

Projekat SOLAR 3000+ na primjeru jednog domaćinstva

DUŠAN D. VUKASOVIĆ, Podgorica, Crna Gora

Stručni rad

UDC: 621.383.51(497.16)

DOI: 10.5937/tehnika2506623V

U radu se prezentuju neki od problema vezanih za način realizacije Projekta 3000+, izgradnje Fotonaponskih elektrana (FNE) kod jednog domaćinstava. Ukazuje se na praksu zanemarivanja procedura i tehničkih propisa u postupku realizacije. Posebno se ističu problemi neregularnih napona NN mreže distributivnog sistema (DS) kojih je posmatrano domaćinstvo postalo svjesno nakon puštanja FNE u pogon. Objašnjavaju se razlozi koji su doveli do tih problema.

Ključne riječi: fotonaponske elektrane, nepropisni naponi, harmonici, flikeri

1. UVOD

Elektroprivreda Crne Gore (EPCG) pokrenula je značajnu, a čini se i uspješnu akciju ugradnje Fotonaponskih elektrana (FNE) kod domaćinstava i privrede, polazeći od moguće obostrane zainteresovanosti, prije svega finansijske. Realizaciju projekta prate i određeni problemi o kojima se u javnosti malo zna, jer su neki od njih stručne prirode, što i nije za širu javnost, a drugi se prećutkuju, kako se ne bi negativno odrazili na broj zainteresovanih, mada se po nešto od toga može naći u redovnom godišnjem izvještaju Regulatorne agencije za energetiku (RAE) [1].

Ovdje će se prezentovati neki od tih problema na primjeru FNE jednog domaćinstva, čiji pogon je praćen nešto više od godinu dana, kako bi se pomoglo vlasniku da shvati razloge čestih ispada FNE iz pogona.

Da bi se razjasnila situacija kontaktirani su EPCG, Crnogorski elektrodistributivni sistem (CE-DIS) i Solar Gradnja (EPCG-SG) kao izvođač radova, kao i proizvođač invertora SofarSolar. Ovaj rad prezentuje dio saznanja do kojih se došlo kod ovog svojevrsnog istraživanja, a koje nije uvijek svuda nailazilo na dobar odziv.

Rad je podijeljen na: 1. Uvod, 2. Osnovne karakteristike FNE, 3. Neregularnost napona NN mreže, 4. Šema priključenja na mrežu i ispitivanja FNE prije puštanja u pogon, 5. Procedure izgradnje FNE i 6. Zaključna razmatranja.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE FNE

Solarnu elektranu instaliranu kod ovog distributivnog potrošača čini 14 solarnih panela postavljenih na jugoistočnu stranu krova porodične kuće i pripadajući inverter vezan na NN mrežu preko dva razvodna ormara slika 1. Paneli su Akcome Tip SK8612MC, 450 W što daje instaliranu snagu od 6,3 kWp, a Inverter je SofarSolar 5 kW (5,5 kVA). FNE je u pogonu od avgusta 2023 godine. Solarni paneli podliježu gubitku snage tokom vremena. Degradacija se dešava tokom godina zbog prirodnog starenja i izloženosti okolini. Paneli koji su izloženi dugotrajnom visokom temperaturnom stresu mogu brže gubiti snagu. UV zračenje takođe može doprinijeti degradaciji panela. Paneli različitih proizvođača imaju različite stope degradacije. Kvalitetni paneli obično imaju manji gubitak snage. U prosjeku, solarni paneli gube oko 0,5% do 1% snage godišnje. To znači da nakon 25 godina, paneli mogu imati oko 75% do 80% svoje početne snage. Prema tome očekivati je da bi paneli ove elektrane i nakon 25 godina imali snagu nešto veću od 5 kWp.

