

Marija Talajić  
HEP-ODS d.o.o., Elektra Zagreb  
[marija.talajic@hep.hr](mailto:marija.talajic@hep.hr)

## **PRIMJENA MALIH SUNČANIH ELEKTRANA, SPREMNIKA I ELEKTRIČNIH VOZILA ZA VLASTITE POTREBE NA OBITELJSKIM KUĆAMA I MANJIM POSLOVNIM OBJEKTIMA**

### **SAŽETAK**

Kako svaki razvoj industrije i gospodarstva neizbježno dovodi do povećanih potreba za električnom energijom, uslijed zahtjeva za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> i ograničenja rezervi fosilnih goriva, traže se rješenja za veliki udio uporabe distribuiranih izvora u podmiranju bruto potrošnje i učinkovitim korištenjem električne energije. Energetska strategija utemeljena na obnovljivim izvorima električne energije dovodi do prave evolucije u proizvodnji električne energije.

U radu će se prikazati analiza utjecaja na mrežu postrojenja korisnika mreže pod izrazom „kupac s vlastitom proizvodnjom“ pri čemu će se istražiti utjecaj same sunčane elektrane, takve elektrane s kućnim spremnikom (baterijom) za pohranu električne energije s uporabom kućne punionice za električna vozila.

**Ključne riječi:** sunčana elektrana, baterija, punionica električnih vozila, izmjenjivač

## **USE OF SOLAR POWER PLANTS OF LOW POWER, ELECTRICAL STORAGE BATTERY AND ELECTRIC VEHICLE FOR PERSONAL NEEDS ON FAMILY HOUSES AND SMALL COMMERCIAL BUILDINGS**

### **SUMMARY**

Since every development of the industry and the economy inevitably leads to increased demand for electricity, and due to the requirements for the reduce of CO<sub>2</sub> emissions and limited reserves of fossil fuels, solutions for a large proportion of the use of distributed recourses in covering gross consumption and efficient use of electricity. The energy strategy based on renewable sources of electricity leads to a real evolution in production of electricity.

The paper will present analysis of the impact on the system user network by the phrase „the customer with its own production“, where it will explore the impact of the solar power plants, such a power plant with electrical storage battery with the use of home electric filling station.

**Key words:** solar power plant, battery, filling station for electric cars, inverter

## 1. UVOD

U svijetu današnjice, kada je industrijalizacija omogućila tehnološki napredak, smanjenje troškova proizvodnje, rast životnog standarda te ubrzala društveno-ekonomski razvoj, električna energija kao sve prisutan i gotovo nezamjenjiv energent služi zadovoljenju mnogih, posebice elementarnih potreba u svim područjima života. Električna energija, kao najkomercijalniji oblik energije, osnova je materijalnih i društvenih djelatnosti današnjeg čovjeka.

Kako je uloga elektroenergetskog sustava isporuka električne energije određene kvalitete i sigurnost opskrbe koja ovisi o iskorištavanju prirodnih resursa, efikasnosti i razvitku gospodarstva, traže se dodatna rješenja za energetsom neovisnošću.

Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora energije put je prema održivom razvoju i energetske neovisnosti. To može biti i financijski isplativo prodajom proizvedene električne energije po poticajnoj cijeni u sustavu „poticanja potrošnje na mjestu proizvodnje“ što je dovelo do sve većeg broja zahtjeva za priključenjem sunčanih elektrana na elektroenergetsku mrežu. Kako bi se postigla veća iskoristivost primarne energije i bolji komercijalni učinci proizvodnje, u novije vrijeme koriste se „kućni spremnici“ – baterije, za pohranu električne energije koji se pune danju za vrijeme velike proizvodnje i niske potrošnje energije, a čija primjena postaje učinkovita kada sunčana elektrana smanji proizvodnju energije ili kada je u potpunosti nema.

Razvoj industrije dovodi i do sve većeg broja električnih automobila na cestama što iziskuje i veći broj auto-punionica čije su idealne lokacije obiteljske kuće, stambeni blokovi, autobusne i željezničke postaje i dr.

U radu će biti opisan sustav tehnološkog trojstva (sunčana elektrana, kućni spremnik za pohranu električne energije i punionica električne energije za električna vozila) u niskonaponskoj elektroenergetskoj mreži i njegov utjecaj na naponske prilike u mreži.

### 1.1. Sunčane elektrane

U današnje vrijeme sve je više sunčanih elektrana, koje višak proizvedene energije preko posebnog dvosmjernog brojila isporučuju u distribucijsku elektroenergetsku mrežu. Za tu opciju potrebno je ishoditi Prethodnu elektroenergetsku suglasnost od lokalne Elektroenergetsku suglasnost, sklopiti Ugovor o otkupu s nekim od registriranih otkupljivača na prostoru Republike Hrvatske (za poticajnu cijenu sklapa se ugovor s HROTE-om) te ishoditi Dozvolu za trajni pogon elektrane.

