do 10,8 kW, ne proveravaju se nikakvi kriterijumi potencijalnog uticaja na kvalitet napona, a upravo je analiza pokazala da su flikeri kod invertora manje snage izraženiji. Nameće se utisak da Operator distributivnog sistema kao odgovoran za kvalitet isporuke i isporučene električne energije mora preispitati svoje kriterijume za priključenje fotonaponskih elektrana i možda uvesti pojedinačne granice za injekciju poremećaja objekata proizvođača električne energije u distributivni sistem, kako bi mogao da garantuje svim korisnicima distributivnog sistema kvalitetan napon na mestima priključenja svojih objekata.

LITERATURA

- [1] ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE DOO BEOGRAD, "Pravila o radu distributivnog sistema", www.elektrodistribucija.rs
- [2] SRPS EN 50160:2012, "Karakteristike napona isporučene električne energije iz javnih električnih mreža"
- [3] Laketić N, 2023, "Kvalitet električne energije na mernom mestu priključenja obnovljivih izvora električne energije", "Stručni skup o priključenju obnovljivih izvora na niskonaponsku i sredjenaponsku distributivnu mrežu", Privredna komora Srbije
- [4] Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije, "Službeni glasnik Republike Srbije", br. 40/2021 i 35/2023.