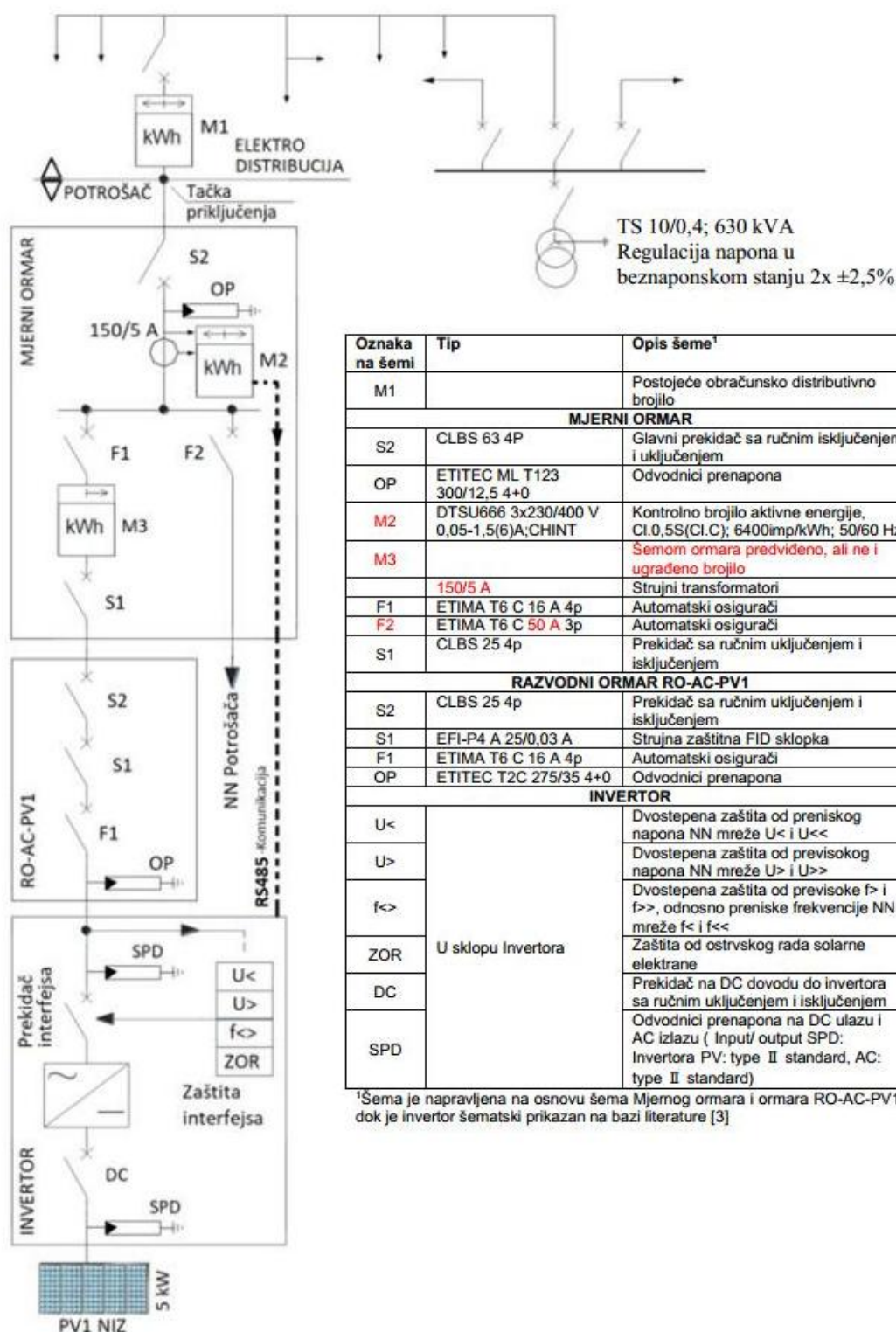
NN mreža (slika 1) na koju je priključena FNE ima 196 priključenih potrošača i maksimalno je opterećena sa oko 50% od snage transformatora [2]. Ova TS se napaja sa TS 110/10 kV koja ima automatsku regulaciju napona. Regulacijom se nastoje postići naponi kod svih potrošača NN mreže unutar opsega od $\pm 10\%$ od nominalnog napona. Za TT tip NN električne mreže, kakva je kod vlasnika FNE, napon između nule i zemlje mora biti manji od 30 V kako bi Inverter mogao raditi [3]. Invertori su kad rade povezani preko interneta i posebnog softvera sa serverima proizvođača i šalju niz podataka koji se tamo pohranjuju u baze i dostupni su za kasnije analize. Inverter može proizvesti jalovu snagu i tako je unijeti u mrežu kroz podešavanje faktora faznog pomaka [3]

Adresa autora: Dušan Vukasović, Podgorica, Novaka Miloševa 39, Crna Gora

e-mail: dusan.vukasovic@gmail.com

Rad primljen: 16.06.2025.

Rad prihvaćen: 23.10.2025.



Slika 1 – Jednopolna šema priključenje FNE na distributivnu mrežu 3x400/231 V

Invertor može ograničiti aktivnu snagu na željenu vrijednost (izraženo u procentima). Pored toga, ako je frekvencija mreže viša od ograničene vrijednosti, Invertor će automatski smanjiti izlaznu snagu kako bi se osigurala stabilnost mreže. Vlasnicima FNE nisu

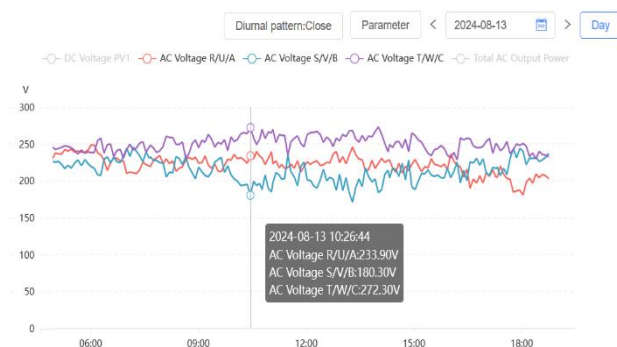
dostupne sve informacije (na primjer podešenja zaštita, faktora faznog pomaka, ili ograničenje aktivne snage) što je jedna od mana isporučenog softvera.