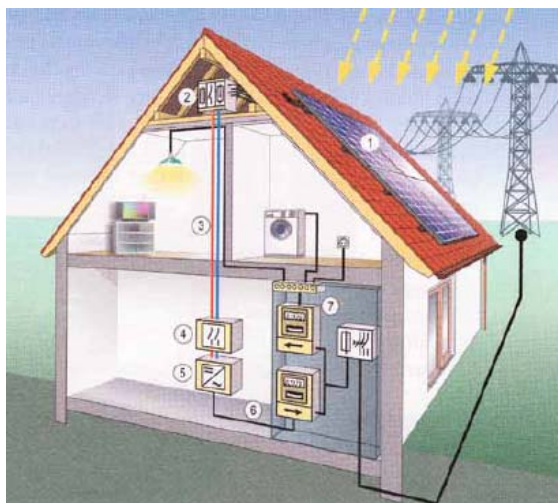
Sunčane elektrane proizvode električnu energiju iz direktne pretvorbe energije sunčeva zračenja na principu fotoelektričnog efekta u fotonaponskim ćelijama i predstavljaju jedan od najučinkovitijih načina korištenja energije Sunca. Fotoelektričnim efektom razdvajaju se naboji u poluvodičima, a kao posljedica nastaje razlika potencijala. Međusobno povezane sunčane ćelije u veće cjeline zovu se fotonaponske ploče ili fotonaponski paneli koji osiguravaju mehaničku čvrstoću, štite sunčane ćelije i kontakte od korozije i vanjskih utjecaja.

Podjela sunčanih elektrana:

- Osnovna podjela
  - samostalni ili otočni sustavi
  - mrežni sustavi,
  - hibridni sustavi.
- Prema načinu montaže:
  - integrirane solarne elektrane
    - smještene na površinama zgrada (krovovi, balkoni, terase...)
  - neintegrirane solarne elektrane
    - smještene kao samostojeće građevine, odnosno elektrane na tlu
  - trackeri
    - paneli postavljeni na trackere, odnosno konstrukciju sa ugrađenim sustavom za praćenje sunca.
- Prema priključnoj snazi:
  - elektrane priključne snage do uključivo 30 kW
  - elektrane priključne snage do uključivo 100 kW
  - elektrane priključne snage do uključivo 500 kW,
  - elektrane priključne snage do uključivo 10000 kW.

Temeljne komponente svakog fotonaponskog sustava, priključenog na javnu elektroenergetsku mrežu jesu:

- fotonaponski paneli
- razdjelni ormarić
- kablovi istosmjernog razvoda
- glavna sklopka za odvajanje
- izmjenjivač dc/ac
- kablovi izmjeničnog razvoda
- brojilo predane i preuzete električne energije
- baterija za pohranu energije (kod samostalnih fotonaponskih sustava).



Slika 1. Fotonaponski sustav priključen na javnu elektroenergetsku mrežu [1]

#### 1.1.1. Fotonaponski paneli

Fotonaponske ćelije su poluvodički uređaji koji pretvaraju sunčevu energiju izravno u električnu pomoću fotonaponskog efekta. Grupe ćelija tvore fotonaponske panele (ploče) koje se međusobno spajaju, serijski, paralelno ili oboje da stvore polje sa željenim vršnim vrijednostima istosmjernog napona i struje. Kabeli koji dolaze od nizova fotonaponskih modula uvode se u razdjelni ormarić sa svom zaštitnom opremom, ponajprije odvodnicima prenapona i istosmjernim prekidačima. Iz razdjelnog ormarića, energija se dovodi kabelima istosmjernog razvoda preko glavne sklopke za odvajanje prema solarnim izmjenjivačima. Materijali koji se koriste za izradu fotonaponske ćelije jesu monokristalni silicij, amorfni silicij, kadmij telurid i bakar-indij-selen, a životni vijek im je do dvadeset godina.

#### 1.1.2. Izmjenjivač (inverter)

Izmjenjivač (inverter) je uređaj koji pretvara istosmjernu struju i napon solarnih panela u izmjeničnu struju i napon reguliranog iznosa i frekvencije, sinkroniziran s naponom i frekvencijom mreže. Tako se nastala izmjenična struja prenosi kabelima izmjeničnog razvoda do kućnog priključka na elektroenergetsku mrežu, odnosno električnog ormarića gdje se nalazi brojilo električne energije. Osim pretvorbe istosmjerne u izmjeničnu struju solarnih panela, izmjenjivač u fotonaponskom sustavu s baterijom može koordinirati rad između solarnog sustava, mrežnog sustava i baterije kako bi se osigurao najisplativiji i kontinuirani oblik opskrbe električnom energijom.

#### 1.1.3. Spremnik za pohranu električne energije (baterija)

Samostalni fotonaponski sustavi za svoj rad ne trebaju spajanje na električnu mrežu. U njihovoj primjeni nužna je baterija, odnosno spremnik električne energije, kad električnu energiju treba isporučivati noću ili u razdobljima s malim intenzitetom sunčeva zračenja. Tom se sustavu mora dodati regulator za kontrolirano punjenje i pražnjenje energije. Potpuno su primjenjivi kad im se doda izmjenjivač jer tada autonomni sustavi mogu zadovoljiti sve vrste tipičnih mrežnih potrošača, kojima je potreban izmjenični napon. Prednosti malih samostalnih fotonaponskih sustava:

- izbjegavaju se troškovi priključka na mrežu,

- osigurava se stalna i pouzdana (kada ima dovoljno energije u baterijama!) isporuka električne energije danju i noću, u svim vremenskim uvjetima,
- osigurava se stabilan, posve sinusni napon od 230 V, čime se trošila maksimalno čuvaju od oštećenja.

Baterije su izvor energije tijekom perioda kada solarni paneli ne proizvode energiju ili kada ne proizvode dovoljno da pokriju trenutnu potrošnju (pražnjenje), odnosno spremište viška proizvedene energije (punjenje).

Fotonaponska pretvorba električne energije sunčeva zračenja, odnosno svjetlosne energije u električnu odvija se u solarnoj ćeliji, dok se u akumulatoru obavlja povratni (reverzibilni) elektrokemijski proces pretvorbe, povezan s nabijanjem (punjenjem) i izbijanjem (pražnjenjem) baterije.