Funkcije upravljanja i podešavanje dostupne su samo EPCG, što ima smisla s obzirom na stručnost

većine vlasnika, ali i otvara niz pitanja. Na primjer znaju li vlasnici za mogućnosti ograničenja snage FNE i da li su za ovo znali prije nego su se odlučili za gradnju FNE. Ovi detalji se mogu vidjeti u Priručniku [3], koji nije preveden i isporučen vlasnicima, bar ne u obimu koji je za njih bitan.

3. NEREGULARNOST NAPONA NN MREŽE

FNE nije mogla da funkcioniše kada je priključena na NN mrežu zbog učestalih ispada uslijed nepropisnih napona mreže. EPCG je morala da ponovo podešava zaštite invertora od previsokih i preniskih napona mreže, koje su prvobitno bile podešene saglasno specifikacijama iz [4], Tabela 1. Vlasniku je rečeno da su naponi mreže preniski i da rješenje mora tražiti od CEDIS-a. Takođe je rečeno da su zbog toga morali da predefinišu zaštite, ali ne i koja su konkretno nova podešavanja zaštita.



Slika 2 - Fazni naponi na NN priključku Invertora FNE, kako ih registruje inverter u periodu rada

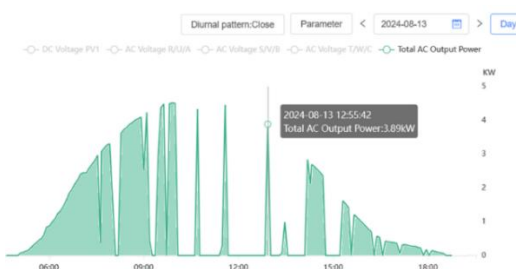
Na slikama 2 do 5 prikazani su neki od izvještaja koje je moguće dobiti putem interneta iz baze podataka koju formira proizvođač Invertora. Dan 13.08.2024. godine bio je karakterističan jer je bilo 37 ispada FNE zbog previsokih napona mreže i 9 zbog preniskih. Sa slike 2. se može uočiti velika nesimetrija faznih napona (faza T 272,3 V, a istovremeno faza S 180,3 V, oba napona su van garantovanog opsega). U periodu praćenja rada FNE registrovani su naponi na nekim fazama koji su prelazili 280 V, kao i niži od 170 V. Nije bilo moguće utvrditi jasno pravilo u ponašanju faza i reći da neka od faza ima dominantno povećan napon, a neka druga smanjen. Zbog ovoga je, kako pokazuje slika 5 proizvodnja FNE na taj dan bila više nego prepolovljena iako su vremenski uslovi bili slični kao i za prethodne, odnosno naredne dane, pa je proizvodnja trebalo da bude približno ista.

Slike 3 i 4 prikazuju dijagrame proizvodnje FNE za taj dan. Ovdje je odmah uočljiva značajna razlika. Na ovu razliku ukazano je SofarSolar-u, jer bi se slika 3 mogla tumačiti kao obmanjujuća za vlasnika, jer daje mnogo povoljniju sliku proizvodnje FNE nego što je

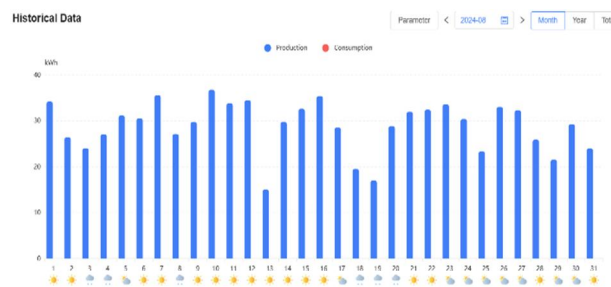
bila stvarna. Slika 3 je inicijalni ekran koji vlasnici vide na mobilnim telefonima, a mnogi ne prelaze na druge menije da bi vidjeli preciznije podatke. Na osnovu te slike vlasnici bi mogli zaključiti da FNE radi dobro. SofarSolar je odgovorio da su konsultovali proizvođača softvera i saopštili da oni ne vide nikakav problem u dizajnu softvera. Kod slike 3. se maskira problem ispada FNE, ali nisu rekli zašto.