## 1.2. Punionice za električne automobile

Za električnu se energiju može reći da je jedinstveno gorivo jer se mehanička snaga dobiva direktno iz struje, dok se kod ostalih alternativnih goriva kemijska energija oslobađa izgaranjem goriva te se pritom dobiva mehanička energija. U smislu obnovljivih izvora energije važan je koncept «električnih automobila» zbog mogućnosti da se kod kuće s ugrađenim sustavom fotoelektričnih panela svakog dana dopunjuju akumulatori automobila praktično besplatno.

Električna energija može biti pohranjena u baterijama tijekom vožnje te ponovno punjena nakon pražnjenja baterija. Moguće je koristiti različite tipove baterija. Neke korištene tehnologije uključuju olovo-kiselina, nikal-kadmij, nikal-željezo, nikal-cink, nikal-metalni hibrid, natrij-nikal klorid, cink brom, natrij-sumpor, litij, cink-zrak i aluminij-zrak baterije.

Kako bi se zadovoljile potrebe vozila za električnom energijom, u budućnosti će trebati osigurati znatno veći broj punionica. Električna vozila se trebaju puniti tijekom nižih opterećenja mreže, u vrijeme kad je dostupno više energije iz obnovljivih izvora kako bi time optimizirali potrošnju. Spremnik električnog automobila treba koristiti kao uređaj za pohranu i kao izvor električne energije.

## 2. SUNČANA ELEKTRANA SNAGE 10 kW

Za potrebe rada analizirana je integrirana sunčana elektrana s mogućnošću pohrane električne energije priključne snage 10 kW, priključena na niskonaponsku elektroenergetsku mrežu. Instalirano je 45 fotonaponskih panela snage 250 Wp (ukupne snage 11250 Wp), spojenih u 3 stringa (niza) od kojih se svaki sastoji od 15 fotonaponskih modula postavljenih na ravnom krovu što je prikazano na slici 2.

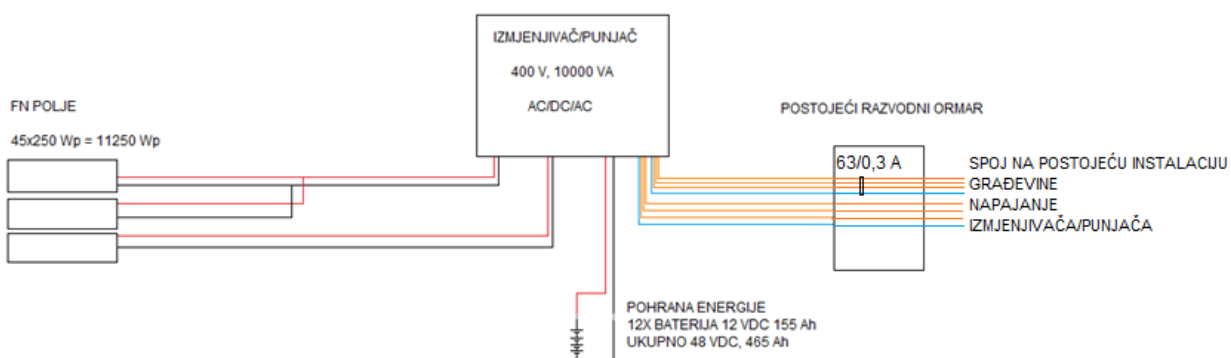


Slika 2. Fotonaponski moduli

Ugrađen je jedan DC/AC/DC izmjenjivač snage 10 kW koji svojim ulaznim naponskim i strujnim ograničenjima pokriva radno polje fotonaponskih modula u svim smjerovima. Dvanaest akumulatorskih baterija za pohranu električne energije kapaciteta 155 Ah napona 12VDC smještene su neposredno uz izmjenjivač. Shema instalacije prikazana je na slici 3. Slika 4 prikazuje shemu instalacije fotonaponskog sustava.