Slika 3 - Osnovni prikaz dnevne proizvodnje FNE koju registruje Inverter



Slika 4 - Tačniji dijagram dnevne proizvodnje FNE, za razliku od onog sa slike 3



Slika 5 - Dijagram raspodjele mjesečne proizvodnje FNE po danima

Slika 4 daje jasniji prikaz prekida proizvodnje FNE, ali da bi do nje došli vlasnici moraju da se snađu u menijima softvera što nije uvijek lako, naročito ako ne govore engleski, ili nisu familijarni sa sličnim vrstama softvera, a takvih je većina. Ovo bi se moglo tumačiti kao marketinški potez, jer slika 3, iako prikazuje energiju zapravo ne predstavlja stvarnu proizvedenu energiju. Na pitanje upućeno EPCG o aktuelnim podešavanjima zaštita Invertora odgovoreno je da su svi parametri u skladu sa pravilima CEDIS-a. Tačni

podaci o podešenjima stigli su od SofarSolara (tabela 1. kolona „14.08.2024“), a EPCG nije ovo komentarisala. Kako su u narednim mjesecima ispadi zbog previsokih napona postali učestaliji vlasnik je ponovo zatražio pomoć EPCG, nakon čega su nova podeša-

vanja zaštita smanjila broj ispada od previsokih napona. Novi podaci o podešavanjima, dobijeni od SofarSolara (tabela 1, kolona „12.11.2024“) pokazuju da je došlo do podizanja pragova djelovanja zaštita od previsokih napona.

Tabela 1. Zahtjevana i stvarna podešenja zaštita FNE

Zaštitna funkcija	CEDIS tehn.zahtjevi [4]		Invertor vlasnika			
	Podešenje	Vrijeme odlaganja	14.08.2024		12.11.2024	
			Podešenje ¹	Vrijeme ¹ odlaganja	Podešenje ²	Vrijeme ² odlaganja
U<	195 V	1,5 s	185 V	1,5 s	185 V	1,5 s
U<<	184 V	0,2 s	184 V	0,2 s	184 V	0,2 s
U>	253 V	1,5 s	260 V	1,5 s	280 V	1,5 s
U>>	265 V	0,2 s	265 V	0,2 s	285 V	0,2 s
Trajni prenapon (U _{max} srednje 10 min)	253 V	3 s	258 V	Trenutno	258 V	Blokiran

¹Podaci dobijeni od SOFAR-a 14.08.2024. EPCG je tvrdila da je sve u skladu sa [4], a nije bilo

²Podaci dobijeni od SOFAR-a 12.11.2024, jer EPCG ponovo nije dostavila tražene podatke

Broj ispada se može povezati sa novoinstaliranim FNE kod domaćinstava u susjedstvu, a u istoj NN mreži, no nije ih moguća preciznije analizirati bez detaljnijih informacija o NN mreži, ali njihov uticaj se može naslutiti iz podataka u [5].

Dodavanje novih izvora energije na bilo kom naponskom nivou utiče na tokove struja u mreži i može povećati napone unutar iste. Problem je dodatno složen zbog postojanja starijih monofaznih priključaka, čija distribucija po fazama nije uvijek ravnomjerna, a takođe i zbog stohastičkog karaktera potrošnje električne energije (vrijeme i mesto potrošnje su nepredvidivi). Monofazna potrošnja je glavni uzrok nesimetrija napona. Kada se sve ovo kombinuje sa FNE, čiji rad zavisi od vremenskih uslova, doba dana i godine, izazov je još veći.

Tabela 1 daje uporedni prikaz zahtijevanih podešenja zaštita prema [4] i stvarnih podešenja kod ovog vlasnika. Očigledno je da su stvarna podešenja zaštita za previsoke napone kod ovog vlasnika znatno viša od propisanih, dok su zaštite za preniske napone postavljene niže od propisanih. U [6] se preporučuje povećanje pragova za previsoke napone u poređenju sa [4], što se čini bolje usklađeno sa standardom MEST EN 50160. Uvedenjem pojma desetominutne srednje efektivne vrijednosti nominalnog napona, MEST EN 50160 dozvoljava kratkotrajna odstupanja napona izvan garantovanog opsega, pa bi trebalo bolje iskoristiti ovu fleksibilnost.

Takođe, vremensko zatezanje od 3 sekunde za zaštitu od trajnog prenapona (U_{max}srednje 10 min) u [4] nije logički opravdano. Kada napon dostigne prag

aktivacije ove zaštite, ona bi trebala odmah da deluje, a ne sa vremenskim odlaganjem od 3 sekunde.

Na osnovu svega navedenog, predlaže se reviziju [4] zbog boljeg usklađivanja sa standardima i sa potrebama korisnika.

3.1. Mjerenja koja je vršio CEDIS

Nakon što je vlasnik FNE podnio žalbu, CEDIS je izvršio mjerenja (08. 04. 2024-15. 04. 2024.) na njegovom priključku i utvrdio da NN mreža ne ispunjava tehničke propise. Kao pokušaj poboljšanja situacije, između dva stuba NN voda dodan je samonosivi kabl neposredno uz objekat vlasnika (21.01.2025). Međutim, ova mjera nije dala očekivane rezultate.

CEDIS je potom ponovio mjerenja kvaliteta napona na priključku (23. 01. 2025-30. 01. 2025). Rezultati su u velikoj mjeri potvrdili zapažanja vlasnika na osnovu informacija sa invertora, ali su dodatno ukazali na prisustvo harmonika i flikera – parametara koji mogu ukazivati na tzv. „zagađenje“ mreže od strane FNE.

Flikeri se u praksi manifestuju kao neugodno treperenje svjetlosti, naročito izraženo kod fluorescentnih i LED rasvjetnih tijela slabijeg kvaliteta. Ovo može izazvati nelagodnost, zamor očiju i glavobolje. Nasuprot tome, sijalice sa užarenim vlaknom manje su osjetljive na ovakve pojave. Nije poznato zašto CEDIS nije vršio ovakva mjerenja prije ugradnje FNE.

Rezultati mjerenja (prema [2]):

Napon: Nijedna faza nije zadovoljila standarde ni interne propise CEDIS-a u pogledu maksimalnih i minimalnih srednjih desetominutnih vrijednosti napona (u skladu sa EN50160:2010+A2,3).

Harmonici: Nivoi harmonika su bili neprihvatljivi, sa naročitim odstupanjem kod trećeg harmonika. THD (Total Harmonic Distortion) je mjera prisustva harmonika u naponu. Kod invertora, garantovana vrijednost je <3% [3]. Na mjestu priključenja, vrijednosti su u 95% slučajeva prelazile 7%, što je ispod dozvoljene granice od 8%, ali je maksimalna vrijednost prelazila tu granicu. Za treći harmonik, 95% mjerenja pokazuje vrijednosti veće od 7% (dozvoljeno 5%), dok su maksimalne vrijednosti prelazile 8%.

Jedan od mogućih uzroka povećanog THD-a može biti broj FNE priključenih na istu mrežu.

Flikeri: Nivoi flikera su kod svih faza premašili dozvoljene granice. Plt (long-term flicker severity) je mjera intenziteta treperenja. U 95% slučajeva, vrijednost je bila veća od 2% za jednu fazu i blizu 2% za ostale dvije, dok je dozvoljeni prag 1%.

Nesimetrija napona: Ovaj parametar je zadovoljio normu, iako grafički prikazi napona (vidi sliku 2) mogu navoditi na drugačiji zaključak.

U Izjašnjenju CEDIS-a posebno zabrinjava što se uzroci neregularnosti napona nigdje eksplicitno ne navode – ostaje nejasno da li ih nadležni ne znaju ili ih izostavljaju namjerno.

Elektrana i dalje povremeno ispada iz pogona uslijed neregularnih napona. Vlasnik je doveden u ovu situaciju neadekvatnim planiranjem Projekta, bez prethodne provjere tehničkih uslova i mogućnosti njegove realizacije na konkretnom mjestu. Pitanja koja je vlasnik postavljao na ovu temu EPCG, CEDIS-u i EPCG-SG ostala su bez odgovora, odnosno ignorisana su.

4. ŠEMA PRIKLJUČENJA NA MREŽU I ISPITIVANJA FNE PRIJE PUŠTANJA U POGON

Priključenje FNE na mrežu: Analizom postojeće šeme priključenja FNE na distributivnu mrežu (slika 1), uočava se da je rješenje tehnički prekomplikovano u odnosu na zahtjeve male elektrane ove snage i obima. Korišćenje dva odvojena ormara, veći broj rastavnih i zaštitnih elemenata, kao i tri brojila, odstupa od prakse koja je primijenjena u sličnim projektima u nadležnosti drugih elektrodistributivnih preduzeća. Takav pristup značajno utiče na ukupnu cijenu realizacije, a ne doprinosi dodatnoj funkcionalnosti ili sigurnosti.

Analiza brojila i mjernih elemenata: Brojilo oznake M3, predviđeno za mjerenje proizvodnje FNE, funkcioniše kao informativni uređaj, budući da nije obračunsko. Kako većina savremenih invertora ima integrisanu funkciju mjerenja proizvodnje, ovo brojilo je tehnički suvišno.

Brojilo M2, sa funkcijom registracije potrošnje vlasnika i isporuke energije u niskonaponsku mrežu, služi da inverter koristi te podatke za vlastite potrebe.