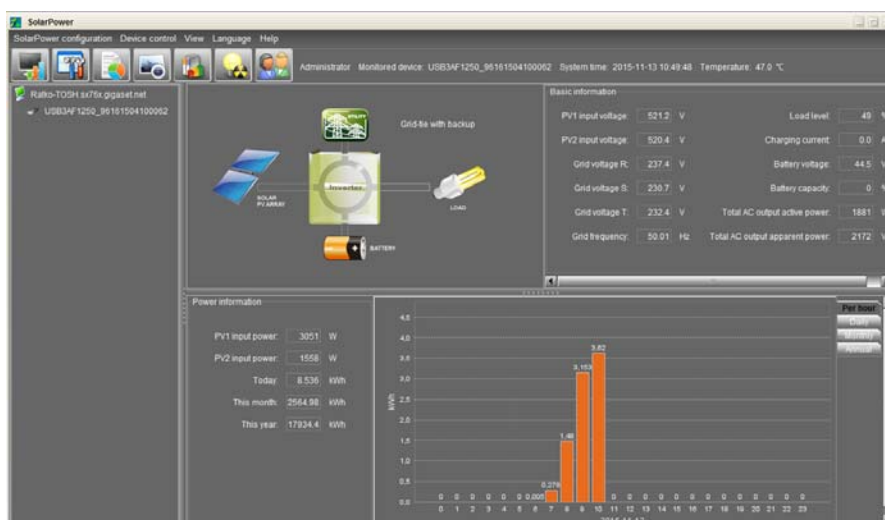


Slika 3. Izmjenjivač i baterija



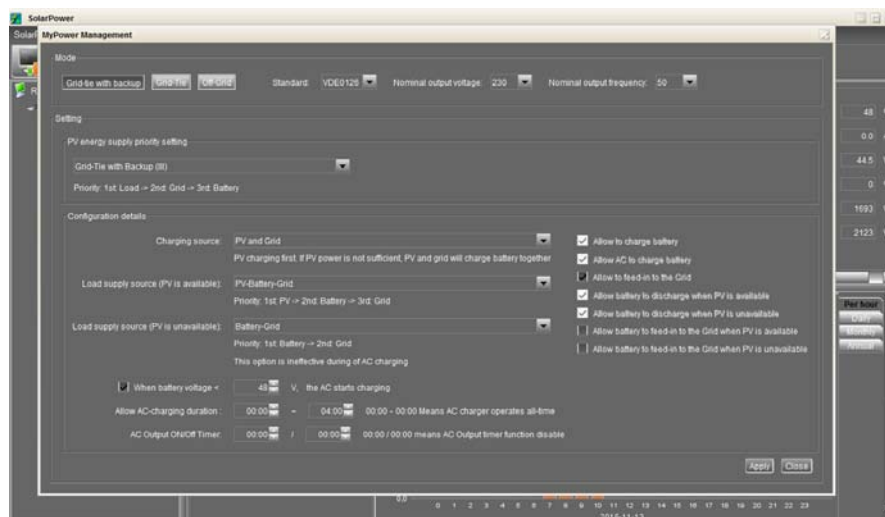
Slika 4. Shema instalacije SE 10 kW

Programskim alatom SolarPower analizira se i upravlja potrošnjom i prioritetom napajanja fotonaponskog sustava što je prikazano slikama 5 i 6.



Slika 5. Sučelje programskog alata SolarPower

Slika 5. prikazuje napone ulaza u izmjenjivač te napone mreže po fazama, frekvenciju, proizvedenu električnu energiju za određeno vremensko razdoblje te tokove snage cjelokupnog sustava. Slika 6 prikazuje odabran prioritet potrošnje električne energije proizvedene iz sunčane elektrane – potrošač, mreža, baterija. Osim toga, vidi se i prioritet potrošnje električne energije potrošača – najprije troši energiju proizvedenu solarnom elektranom, potom energiju baterije i naposljetku energiju iz mreže.



Slika 6. Sučelje programskog alata SolarPower

### 3. PRORAČUN U NEPLANU

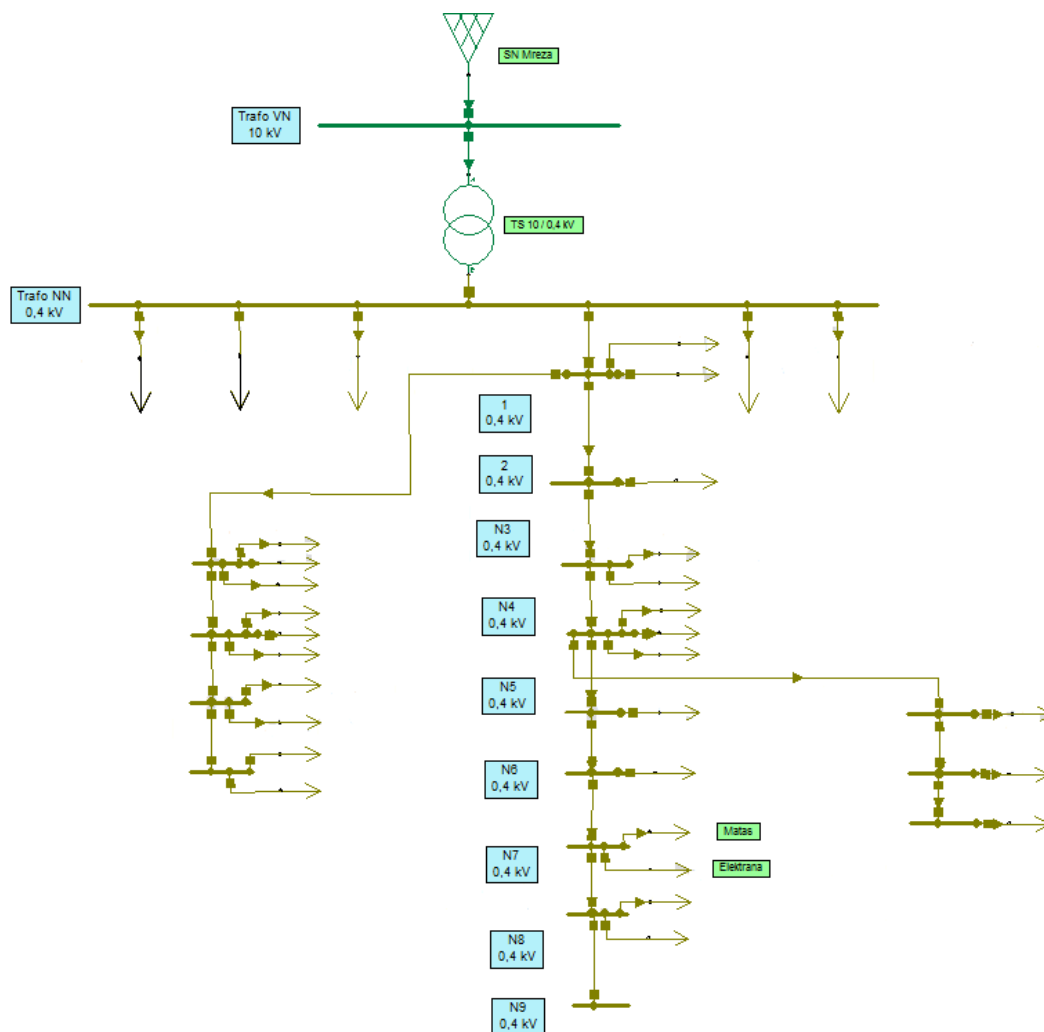
Priključenjem sunčane elektrane na distribucijsku elektroenergetsku mrežu dolazi do promjene naponskih prilika i smjerova tokova snaga što se može podesiti prioritetom napajanja u izmjenjivaču. Kako bi se prikazao utjecaj sunčane elektrane na distribucijsku mrežu s korištenjem baterije izvršen je proračun u programskom alatu NEPLAN.