Pretpostavlja se da obračunsko brojilo u nadležnosti CEDIS-a ne može biti direktno korišćeno za tu svrhu, što je u skladu s propisima.

Dodatni problem se javlja upotrebom strujnih transformatora neprikladnog prenosa odnosa, koji degradiraju tačnost brojila M2. Pravilnije tehničko rješenje bi uključivalo direktno mjerno brojilo odgovarajuće klase tačnosti, čime bi mjerni transformatori postali nepotrebni. Slično, osigurači F2 su predimenzionisani u odnosu na stvarnu snagu i struju potrošača, što ukazuje da mjerni ormar nije optimalno dimenzionisan za konkretnu primjenu.

Zaštita od atmosferskih prenapona i selektivnost: U šemi su predviđene dvije grupe odvodnika prenapona: klasa T1 u mjernom ormaru (bez predosigurača) i klasa T2 u ormaru RO-AC-PV1. Ovakva konfiguracija omogućava selektivnost zaštite samo ako je međusobno rastojanje od najmanje 10 m. U slučaju kraćeg rastojanja, potrebno je ugraditi dodatnu induktivnost radi zadovoljenja uslova koordinacije zaštite. Prema dostupnim podacima, nijedan od ovih uslova nije ispunjen kod predmetne instalacije.

Dodatno, obzirom da inverter posjeduje integrisanu zaštitu od prenapona klase T2 na AC strani, prisustvo dodatnih T2 odvodnika u RO-AC-PV1 nema tehničko opravdanje i može se smatrati suvišnim.

Spoljna gromobranska zaštita: Nije predviđena eksterna gromobranska zaštita solarnih panela postavljenih na krovu. U skladu sa standardima (npr. MEST EN 62305-2), pri analizi rizika od udara groma trebalo bi procijeniti potrebu za dodatnom zaštitom objekta i elektrane, posebno imajući u vidu položaj i karakteristike krova, što ovdje nije urađeno.

Ispitivanja i dokumentacija: Vlasnik FNE je, nakon višestrukih zahtjeva, dobio Stručni nalaz [7] sa zakašnjenjem, uprkos tome što je usluga ispitivanja uredno plaćena. Nalaz sadrži ocjene koje nisu u skladu s tehničkim propisima navedenim u samom dokumentu (npr. u [8] se kaže da električna otpornost uzemljivača odvodnika prenapona ne smije biti veća od 5 Ω , a prema [7] na objektu je izmjereno 23,8 Ω). To ukazuje na moguće nedostatke u kontroli kvaliteta ispitivanja. Posebno se ističe činjenica da nisu predložene korektivne mjere za uzemljenje objekta, iako bi, prema važećim standardima, to bilo neophodno radi obezbjeđenja ispravnog funkcionisanja unutrašnje gromobranske zaštite.

Postavlja se pitanje da li je zanemarivanje ovog parametra rezultat namjere da se izbjegnu dodatni troškovi koji bi mogli dovesti u pitanje realizaciju projekta. Takav pristup bi bio u suprotnosti s osnovnim principima bezbjednosti i tehničke ispravnosti sistema.

Zaključak: Analizom šeme priključenja i prateće tehničke dokumentacije uočeni su brojni elementi koji

odstupaju od tehnički optimalnog, ekonomičnog i normativno usklađenog rješenja. Ključni nalazi uključuju:

- nepotrebna složenost i broj komponenti,
- neadekvatna koordinacija prenaponske zaštite,
- predimenzionisani zaštitni elementi i neprilagođeni mjerni transformatori,
- manjkavosti u vanjskoj i unutrašnjoj zaštiti od prenapona i udara groma,
- problematična stručna obrada ispitivanja sistema.

Preporučuje se revizija šeme priključenja i metodologije ispitivanja FNE kako bi se obezbijedila usklađenost sa tehničkim normama i povećala pouzdanost sistema, uz smanjenje nepotrebnih troškova. Takođe se preporučuje pojačana kontrola kvaliteta izvođenja i nadzora u okviru projekata kao što je SOLAR 3000+, kako bi se izbjegla sistemska odstupanja.

5. PROCEDURE IZGRADNJE FNE

EPCG je, imajući u vidu da većina vlasnika ne može samostalno upravljati kompleksnim procedurama izgradnje i održavanja FNE predviđela pružanje potpune logističke podrške, što je predviđeno i ugovorima. To je obuhvatalo i pribavljanje neophodnih Saglasnosti za priključenje i Ugovora o priključenju FNE na distributivnu mrežu, kao ugovorne obaveze EPCG-SG, a koja kod ovog vlasnika nikada nije realizovana.

Bez pomenute Saglasnosti za priključenje FNE na NN mrežu EPCG-SG nije smjela ni početi sa gradnjom. FNE je i bez tog dokumenta izgrađena i od strane CEDIS-a priključena na mrežu. Procedure izgradnje i puštanja u pogon FNE detaljnije su objašnjene u tabeli 2.

Kod ovog vlasnika EPCG-SG nije nelegalno priključila FNE na NN mrežu, mada je prema izvještaju RAE [1], a po tvrdnjama CEDIS-a bilo takvih slučajeva, jer je CEDIS u ovom slučaju preprogramirao svoje obračunsko brojilo kako bi se mogla mjeriti i ona energija koju FNE plasira u NN mrežu.

Istina to je urađeno sa malim kašnjenjem u odnosu na samo priključenje, pa je EPCG-FC Snabdijevanje priznalo vlasniku i proizvedenu energiju koju je zbog tog kašnjenja registrovao samo Invertor, što je on naravno ocijenio poštenim pristupom. Možda je sve ovako urađeno, ne zato da se vlasnik ne ošteti, nego da RAE ponovo ne bi uočila određene nelogičnosti vezane za energetske bilanse i ponovo od CEDIS-a tražila objašnjenja [1].

EPCG-FC Snabdijevanje nije smjelo zaključiti ugovor sa vlasnikom (korak 12 tabele 2) bez njegovog Ugovora o priključenju na NN mrežu (korak 10 tabele 2), a ipak je zaključen.

Vlasnik se zbog toga zvanično obratio CEDIS-u, a na sugestiju EPCG-SG, sa zahtjevom da mu se dodjeli Ugovor o priključenju FNE na distributivnu mrežu, smatrajući da je Saglasnost za priključenje prečutno već dobio, samim činom preprogramiranja obračunskog brojila od strane CEDIS-a i puštanjem FNE u pogon. CEDIS već pola godine ne odgovara na njegov zvanični zahtjev.

Vlasnik je bio legalan potrošač, a kakav sada ima status, kao kupac-proizvođač EPCG-SG i CEDIS ne žele bilo šta da kažu. Zbog toga su i određeni koraci u tabeli 2 sa znakom pitanja u koloni Realizovano, jer druga strana nije željela da pruži bilo kakvu informaciju. EPCG i EPCG-SG nisu smjele realizovati ugovore sa vlasnikom (Koraci 5 i 6 tabele 2) bez prethodno pribavljenog dokumenta iz Koraka 4. Dakle FNE nije smjela biti izgrađena, a pogotovo ne puštena u pogon od strane CEDIS-a zbog svih propusta u specifikiranih u tabeli 2.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu analize konkretnog slučaja može se zaključiti da je projekat SOLAR 3000+ sproveden bez dovoljne tehničke pripreme, nadzora i kontrole kvaliteta. Ovakav pristup, iako formalno omogućava veću proizvodnju iz obnovljivih izvora, dugoročno može ugroziti stabilnost distributivne mreže i sigurnost sistema.

Ovdje se ukazuje na bitne institucionalne i tehničke propuste u vođenju jednog značajnog energetskog projekta. Prikazani slučaj ne djeluje kao izolovan, nego je potencijalno simptom šireg sistemskog problema. Bez adekvatne reakcije nadležnih (Ministarstvo, Elektroenergetska inspekcija, ili RAE) postoji rizik da projekti poput SOLAR 3000+ izgube kredibilitet kod građana i investitora, te da naruše pouzdanost distributivne mreže u cjelini.

Da li je iko u EPCG uradio jednu ozbiljnu analizu do sada urađenog na Projektu SOLAR 3000+. Ovaj primjer sigurno nije usamljen slučaj, jer se radi o NN mreži u Podgorici. Kakva je tek situacija kod seoskih mreža? Mogu li se nadležni državni organi ozbiljnije angažovati kako bi se sprovele nezavisne analize do sada urađenog na projektu. U cilju rješavanja problema bilo bi interesantno dobiti odgovore na sljedeća pitanja:

- Koliko je NN mreža imalo regularne napone prije početka realizacije projekta, a koliko ne?
- Koliko je sada NN mreža sa neregularnim napovima, kao posljedice realizacije Projekta SOLAR 3000+ i njemu sličnih?
- Koliko je FNE od ukupno instaliranih (preko 3300 [10]) dobilo Saglasnost za priključenje na NN mrežu?

Koliko je FNE od ukupno instaliranih dobilo Ugovor o priključenju na NN mrežu?