Mreža na kojoj je izvršen proračun sastoji se od transformatorske stanice snage 630 kVA te šest strujnih krugova različitih dužina. Priključak sunčane elektrane nalazi se na 4. strujnom krugu gdje su još smješteni priključci 27 kućanstava.

Promjene napona nakon priključenja elektrane prikazane su u tablici 1 za šest različitih slučajeva u čvorovima 4,5,6,7 i 8 prikazanim na slici 7.

Tablica 1. Prikaz promjene napona

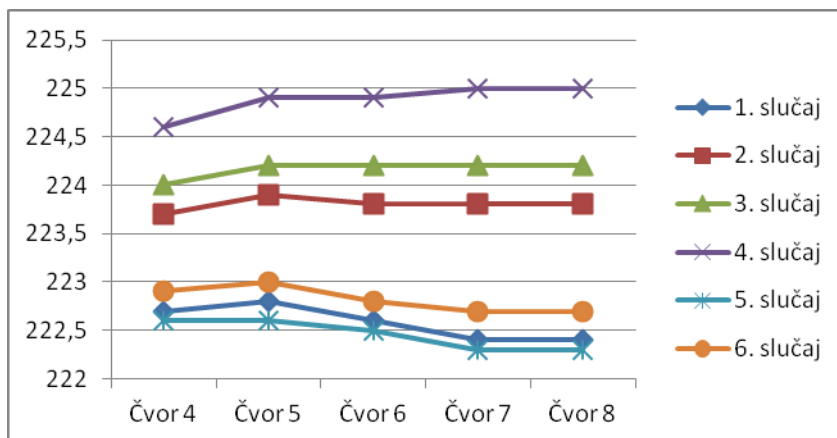
| Faza | Čvor | Napon čvorišta [V] |          |          |          |          |          |
|------|------|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|      |      | 1.slučaj           | 2.slučaj | 3.slučaj | 4.slučaj | 5.slučaj | 6.slučaj |
| L1   | 4    | 222,7              | 223,7    | 224,0    | 224,6    | 222,6    | 222,9    |
|      | 5    | 222,8              | 223,9    | 224,2    | 224,9    | 222,6    | 223,0    |
|      | 6    | 222,6              | 223,8    | 224,2    | 224,9    | 222,5    | 222,8    |
|      | 7    | 222,4              | 223,8    | 224,2    | 225,0    | 222,3    | 222,7    |
|      | 8    | 222,4              | 223,8    | 224,2    | 225,0    | 222,3    | 222,7    |
| L2   | 4    | 223,6              | 224,6    | 224,9    | 225,5    | 223,5    | 223,8    |
|      | 5    | 222,9              | 224,0    | 224,3    | 225,0    | 222,8    | 223,1    |
|      | 6    | 222,2              | 223,4    | 223,8    | 224,5    | 222,1    | 222,5    |
|      | 7    | 221,9              | 223,2    | 223,6    | 224,4    | 221,7    | 222,1    |
|      | 8    | 221,7              | 223,0    | 223,4    | 224,2    | 221,6    | 222,0    |
| L3   | 4    | 231,7              | 232,6    | 232,2    | 233,4    | 231,6    | 231,9    |
|      | 5    | 231,5              | 232,4    | 232,7    | 233,3    | 231,4    | 231,7    |
|      | 6    | 231,7              | 232,8    | 232,9    | 233,7    | 231,6    | 231,9    |
|      | 7    | 231,8              | 233,0    | 233,3    | 234,0    | 231,7    | 232,0    |
|      | 8    | 231,8              | 233,0    | 233,4    | 234,1    | 231,7    | 232,1    |



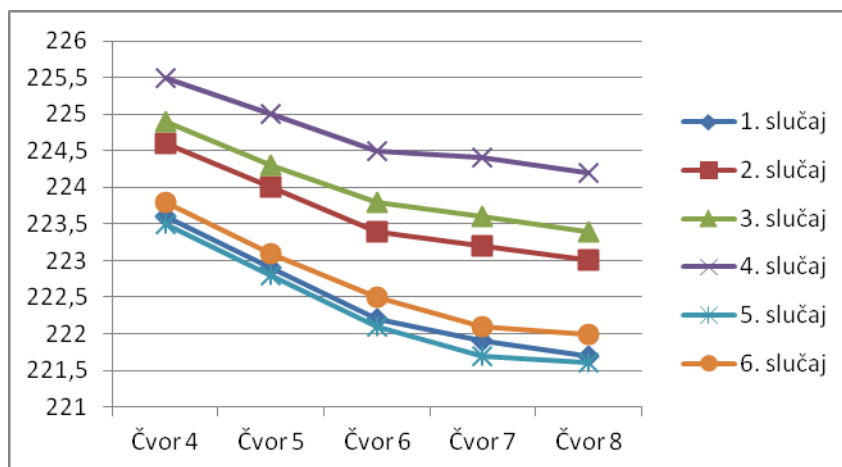
Slika 7. Prikaz naponske distribucijske mreže s mjestom priključenja elektrane



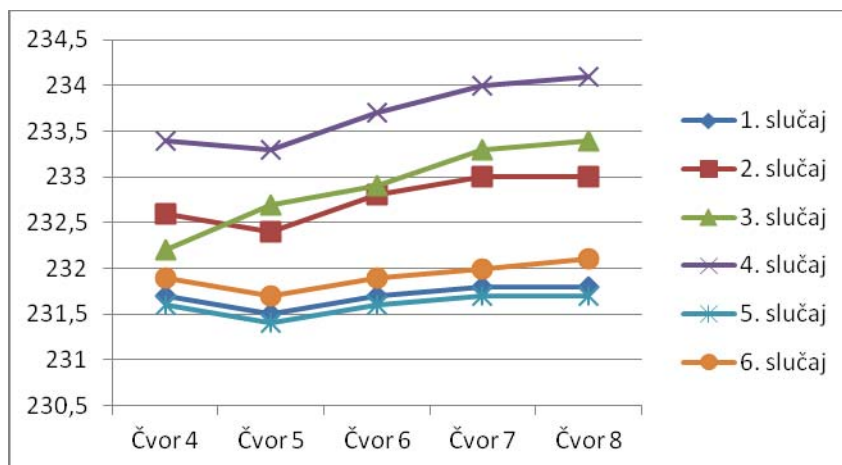
Na slikama 8, 9 i 10 prikazane su vrijednosti napona u promatranim čvorovima po fazama gdje se jasno vidi utjecaj proizvodnje sunčane elektrane na naponske prilike u mreži.



Slika 8. Napon čvorova u fazi 1



Slika 9. Napon čvorova u fazi 2



Slika 10. Napon čvorova u fazi 3

U prvom slučaju sunčana elektrana nije priključena na mrežu, a kupac iz mreže uzima snagu od 1,5 kW. U drugom slučaju, elektrana proizvodi energiju snage 5 kW, od toga pokriva trenutnu potrošnju energije kupca snage 1,5 kW, a u mrežu daje 3,5 kW. Treći slučaj prikazuje proizvodnju elektrane snage 7 kW čime s 2 kW pokriva trenutnu potrošnju kućanstva, a ostatak od 5 kW daje u mrežu. U četvrtom slučaju elektrana proizvodi energiju snage 10 kW, od toga 8 kW daje u mrežu a s 2 kW pokriva potrošnju kupca. U petom slučaju povećana je trenutna potrošnja kupca te iznosi 5 kW, a elektrana proizvodi 3 kW



pa kupac povlači dodatna 2 kW iz mreže. U šestom, posljednjem slučaju, elektrana proizvodi energiju snage 3 kW, a kupac povlači još 0,5 kW iz mreže da pokrije trenutnu potrošnju snage od 3,5 kW.

Kapacitet baterije može utjecati na promjene opterećenja u mreži, no to u naravi sve ovisi o prilikama u mreži. Kada je potrošnja kupca mala, proizvedena energije sunčane elektrane pohranjuje se u bateriji. Ista će se koristiti u trenutku kada je proizvodnja električne energije mala ili je uopće nema te će se na taj način smanjiti opterećenost mreže. Kako bi se ublažila nepredvidiva vršna opterećenja ili vršni iznosi napajanja, potrošnja električne energije iz mreže kompenzira se s energijom pohranjenom u bateriji. Pridruži li se kupcu mogućnost punjenja električnog automobila kao dodatan izvor potrošnje električne energije, moglo bi doći do dodatnog utjecaja na vršno opterećenje u večernjim satima. Kako bi se ono smanjilo, treba koristiti energiju iz baterije, a „štediti“ mrežu. Potrošnjom energije proizvedene iz sunčane elektrane smanjiti će se opterećenje mreže te ono neće imati negativan utjecaj na naponske prilike u mreži.

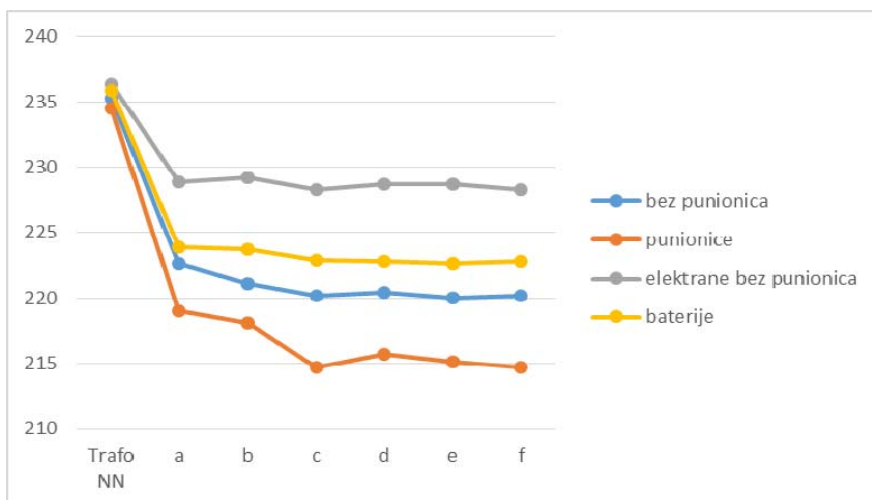
U drugom djelu proračuna, analizirana su četiri slučaja kako bi se pobliže objasnila iskoristivost kućnog spremnika za pohranu energije čije su vrijednosti napona prikazane u tablici 2. Promatrano je 5 čvorova mreže gdje su smješteni kupci priključnih snaga 2,1 kW, 4,3 kW, 9,9 kW, 4,35 kW i 4,8 kW. U prvom slučaju, prikazana je vrijednost napona po fazama bez utjecaja elektrane na mrežu. U drugom slučaju, kupcima su pridružene punionice za električne automobile (2,2 kW, 2,2 kW, 3,6 kW, 2,2 kW i 3,6 kW) čime se njihova snaga povećala na iznose od 4,3 kW, 6,5 kW, 13,5 kW, 6,55 kW, 8,4 kW. Treći slučaj prikazuje situaciju mreže na promatranim čvorovima bez instaliranih punionica, ali na svakom pojedinom čvoru utjecaj na mrežu imati će instalirana sunčana elektrana. U posljednjem slučaju, prikazana je situacija u kojoj svaki kupac posjeduje kućni spremnik (bateriju) za pohranu električne energije. Pretpostavlja se da je kapacitet baterije dostatan za potrebe potrošnje kućanstva i za punjenje električnog automobila u večernjim satima.