Tabela 2. Redoslijed koraka realizacije Projekta Solar 3000+ (na osnovu [9] i raspoložive dokumentacije vlasnika FNE)

Korak	Opis	Realizovano
1.	Prijava domaćinstva kod EPCG-SG za izgradnju FNE	Da
2.	Provjerava da li domaćinstva zadovoljava osnovne uslove za FNE	Da/Zadovoljava
3.	Zahtjev CEDIS-u za izdavanje Saglasnosti za priključenje FNE na DS podnosi EPCG-SG u ime vlasnika	? ¹
4.	CEDIS provjerava da li postoje tehnička ograničenja u DS i da li FNE ispunjava uslove utvrđene zakonom i tehničkim propisima	? ¹
5.	CEDIS izdaje Saglasnost za priključenje FNE na DS	Ne ²
6.	Ugovor o kupoprodaji i isporuci opreme zaključen sa EPCG	Da
7.	Ugovor o montaži FNE zaključen sa EPCG-SG	Da
8.	Zahtjev CEDIS-u za izdavanje Ugovora o priključenju FNE vlasnika na DS podnosi EPCG-SG u ime vlasnika nakon završetka izgradnje	? ¹
9.	CEDIS zajedno sa EPCG-SG provjerava izvedene radove na izgradnji FNE, tehničku i atestnu dokumentaciju	? ¹
10.	CEDIS zaključuje sa vlasnikom Ugovor o priključenju FNE na DS	Ne ²
11.	CEDIS preprogramira obračunsko brojilo kod vlasnika FNE	Da
12.	EPCG-FC Snabdijevanje zaključuje sa vlasnikom FNE Ugovor o snabdijevanju električnom energijom	Da ²
13.	FNE priključena na DS	Da

¹Vlasnik je uskraćen za informacije

²Odstupanje od propisane procedure, jer dokumenti nisu izdati, ili su izdati bez prethodno stvorenih uslova

Sada nije jednostavno dobiti odgovore na sva ova pitanja, jer prethodne detaljne analize nisu rađene. U projekat se ušlo bez toga, kao što se sada vodi kampanja za ugradnju FNE i po balkonima.

Cilj je realizacija sa što manje troškova za buduće vlasnike FNE, kako bi se prijavio što veći broj njih, pa zbog toga nema ni spoljašnje gromobranske zaštite FNE, pa out-da i nepoštovanja važećih tehničkih propisa i vlastitih pravila, kao i dovođenja proizvođačkih garancija za isporučenu opremu pod veliki znak pitanja, što ovdje nije posebno elaborirano.

Kod realizacije Projekta SOLAR 3000+ su očigledno u fokusu broj priključenih FNE i ukupno instalirani MW umjesto kvalitet mreže i pouzdanost napajanja.

Preporuke o tome šta bi trebalo preduzeti radi poboljšanja integracije FNE u distributivne mreže mogu se naći detaljnije obrađene u [5], ali se zbog njihovog obima i ograničenog prostora za ovaj rad ovdje neće posebno citirati.

LITERATURA

- [1] *Izveštaj o stanju Energetskog sektora Crne Gore za 2023. godinu*, Podgorica, jul 2024.
- [2] *Izjašnjenje sektora za mjerenje CEDIS-a* od 02.04.2025.
- [3] User manual Solar Grid-tied Inverter Product Model: SOFAR 3.3~12KTLX-G3
- [4] Tehnički zahtjevi za male elektrane snage do 30 kVA, CEDIS 13.09.2021.
- [5] Čalasan M, Integracija obnovljivih izvora energije u distributivni sistem – problemi i potencijalna rješenja - *Osmi dani elektro inženjera IKCG*, 2024.
- [6] Recommendations for the connection of generating plant to the distribution systems of licensed distribution network operators - Engineering Recommendation G59 Issue 3 Amendment 2 September 2015-ena - Energy networks association, 2015.
- [7] Stručni nalaz o pregledu i ispitivanju električne instalacije fotonaponskog sistema - Institut Sigurnost Podgorica
- [8] Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona *Sl. list SFRJ*, br. 53/88 i 54/88 - ispr. i *Sl. list SRJ*, br. 28/95)
- [9] Pravila za funkcionisanje distributivnog sistema električne energije *Službeni list Crne Gore*, br. 072/22 od 11.07.2022
- [10] *Izveštaj o projektu Solari 3000+500+5000+EPCG* od 04.12.2024

SUMMARY

PROJECT SOLAR 3000+ ON THE EXAMPLE OF ONE HOUSEHOLD

The paper presents some of the problems related to the implementation of the Project 3000+, the construction of Photovoltaic Power Plants (FNE) at one household. The practice of neglecting procedures and technical regulations in the implementation process is pointed out. In particular, the problems of irregular voltages of the LV network of the distribution system (DS) that the observed household became aware of after the FNE was put into operation stand out. The reasons that led to these problems are explained.

Key Words: *photovoltaic power plants, improper voltages, harmonics, flickers*