Tablica 2. Prikaz promjene napona

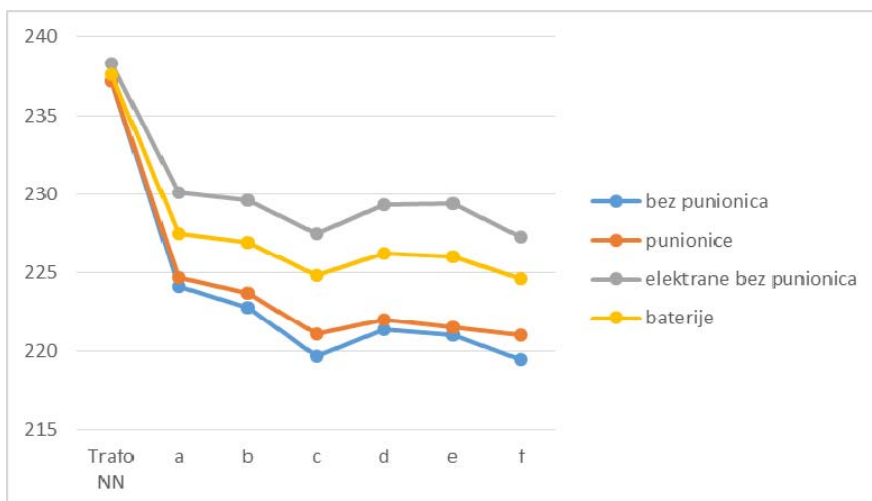
| Faza | Čvor     | Napon čvorišta [V]           |                               |                                    |                      |
|------|----------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|
|      |          | 1.slučaj<br>bez<br>punionica | 2.slučaj<br>sa<br>punionicama | 3.slučaj<br>uključene<br>elektrane | 4.slučaj<br>baterija |
| L1   | Trafo NN | 235,3                        | 235,4                         | 236,4                              | 235,9                |
|      | a        | 222,6                        | 219,0                         | 228,9                              | 223,9                |
|      | b        | 221,1                        | 218,1                         | 229,2                              | 223,7                |
|      | c        | 220,2                        | 214,7                         | 228,3                              | 222,9                |
|      | d        | 220,4                        | 215,7                         | 228,7                              | 222,8                |
|      | e        | 220,0                        | 215,1                         | 228,7                              | 222,8                |
|      | f        | 220,2                        | 214,7                         | 228,3                              | 222,8                |
| L2   | Trafo NN | 237,2                        | 237,2                         | 238,3                              | 237,6                |
|      | a        | 224,1                        | 224,7                         | 230,1                              | 227,5                |
|      | b        | 222,8                        | 223,7                         | 229,6                              | 226,9                |
|      | c        | 219,7                        | 221,1                         | 227,5                              | 224,8                |
|      | d        | 221,4                        | 222,0                         | 229,3                              | 226,2                |
|      | e        | 221,0                        | 221,5                         | 229,4                              | 226,0                |
|      | f        | 219,5                        | 221,0                         | 227,3                              | 224,6                |
| L3   | Trafo NN | 240,3                        | 240                           | 241,3                              | 241,5                |
|      | a        | 231,2                        | 227,7                         | 236,6                              | 237,5                |
|      | b        | 231,1                        | 227,1                         | 237,2                              | 238,6                |
|      | c        | 229,8                        | 225,4                         | 236,9                              | 238,3                |
|      | d        | 229,7                        | 225,2                         | 236,9                              | 237,9                |
|      | e        | 229,3                        | 224,7                         | 236,9                              | 237,8                |
|      | f        | 229,9                        | 225,4                         | 236,9                              | 238,3                |

Potrošnja energije varira svaki sat u danu, pa u sustavu postoji period manjeg opterećenja sustava i period većeg ili vršnog (peak) opterećenja sustava. Minimalno opterećenje sustava pojavljuje se u noćnim satima, između 2:00 i 4:00 sati, dok se vršno opterećenje obično pojavljuje u dva perioda, između 8:00 i 14:00 sati te između 17:00 i 22:00 sata. U vremenu kada nema proizvodnje energije sunčanih elektrana, a potrošnja korisnika mreže je velika, vršno opterećenje mreže u večernjim satima smanjit će se korištenjem energije iz baterije. Kako su punionice dodatan potrošač električne energije,

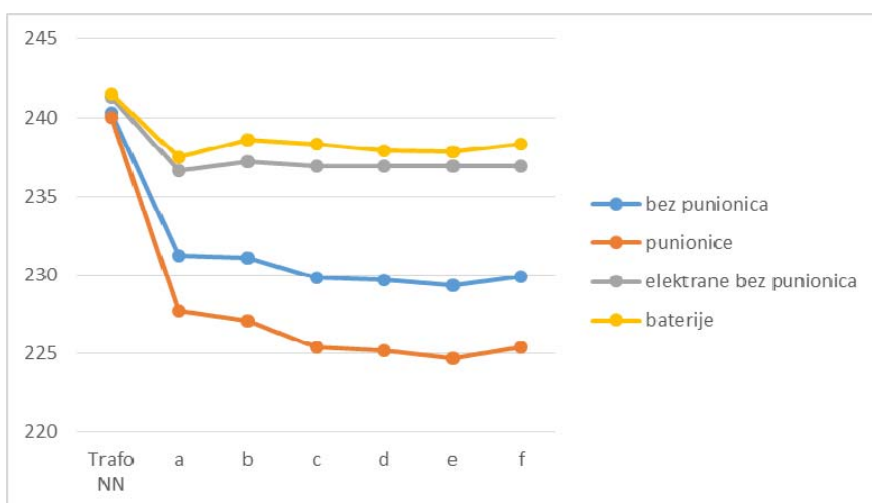
ideja je kontrolirano punjenje električnih automobila, u vrijeme manjeg opterećenja mreže te iskoristiti pohranjenu energiju u baterijama.



Slika 11. Napon čvorova u fazi 1



Slika 12. Napon čvorova u fazi 2



Sliak 13. Napon čvorova u fazi 3

Najnepovoljniji utjecaj na mrežu događa se u situaciji kada se uz potrošnju kupca, mreža dodatno optereti punionicama što se može i vidjeti na danim grafovima napona čvorova po fazama. Vrijednost napona u tim je situacijama najniža jer je mreža više opterećena a nema dodatnog izvora električne

energije, potrošnja se povećala, dok je proizvodnja ostala ista. Izniman slučaj je u drugoj fazi što se i vidi na slici 12 iz grafa gdje su vrijednosti napona najmanje u situaciji gdje mrežu opterećuje samo kupac. Takvi podaci simulacije su mogući zbog nelinearnosti raspodjele tereta.

Najviši napon mreže pokazao se u situaciji kada se na mrežu priključio dodatni izvor električne energije – sunčane elektrane, dakle proizvodnja je povećana, a potrošnja je ostala ista (bez instaliranih punionica).

U slučaju kada na istom čvoru, uz punionicu i sunčanu elektranu, kupac koristi bateriju za pohranu električne energije, nema negativnog utjecaja na naponske prilike u mreži. Polazi se od pretpostavke da je baterija dostatnog kapaciteta da pokrije potrošnju kućanstva i punionice te se ista puni danju energijom koju je proizvela sunčana elektrana. Noću, kada nema proizvodnje energije od strane sunčane elektrane, koristit će se energija pohranjena u bateriji pa će tako kupac odnosno potrošač električne energije, u ovom slučaju puniti svoj električni automobil električnom energijom iz baterije te će se na taj način „štediti“ mreža. Takvim načinom upravljanja potrošnjom električne energije, znatno se utječe na naponske prilike i opterećenje u mreži što bi utjecalo i na dijagram potrošnje električne energije i proizvodnje iste iz sunčane elektrane na način što bi se vršna opterećenja znatno smanjila.

Korištenjem energije iz baterije, kupac neće dodatno opterećivati mrežu i povećavati potrošnju energije na promatranom čvoru, već će potrošnja biti jednaka proizvodnji, odnosno energija potrebna kupcu nadomjestit će se energijom proizvedenom od strane sunčane elektrane.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Tehnološko trojstvo u NN distribucijskoj mreži ima učinak na naponske okolnosti i vršno opterećenje na mjestu proizvodnje odnosno potrošnje električne energije. Naprednim upravljanjem izmjenjivača, te odabirom prioriteta potrošnje električne energije potrošača, smanjuju se promjene opterećenja mreže. Smanjenjem vršnog opterećenja smanjuje se potreba za dodatnim proizvodnim kapacitetom elektroenergetske mreže.

Kako smo svjedoci sve veće proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije te njezinom pohranom u baterijama (kućnim spremnicima) kako bi se postigla veća ušteda, naprednom upravljanju potrošnjom električne energije takvog sustava treba posvetiti više pažnje kako bi se smanjile nepovoljne naponske prilike u mreži.

#### **5. LITERATURA**

- [1] Lj. Majdandžić, "Fotonaponski sustavi", Tehnička škola Ruđer Bošković u Zagrebu
- [2] M. Perić, "Računalna simulacija rada fotonaponskog sustava", Sveučilište u Zagrebu, 2002.g.
- [3] S. Lubura, N. Jovančić, „Pretvaranje energije sunčevog zračenja u električnu – fotonaponski sistemi“, Sveučilište u Sarajevu, listopad 2009.g.
- [4] P. Jakovac „Važnost električne energije i osvrt na reformu elektroenergetskog sektora u Europskoj Uniji i Republici Hrvatskoj“, Sveučilište u Rijeci, 2010.g.
- [5] HEP ODS, „NAPUTAK za primjenu važećih zakona i pravilnika glede uspostavljanja priključka obnovljivih izvora električne energije i kogeneracije na distribucijsku i prijenosnu mrežu“